



UMA ANÁLISE DAS TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS NO PROCESSO DE PROJETO DE EMPREENDIMENTOS DE CAPITAL

Romero, Fernando (1); Andery, Paulo (2)

(1) Engenheiro Civil, M.Sc., Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil - e-mail: frshuanw@hotmail.com

(2) Professor, M.Sc., Dr., Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil - e-mail: pandery@ufmg.br

RESUMO

O processo de concepção de grandes empreendimentos – projetos de capital – tem sido objeto de atenção por parte de grandes empresas, e começa a ser estudado nos meios acadêmicos. O presente trabalho apresenta um modelo para a concepção de projetos de capital, partindo da metodologia do Front End Loading (FEL), caracterizada em trabalhos recentes. O modelo insere nessa metodologia ferramentas e conceitos do Lean Project Delivery System, com destaque para a utilização do *set based design* e *target costing*, bem como conceitos de engenharia simultânea. O Front End Loading é desenvolvido em três etapas: na primeira, os objetivos do empreendimento são delineados a partir da análise dos objetivos estratégicos dos empreendedores, e são definidos indicadores de desempenho econômico e operacional; na segunda etapa são levantadas as possíveis tecnologias e soluções de engenharia, para, em uma etapa final, definir-se a engenharia básica do empreendimento. Nesse contexto, o modelo prevê a utilização de técnicas e ferramentas conhecidas no mercado como VIPS – Value Improving Practices (Práticas Agregadoras de Valor), que visam a maximização do valor dos projetos, obtendo uma solução otimizada para os objetivos do empreendimento face às restrições impostas por condições técnicas e operacionais. No trabalho são apresentadas essas práticas, das quais se destacam técnicas como “Seleção de Tecnologia”, “Modelagem de Confiabilidade dos Processos”, “Engenharia de Valor” e “Análise de construtibilidade” e BIM, dentre outras. São estabelecidas diretrizes para sua utilização em cada fase do processo do projeto de empreendimentos de capital, e definidos os benefícios alcançados. Apresenta-se no trabalho um estudo de caso, no qual se analisa a utilização dessas ferramentas integradas com a metodologia FEL na concepção de um empreendimento de grande porte na indústria de mineração. Os resultados da possível utilização dessas técnicas no empreendimento objeto do estudo de caso são apresentados e discutidos, destacando-se uma maior probabilidade na obtenção do custo alvo do empreendimento e na TIR do mesmo, bem como uma melhor definição da engenharia básica do empreendimento.

Palavras-Chave: Gestão de Projetos, Projetos de Capital, Front End Loading, Lean construction (construção enxuta), *value improving practices*

1 INTRODUÇÃO

Em função das crescentes demandas por commodities e a construção de obras de infra-estrutura de maior porte, tem crescido – tanto no âmbito acadêmico como empresarial – a preocupação com o estudo de métodos para concepção e desenvolvimento de “mega empreendimentos”, tecnicamente denominados projetos de capital.

Essa crescente preocupação com esses empreendimentos deve-se em parte ao fato de que envolvem grandes investimentos (CAPEX – Capital Expenditure). Na maioria das vezes os prazos para análise de viabilidade, concepção, desenvolvimento e implementação são rígidos, além do que se torna necessário reduzir a incerteza quanto a relação entre custo e taxa interna de retorno dos investimentos. Em função desses e outros aspectos, o processo de projeto desses empreendimentos torna-se com freqüência bem mais complexo quando comparado, por exemplo, à construção de edificações.

Em função disso, especial ênfase tem sido dada a métodos de gestão do processo de projeto desses empreendimentos, e mais ainda ao que se refere às etapas iniciais, nas quais se desenvolvem os estudos estratégicos e a definição da viabilidade e atratividade do negócio, a definição preliminar dos custos e do CAPEX e a gestão dos riscos.

As etapas iniciais de concepção e planejamento têm como principal objetivo a análise preliminar das alternativas de engenharia a serem desenvolvidas e a escolha da alternativa mais viável visando o desenvolvimento e a elaboração do projeto de engenharia para implantação e operação. Essas etapas têm sido objeto de poucos estudos no Brasil, no âmbito acadêmico, configurando-se como uma interessante oportunidade de pesquisa.

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta parte dos resultados de um projeto de pesquisa no qual se desenvolveu um modelo para a condução da etapa de análise de estudo de viabilidade e concepção de empreendimentos de capital. Detalhes da pesquisa são mostrados em ROMERO (2010) e ROMERO e ANDERY (2009). O modelo parte de um método já bastante utilizado na concepção de projetos de capital, o Front End Loading, descrito, por exemplo, em ROMERO (2010), ROMERO e ANDERY (2009) e GIBSON (2006).

A partir de uma análise de semelhanças e sinergias entre o Front End Loading e o *Lean Project Delivery System* (BALLARD, 2006), o modelo introduz na metodologia do Front End Loading conceitos do *Lean Project Delivery System*, em particular as técnicas do custo-meta (*target costing*) e *Set Based Design*. Para a gestão das etapas do processo de análise de viabilidade e concepção propõe-se a aplicação de conceitos do PMBOK, amplamente relatados na literatura recente.

Em um primeiro momento apresenta-se o modelo proposto. Para a aplicação dos conceitos de *target costing* e *set based design* esse modelo dá especial ênfase à utilização de um conjunto de técnicas comumente chamadas, no jargão industrial, de “VIPs – Value Improving Practices”, Práticas Agregadoras de Valor. As VIPs são um conjunto de métodos e ferramentas de engenharia utilizados na otimização de projetos de capital, com ênfase na redução de custos e aumento da probabilidade de cumprimento do programa de implementação dos projetos e aumento da confiabilidade da operação (IPA, 2008; NISSEN, 2009). Essas práticas são formalmente documentadas, ou seja, para cada uma são seguidos procedimentos estruturados, freqüentemente auditados ao longo do desenvolvimento dos projetos.

Entre as VIPs comumente utilizadas em projetos de capital destaca-se um conjunto de doze técnicas (IPA, 2008). Essas “práticas” são Seleção de Tecnologia, Simplificação de Processos, Manutenção Preditiva, Modelagem de confiabilidade de processos, Adaptação de Padrões e Especificações, Ajuste de Capacidade, Classificação da Qualidade da Instalação, Engenharia de Valor, Revisão de Construtibilidade, Otimização Energética, Minimização de Resíduos e Perdas e CAD 3 D – Building Information Modelling (MEDEIROS, 2009).

Levantamento de dados feitos por empresas de auditoria e avaliação de projetos (IPA, 2008) apontam para o fato de que existe uma correlação estatística entre a aplicação de VIPs e redução do investimento em empreendimentos de capital, com valores de redução entre 6 a 8%, bem como possibilitam a antecipação do prazo de implantação do empreendimento em torno de 7 a 12%.

Neste trabalho, uma vez apresentado o modelo para concepção de empreendimentos de capital, apresenta-se sinteticamente um Projeto, na área de mineração, onde o modelo proposto poderia ser empregado, e potenciais resultados de sua utilização são discutidos.

2 PROPOSTA DE MODELO PARA CONCEPÇÃO DE EMPREENDIMENTOS DE CAPITAL

2.1 Síntese de conceitos sobre o Front End Loading

O Front End Loading (FEL) é uma das metodologias mais conhecidas e utilizadas por grandes empresas no mundo todo para desenvolvimento de grandes projetos de capital. É desenvolvida em três fases, onde entre cada fase existe um “portão” que implica em uma decisão de aprovação, arquivamento, cancelamento ou reavaliação da etapa finalizada. Em resumo, a etapa inicial (FEL 1) implica na definição do escopo e os objetivos do empreendimento, bem como uma estimativa inicial do montante de investimentos, prevendo uma faixa de variação do custo do empreendimento entre - 25 % e + 40 %. É feita uma análise da atratividade do negócio, através do cálculo dos principais indicadores de viabilidade do negócio. Realiza-se o cálculo da TIR (taxa de retorno interna), VPL (valor presente líquido), VPI (valor presente do investimento) e Payback descontado, entre outros. A segunda etapa (FEL 2) implica na análise das soluções tecnológicas e construtivas associadas ao empreendimento, terminando com a seleção de uma dessas soluções, e com as definições básicas (briefing de projeto) das instalações, incluindo as edificações, prevendo-se uma variação nos custo do empreendimento entre - 15% e + 25%. Faz-se também a seleção das VIP's (Value Improving practices) a serem utilizadas no desenvolvimento da engenharia básica do projeto. A fase final da etapa de pré-planejamento (FEL 3) refina a solução de engenharia selecionada em FEL 2, selecionam-se mais VIP's a serem consideradas no desenvolvimento dos projetos básicos e esses projetos são executados. No final da etapa de FEL 3 espera-se que o custo da implantação do Projeto varie, em relação aos valores planejados, entre - 10% e + 10%. Nessa etapa são mais bem definidos os principais indicadores de viabilidade do negócio. Uma descrição mais detalhada do método é apresentada em ROMERO (2010) e em IPA (2008).

2.2 O modelo proposto

O modelo conserva a estrutura original do Front End Loading, na qual são inseridos princípios da produção enxuta em projetos de capital (BALLARD e KIM, 2007) e as já mencionadas técnicas de *target costing* e *set based design*, com a introdução das VIPs também mencionadas. Uma representação esquemática é apresentada na figura 1. Algumas observações são feitas na seqüência.

Primeira Etapa do Front End Loading (FEL 1)

No modelo proposto, na primeira fase do Front End Loading (FEL 1), a exemplo do método tradicional, dá-se início à análise da viabilidade do empreendimento, a partir da comparação entre os parâmetros esperados de desempenho do mesmo e os objetivos estratégicos da empresa, frente a características e demandas de mercado. Ou seja, inicia-se com os parâmetros clássicos de gestão de portfólio. Os parâmetros de projeto e definições preliminares de engenharia são definidos por meio de índices, pela comparação com outros empreendimentos ou benchmarking. O modelo prevê que nesse momento seja feita uma definição preliminar do custo meta (*target cost*). Detalhes de sua implementação são descritos em ROMERO (2010), BALLARD (2006), JACOMIT, GRANJA E PICCHI (2008). Essa definição do custo meta caminha em paralelo com as definições de retorno esperado do empreendimento, com o cálculo preliminar de índices como taxa interna de retorno, valor presente líquido e *payback* descontado. Também são definidos os parâmetros iniciais para elaboração do programa do empreendimento, e é feita uma análise preliminar dos fatores a serem considerados no refino das várias soluções de projeto que caminham em paralelo, de acordo com os princípios do *set based design*.

É no início de FEL 1 que se prioriza a introdução de conceitos do *Lean Project Delivery System* (BALLARD, 2006; BALLARD e KIM, 2007), destacando-se a formação de equipe multidisciplinar de trabalho, a definição do coordenador do projeto (*Project Manager*), a constituição de uma estrutura

projetada de trabalho e a definição de parâmetros para o balanceamento entre as definições de escopo, custo e prazo de início das atividades do empreendimento.

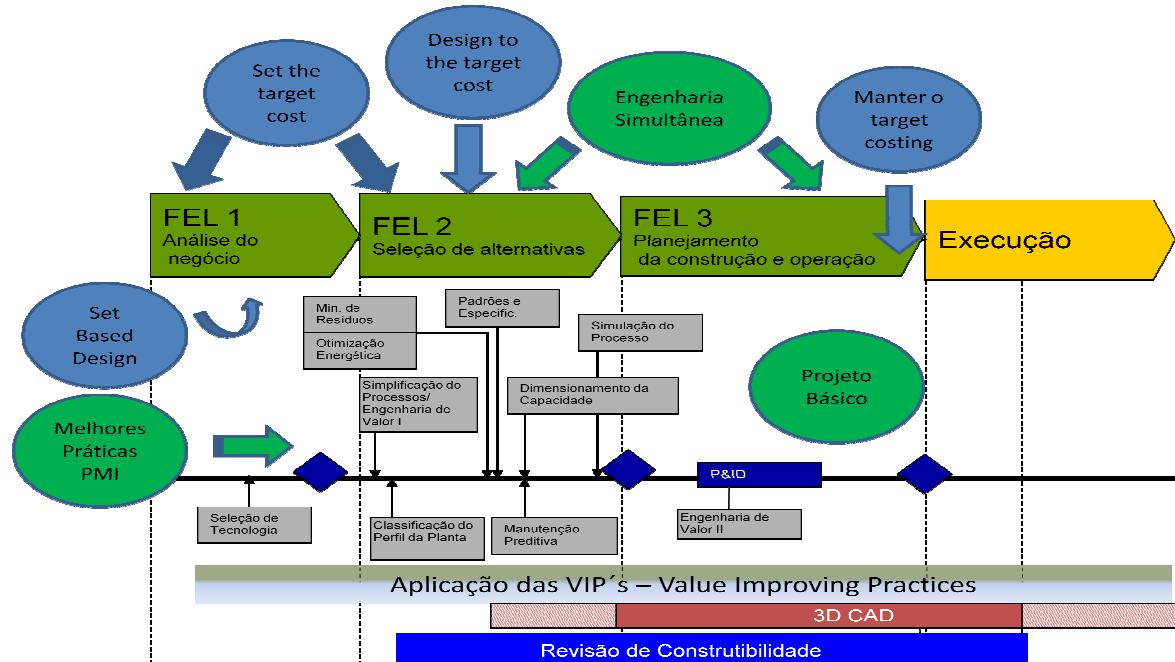


Figura 1: Estrutura do Modelo Conceitual Proposto

Nesse momento programa-se a utilização das VIPs (Value Improving Practices). Inicialmente, a “Seleção de Tecnologia” é a VIP a ser utilizada, garantindo que todas as possíveis alternativas tecnológicas para processos e equipamentos estão sendo consideradas.

Segunda Etapa do Front End Loading (FEL 2)

O modelo proposto continua seu desenvolvimento com a etapa de FEL 2. Nesse momento propõe-se a definição final do escopo do projeto, e é feita a análise das possíveis soluções de engenharia listadas na etapa anterior, para seleção de uma opção, a partir do qual serão desenvolvidos os projetos básicos. Também nesta etapa é feita uma estimativa mais refinada do CAPEX necessário à implantação do empreendimento. Com as opções de alternativas do projeto mapeadas, refina-se o valor do custo meta. Caso o custo seja maior do que inicialmente estimado ou implique na redução da TIR, torna-se necessária a introdução de restrições ao escopo do projeto, utilizando os conceitos de *target costing* citados anteriormente.

O setor de Engenharia do empreendimento desenvolve diversas soluções conceituais de projeto, e em paralelo são estudadas disciplinas relacionadas com a operação e manutenção, definindo-se e refinando-se aspectos com capacidade nominal de operação, plano preliminar de manutenção, cálculo dos custos de operação (OPEX - Operational Expenditure), além do estudo preliminar das condições de operação após a implementação do empreendimento. Utilizando os princípios do Set Based Design as equipes de projeto desenvolvem e comunicam conjuntos de soluções em paralelo, muitas vezes de forma independente. Conforme o desenvolvimento avança a equipe de projeto vai aos poucos aplicando as restrições de projeto e filtrando as soluções apresentadas, com base no conhecimento adquirido e nas lições aprendidas.

Nessa etapa da metodologia proposta recomenda-se a utilização das seguintes VIPs: Simplificação dos Processos, Adaptação de Padrões e Especificações, Manutenção Preditiva, Simulação do Processo, Dimensionamento da Capacidade, Classificação do Perfil da Planta, Otimização de Energia,

Minimização de Resíduos, Revisão de Construtibilidade e Continuação de desenvolvimento do projeto com a utilização da ferramenta CAD-3D.

Terceira etapa do Front End Loading (FEL 3)

Na ultima etapa do processo (FEL 3) o foco é o desenvolvimento dos projetos básicos para a construção. Nesta etapa, a engenharia básica da opção selecionada no estágio de FEL 2 é desenvolvida e o CAPEX do projeto apresenta menor imprecisão. Nesse momento, faz-se uma definição formal do custo meta, verificando a possibilidade de redução do valor estimado nas etapas de FEL 1 e 2, em função da utilização das VIPs acima citadas, que com freqüência permitirão uma redução no custo estimado.

O modelo prevê a constituição de uma equipe multidisciplinar específica para o desenvolvimento das soluções de engenharia selecionadas, e ao final dessa etapa, além dos projetos básicos, devem ser gerados os cronogramas iniciais de implementação. A partir da seleção de equipamentos e tecnologias, é feita uma análise preliminar de fornecedores e um plano de aquisições, utilizando os princípios do *Lean Supply* (BALLARD e KIM, 2007).

O modelo prevê, nessa fase, a continuidade da utilização das VIPs mencionadas na fase de FEL 2.

2.3 Utilização da *Value Impoving Practices* (VIPs) – Práticas Agregadoras de Valor

Além da utilização das VIPs no desenvolvimento das várias atividades inerentes ao Front End Loading, brevemente delineadas acima, o modelo propõe a sua utilização como técnicas de apoio ao desenvolvimento dos métodos de custo-meta (*target costing*) e *set based design*.

Como mencionado acima, as VIPs são propícias à otimização de custos e seleção de alternativas de engenharia, daí seu potencial de utilização no âmbito dos métodos acima citados.

Nesse sentido, uma proposta para sua aplicação é representada na Tabela 1 abaixo. Na tabela, são indicadas as fases do Front End Loading nas quais as várias práticas podem ser aplicadas, bem como sua utilização no âmbito do *Target Costing* e *Set Based Design*. São incluídos dados de pesquisas feitas por instituição de gestão e auditoria de projetos de capital (IPA, 2008) indicando potenciais ganhos em indicadores de desempenho dos empreendimentos, a partir da análise estatística de um banco de dados de projetos de capital.

Observa-se que a maior parte das VIPs poderão ser utilizadas tanto no âmbito do *Target Costing* quanto do *Set Based Design*. Entre as VIPs indicadas, uma merece destaque, porque estatisticamente é a que tem representado maior impacto na redução de custos de projetos de capital: trata-se da Revisão de Construtibilidade. Com efeito, tem sido aplicada em 60% de projetos de capital estudados pelo IPA (IPA, 2008). Ressalta-se o fato de que, além de ter impacto na redução do custo – daí sua utilização como forma de operacionalizar o custo-meta, freqüentemente o uso dessa ferramenta implica na redução do prazo de implantação do empreendimento.

Em termos práticos, a “Revisão de Construtibilidade é uma análise multidisciplinar, normalmente efetuada por uma equipe diferente da que se encarrega diretamente dos projetos do empreendimento, e que será desenvolvida já na fase de FEL 2, quando começam as definições preliminares de projeto, e ao longo de todo o processo da terceira do Front End Loading (FEL 3). Engloba uma análise de todo o ciclo de vida do empreendimento, inclusive concentrando a atenção em aspectos como especificações de projeto que afetem a construtibilidade. Por outro lado, acaba sendo uma ferramenta que auxilia a gestão das contratações de equipamentos, por verificar potenciais erros nas especificações e nos planos de contratação (JONES, 2004).

Tabela 1 – Aplicação das Práticas Agregadoras de Valor

Nome da VIP	Objetivo da VIP	Momento para Aplicação	Target Cost	Set Based Design
SELEÇÃO DE TECNOLOGIA	Agregação de valor aos objetivos do negócio.	Fim de FEL 1 ou inicio de FEL 2	X	X
CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DA INSTALAÇÃO	Agregação de valor aos objetivos do negócio.	Inicio de FEL 2	X	X
SIMPLIFICAÇÃO DO PROCESSO (EV-1)	Minimização de investimento, otimização do processo.	Ao longo de FEL 2	X	X
MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS E PERDAS	Minimização de investimento, otimização do processo.	Ao longo de FEL 2	X	
REVISÃO DA VIABILIDADE DE CONSTRUÇÃO	Otimização do cronograma e investimento para implantação. Aumento da segurança na construção.	Desde FEL 2 até a execução do projeto.	X	X
MODELAGEM DE CONFIABILIDADE DO PROCESSO	Minimização de custos operacionais, detecção de “gargalos”, aumento da confiabilidade operacional, suporte à definição da filosofia de manutenção e gestão dos estoques de sobrasalentes, redução do investimento.	Inicio de FEL 3	X	
ADAPTAÇÃO DE PADRÓES E ESPECIFICAÇÕES	Redução do investimento.	Durante o FEL 2	X	X
MANUTENÇÃO PREDITIVA	Aumento da confiabilidade, redução de custos operacionais.	FEL 3	X	
AJUSTE DE CAPACIDADE	Redução do investimento.	Inicio de FEL 2 até FEL 3	X	
OTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA	Minimização de custos operacionais.	FEL 2	X	X
ENGENHARIA DE VALOR (EV-2)	Redução do investimento, minimização do custo total no ciclo de vida do ativo.	Inicio de FEL 3	X	X
CAD 3D	Aumento da produtividade no desenvolvimento da engenharia, minimização de atrasos na execução do projeto.	FEL 3 e Projeto Detalhado	X	X

3 SIMULAÇÃO DE APLICAÇÃO DO MODELO

O modelo brevemente descrito na seção anterior não pôde ser diretamente aplicado em um projeto de capital, quer seja em função de limitações de tempo (o desenvolvimento do Front End Loading com frequência ultrapassa dois anos), quer seja pelo fato de que alterações na forma tradicional de desenvolvimento da metodologia exigiriam mudanças em rotinas já consolidadas em grandes empresas, o que torna mais difícil a validação em um “projeto piloto”. Assim a validação do modelo pode ser feita por meio de uma simulação de sua utilização em um projeto de capital que se encontre em fase de concepção. Essa simulação é brevemente apresentada na presente seção. Ou seja, são comentadas as atividades efetivamente conduzidas na etapa de concepção do projeto, e destacam-se as oportunidades de inserção das técnicas comentadas acima.

O projeto de capital estudado foi denominado “Projeto 24 Mtpa”, e trata-se de uma nova planta de extração e beneficiamento de minério de uma das maiores empresas de mineração do mundo. O projeto prevê o beneficiamento de três diferentes tipos de minério, supondo três usinas de beneficiamento diferentes implementadas no mesmo local. Em termos de obras de infra-estrutura, será necessária a expansão de uma linha férrea para transporte do minério, bem como uma linha de transmissão de energia. Será necessária ainda a execução de uma barragem para deposição de rejeitos.

As unidades de apoio operacional incluem laboratório, oficinas, instalações para lubrificação e lavagem de veículos pesados, almoxarifado, central de segurança e bombeiros, estocagem e abastecimento de combustíveis e depósitos de explosivos.

As unidades de apoio administrativo incluem escritórios, portarias e balanças, cozinha e refeitórios, vestiários e sanitários, ambulatórios médicos, serviços gerais e terceirizados e centro de treinamento. A caracterização das obras de infra-estrutura e instalações é detalhadamente apresentada em ROMERO (2010).

O custo global do empreendimento gira em torno de R\$6 bilhões.

Na etapa de FEL 1 do Projeto 24 Mpta foram desenvolvidas as seguintes atividades, mais detalhadamente descritas em ROMERO (2010):

- a) análise estratégica do empreendimento;
- b) análise de riscos do negócio, incluindo impacto ambiental e risco geológico;
- c) avaliação da força de trabalho disponível para implementação do projeto, incluindo mão-de-obra local;
- d) nomeação do Project Manager;
- e) definição da estrutura organizacional do projeto, com a indicação da coordenação de engenharia e definição das funções de planejamento e orçamentação;
- f) definição de cronograma preliminar;
- g) estimativa preliminar de custos (não houve a implementação do *target costing*) e a abordagem foi apenas de previsão e controle dos CAPEX (investimento), tendo em vista os parâmetros de retorno financeiro;
- h) cálculo dos indicadores econômicos projetados;
- i) diagnóstico dos impactos ambientais e sócio-econômicos da implementação do empreendimento;
- j) avaliação de requisitos legais relativos à saúde e segurança específicos do empreendimento;
- k) planejamento da fase de FEL2, envolvendo o carregamento de recursos;
- l) plano de trabalho e definição orçamentária para a fase de FEL 2.

Não foram usadas nenhuma das VIPs na fase de FEL 1.

A partir do modelo proposto, delineado na seção anterior, foram identificadas quatro oportunidades de modificação do Front End Loading, permitindo a introdução de melhorias na fase de definição do negócio. Essas “inserções” são indicadas na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Oportunidades de modificação da fase de FEL 1

PRODUTOS - FEL 1	Oportunidades de Inserções do Modelo Conceitual	INSERÇÕES
Cronograma Preliminar	Elaboração do cronograma preliminar incluindo os prazos necessários para o desenvolvimento do projeto, contendo a duração das fases de FEL1, FEL2 e FEL3 e construção da EAP em primeiro nível.	LPDS SET BASED DESIGN
Estimativa Preliminar de custos (média da indústria - 25% a + 40%)	Elaborar estimativa de custo considerando percentual de imprecisão e contigência compensando o baixo conhecimento do projeto.	LPDS TARGET COSTING
Avaliação econômica do negócio	Calcúlo dos indicadores econômicos tais como: VPL, TIR, VPI, VPL/VPI e Payback descontado.	LPDS TARGET COSTING
Planejamento carregando recursos (PCR) para a fase posterior	Elaboração do planejamento carregando recursos para próxima fase (dimensionamento de mão de obra necessária.)	LPDS TARGET COSTING

No caso em questão, propõe-se a utilização da VIP “Seleção de Tecnologia”. Essa VIP é especialmente indicada no caso em que é necessário fazer estimativas preliminares de custos de equipamentos e instalações, bem como da viabilidade de utilização de tecnologias de padrão superior ao atualmente utilizado (NISSEN, 2003). Nesse caso, serão considerados aspectos como capacidade de produção, custo de produção (OPEX), manutenibilidade e impacto ambiental das possíveis tecnologias.

No Projeto 24 Mpta as atividades desenvolvidas na fase de FEL 2 foram, sinteticamente, as seguintes;

- a) definição da equipe de projeto para a fase de FEL 2;
- b) levantamentos preliminares (topografia, geologia, hidrologia), com a emissão dos respectivos relatórios;
- c) estudo completo das alternativas de engenharia, inclusive com a avaliação econômica. Foram listadas todas as potenciais restrições à utilização de cada tecnologia de processo passível de ser selecionada;
- d) definição da estrutura analítica de projeto (EAP).
- e) cronograma básico para desenvolvimento de FEL 2 e refino das soluções tecnológicas;
- f) detalhamento de impactos da alternativa de engenharia selecionada, considerando infra-estrutura necessária, localização e licenciamento ambiental do empreendimento;
- g) análise de impactos e definição de políticas sociais;
- h) estimativa de investimentos – sem a utilização do *Target Costing* – incluindo os planos de aquisição e custos de operação;
- i) elaboração de estratégia para licenciamento ambiental e início dos estudos ambientais, incluindo EIA/RIMA;
- j) análise de riscos, contendo o conjunto de definições resultantes da solução de todos os *trade offs* da alternativa de engenharia selecionada. Inclui a elaboração de um plano de gestão de riscos;
- k) definição de um plano preliminar de aquisições e suprimentos;
- l) planejamento da fase de FEL 3, incluindo o carregamento de recursos;
- m) elaboração de plano de trabalho com dotação orçamentária para a fase de FEL 3.

À semelhança da etapa anterior, nenhuma as práticas agregadoras de valor foi utilizada.

Durante a análise de oportunidades de inserção do modelo foram observadas três oportunidades de diretrizes do modelo conceitual como mostradas na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Oportunidades de modificação na fase de FEL 2

PRODUTOS - FEL 2	ATIVIDADES	INSERÇÕES
Estudo completo das alternativas, inclusive avaliação econômica	Estudo completo das várias alternativas tecnológicas e locacionais pelas equipes técnicas envolvidas, na etapa de pré-viabilidade e viabilidade do Projeto 24Mpta. Na fase de pré-viabilidade foram detectadas todas as interferências que poderiam limitar ou impedir a escolha de uma determinada alternativa.	LPDS SET BASED DESIGN + TARGET COSTING + ES
Projeto Conceitual de Engenharia	Elaboração do projeto conceitual de engenharia contento a alternativa tecnológica e locacional escolhida pelas equipes técnicas do projeto.	LPDS SET BASED DESIGN + ES
Estimativas de investimento (Média da indústria: - 15% a + 25%)	Elaborar estimativa de custo contemplando serviços, fornecimentos e OPEX. A estimativa de investimentos contemplará os itens de custos indiretos, tais como seguros, engenharia, gerenciamento, além de considerar percentual de imprecisão e contingência.	LPDS TARGET COSTING

Oportunidades de inserção do modelo proposto no caso do Projeto 24 Mpta, na etapa de FEL 2, incluem um refinamento das alternativas selecionadas, utilizando princípios do *set based design*. Destaca-se a utilização da VIP “Revisão de Construtibilidade”, já mencionada na fase de FEL 1, e a VIP “Simplificação do Processo”. Essa técnica é utilizada na fase de projeto, e acompanha as diretrizes e princípios do “Projeto orientado à montagem” (Design for Assembly), bastante explorado na literatura recente (veja-se, por exemplo, PASQUALE e CONNOLY, 2003).

Até a elaboração do presente artigo o projeto não havia concluído a fase de FEL 3.

Como conclusão e resultado destas inserções, espera-se que a estrutura do modelo conceitual proposto possa:

- (1) Garantir o retorno dos investimentos no projeto, proporcionando uma maior Taxa Interna de Retorno (TIR).
- (2) Possibilitar a condução do projeto as etapas posteriores de definições detalhadas da engenharia e implementação dos futuros empreendimentos com maior probabilidade de sucesso.
- (3) Possibilitar a redução de tempo no prazo de desenvolvimento da etapa de concepção do projeto.
- (4) Possibilitar o monitoramento, controle e o alcance do custo alvo dentro da concepção das expectativas dos stakeholders.
- (5) Possibilitar uma maior qualidade no desenvolvimento do projeto (design).
- (6) Possibilitar uma redução no cronograma da obra através de um projeto voltado para produção com uma melhor alternativa de concepção reduzindo-se assim as etapas que não agregam valor ao projeto, tanto na fase de concepção, como na fase de implementação.

4 CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou um modelo conceitual para a etapa de análise de viabilidade e concepção de “mega empreendimentos”, tecnicamente denominados empreendimentos de capital. Destacou-se o fato de que o modelo tem como base a metodologia do Front End Loading. Com base na análise de sinergias entre essa metodologia e o *Lean Project Delivery System*, propõe-se a inserção de conceitos e princípios da construção enxuta na dinâmica das atividades do Front End Loading. Em especial, verificou-se a oportunidade de inserção de dois métodos: o do custo-meta (*target costing*) e o *set based design*, quando várias soluções de engenharia vão sendo consideradas em paralelo até que, com base nas restrições de projeto, uma delas é definida e passa-se ao desenvolvimento da engenharia básica.

O modelo proposto prevê a utilização das “Práticas Agregadoras de Valor”, brevemente delineadas no trabalho. Analisou-se a oportunidade de utilização do modelo em um projeto de capital na área de mineração. Com a utilização desse modelo espera-se reduzir o custo global do empreendimento, reduzir o prazo de execução e aumentar a probabilidade de serem atingidos os parâmetros de desempenho financeiros inicialmente definidos.

5 REFERÊNCIAS

BALLARD, G. “**Lean Project Delivery System**”. White Paper #8, Lean Construction Institute, setembro de 2006, 6 p.

BALLARD, G. e KIM, W. Implementing Lean on Capital Projects. In: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION ANNUAL MEETING – IGLC 15, 2007, Michigan. **Proceedings...** Michigan: IGLC, 2007.

GIBSON, G. E. et al. “What is Preproject Planning, Anyway?”. **J. Mgmt. in Engineering**, Volume 22, 1, pp. 35-42, Jan 2006.

IPA – Independent Project Analysis, **The IPA Institute – Advanced Project Knowledge**. Disponível em: <<http://www.ipaglobal.com>>. Acessado em 9 de novembro de 2008.

JACOMIT, A.M, GRANJA, A.D, PICCHI, F.A. Target Costing Research Analysis: Reflections for Construction Industry Implementation. In: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION ANNUAL MEETING – IGLC 16, 2008, Santiago. **Proceedings...** Santiago: IGLC, 2008.

JONES, M. H. The case for Front End Loading and Constructability Reviews. In: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE CONGRESS. 2005, New Orleans. **Proceedings...** New Orleans: Project Management Institute, 2004

MEDEIROS, T. **VIPs – Práticas Agregadoras de Valor.** Curso Interno, VALE, 2009.

NISSEN, R. **VIPs: Who are they and what can they do for us?** Documento interno de trabalho, Construction Industry Institute, Universidade do Texas, Austin, 2009.

PASQUALE, C. e CONNOLY, G. Design for Manufacture and Assembly. 2003. Disponível em <<http://www.iglc.net>>. Acessado em 9 de novembro de 2008.

ROMERO, F. **Contribuição ao Estudo da Concepção de Projetos de Capital em Mega Empreendimentos.** 2010. (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

ROMERO, F. e ANDERY, P. Contribuição ao Estudo da Concepção de Mega Empreendimentos de Capital. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO (SIBRAGEC 2009), 2009, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ANTAC, 2009;