

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS  
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**LARYSSA ANAYRAN MENDES MORAES**

**METODOLOGIA FRONT-END LOADING – FEL NO GERENCIAMENTO DE  
PROJETOS DE CAPITAL COM APLICAÇÃO EM ESTUDO DE CASO**

São Luís

2017

**LARYSSA ANAYRAN MENDES MORAES**

**METODOLOGIA FRONT-END LOADING – FEL NO GERENCIAMENTO DE  
PROJETOS DE CAPITAL COM APLICAÇÃO EM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petinelli

São Luís

2017

Moraes, Laryssa Anayran Mendes.

Metodologia Front - End Loading – FEL no gerenciamento de projetos de capital com aplicação em estudo de caso / Laryssa Anayran Mendes Moraes. – São Luís, 2017.

95 f. il.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petinelli.

1. Gerenciamento. 2. Metodologia Front - End Loading - FEL.  
3. Projetos de capital. 4. PMBOK. I. Título.

CDU 658.5

**LARYSSA ANAYRAN MENDES MORAES**

**METODOLOGIA FRONT-END LOADING – FEL NO GERENCIAMENTO DE  
PROJETOS DE CAPITAL COM APLICAÇÃO EM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 28 / 06 / 2017

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Me. Airton Egidio Petinelli (Orientador)**

Universidade Estadual do Maranhão

**Prof. Esp. Clayton Carvalhêdo Silva (1º examinador)**

Universidade Estadual do Maranhão

**Prof. Esp. Solón Tupinambá Leite (2º examinador)**

Universidade Estadual do Maranhão

A Deus, toda honra e toda glória.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ser a luz que me guia, em meio aos percalços do caminho, por não me deixar fraquejar nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, Carlos e Mercês, que representam o meu alicerce, e que me impulsionam a querer vencer os desafios com garra e determinação, mesmo diante dos obstáculos.

A minha irmã, Karla, por estar ao meu lado, e por sempre estender a mão para me apoiar, quando precisei de algum conselho.

Aos amigos e colegas de trabalho, por estarem sempre dispostos a me orientar, ajudando no meu crescimento como pessoa e como profissional, e pela prontidão nos momentos que precisei sanar dúvidas.

Ao meu orientador, Airton Egydio Petinelli, pela paciência em me orientar durante as incansáveis horas de trabalho, por me proporcionar uma visão sempre otimista e clara em busca dos meus objetivos.

## RESUMO

Com o aumento da competitividade entre empresas, e o atual cenário de variações de mercado, o gerenciamento de projetos de capital (grandes investimentos), atualmente, representa uma fonte de desenvolvimento para as empresas de diversos setores, haja vista que o correto planejamento das suas fases de concepção traz resultados positivos do ponto de vista financeiro e socioeconômico, diminuindo os riscos durante a execução. Este trabalho busca apresentar a metodologia Front-End Loading – FEL, desenvolvida pelo IPA – Independent Project Analysis, descrevendo de que forma ela atua no processo de planejamento de um projeto de capital, desde sua concepção, até chegar na fase de execução e posterior entrega. Será apresentando o seu funcionamento como ferramenta de gerenciamento de projetos, que garante o atendimento aos melhores custos e prazos, através do comprometimento de uma equipe de projetos com capacidade técnica e experiência adequadas, e em conformidade com os interesses de negócios de uma companhia. No trabalho serão apresentadas as fases de aplicação da metodologia FEL (FEL 1, FEL 2 e FEL 3), enfatizando os seus principais aspectos, caracterizando o seu processo de desenvolvimento de projetos, os portões de avaliação para validação das fases, as melhorias de valor incorporadas ao longo das etapas, as vantagens de se adotar esta ferramenta como modelo de gestão. Além disso será feita uma abordagem de como podemos associar a metodologia FEL ao guia PMBOK – Project Management Body of Knowledge. Ao final, o estudo apresentará uma aplicação prática (estudo de caso), em um projeto de capital de Indústria localizada em São Luís – MA.

Palavras-chave: Gerenciamento. Metodologia Front-End Loading – FEL. Projetos de capital. PMBOK.

## **ABSTRACT**

With the increase of competitiveness among companies, and the current scenario of market variations, the management of capital projects (large investments) is currently a source of development for companies from different sectors, since the correct planning of their Phases of conception, brings positive results from the financial and socioeconomic point of view, reducing risks during execution. This study aims to present the Front-End Loading (FEL) methodology developed by IPA (Independent Project Analysis), describing how it works in the planning process of a capital project, from its conception, to the execution and subsequent delivery phase. Presenting its operation as a project management tool, which guarantees the best costs and deadlines, through the commitment of a project team with adequate technical capacity and experience, and in accordance with the business interests of a company. The phases of application of the FEL methodology (FEL 1, FEL 2 and FEL 3) will be presented, emphasizing its main aspects, characterizing its project development process, evaluation gates for phase validation, value enhancements incorporated in the Steps, the advantages of adopting this tool as a management model. In addition, an approach will be taken on how we can associate the FEL methodology with the PMBOK guide - Project Management Body of Knowledge. In the end, the study will present a practical application (case study), in an industrial capital project located in São Luís – MA.

**Keywords:** Management. Front-End Loading – FEL Methodology. Capital Projects. PMBOK.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Grupos de processos do gerenciamento de projetos .....	22
Figura 2	– Interação entre os grupos de processos .....	22
Figura 3	– Processo de desenvolvimento e entrega de Projetos, “Stage-gate” .....	26
Figura 4	– Representação esquemática, metodologia Front-End Loading.....	28
Figura 5	– Aplicação recomendada de VIPs ao longo do processo de Implantação de Projetos .....	32
Figura 6	– Etapas do Projeto.....	33
Figura 7	– Etapa do Plano de Negócio (FEL 1) .....	34
Figura 8	– Etapa do Plano da Instalação (FEL 2).....	37
Figura 9	– Etapa de Planejamento do Projeto (FEL 3).....	39
Figura 10	– Mecanismo de validação “portões”, na metodologia <i>Front-End Loading</i> .....	40
Figura 11	– Resultados potenciais no processo de avaliação “stage-gate” .....	43
Figura 12	– Classificação do Índice FEL .....	45
Figura 13	– Resultado do Índice FEL.....	45
Figura 14	– Relação de Gastos e Influência durante o desenvolvimento do projeto .....	46
Figura 15	– Ciclo de Vida de Projeto de acordo com PMBOK e Metodologia FEL.....	48
Figura 16	– Fluxograma da Metodologia de Pesquisa .....	50
Figura 17	– Indústria localizada em São Luís – MA.....	51
Figura 18	– Área de Disposição de Resíduo.....	53
Figura 19	– Fluxograma de FEL 1.....	55
Figura 20	– Fluxograma de FEL 2.....	56
Figura 21	– Organograma do Projeto – Fase FEL 2.....	57
Figura 22	– Estrutura Analítica do Projeto – EAP da fase FEL 2.....	59
Figura 23	– Cronograma Master do Projeto .....	64
Figura 24	– Estrutura de Gestão de Contratos e Aquisições .....	65
Figura 25	– Estrutura Analítica do Projeto – EAP da fase FEL 3.....	70
Figura 26	– Fluxograma de FEL 3.....	74
Figura 27	– Classificação dos Fatores de Projeto – ÁREA 2.....	81

Figura 28	–	Comparação resultado do Projeto – ÁREA 2 com melhor prática ao final de FEL 2.....	83
Figura 29	–	Curvas Influência x Gastos .....	87

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Objetivos de cada um dos 10 VIPs .....	32
Quadro 2	–	Classificação dos fatores do Índice FEL .....	44
Quadro 3	–	Classes de estimativas de acordo com a prática nº 18R-97 da AACE .....	54
Quadro 4	–	Escopo de FEL 2.....	58
Quadro 5	–	Tópicos analisados na estimativa de Custos para FEL 2.....	59
Quadro 6	–	Escopo de FEL 3 .....	69
Quadro 7	–	Estimativa de Custos FEL 3 .....	72
Quadro 8	–	Status de Entregas – Fase FEL 1 .....	76
Quadro 9	–	Status de Entregas – Fase FEL 2 .....	77
Quadro 10	–	Status de Entregas – Fase FEL 3 .....	78
Quadro 11	–	Análise de Aplicação de VIPs .....	79
Quadro 12	–	Resultado Final do Índice FEL.....	82
Quadro 13	–	Entregas da metodologia FEL associadas ao Guia PMBOK.....	84
Quadro 14	–	Entregas da metodologia FEL associadas ao Guia PMBOK.....	85
Quadro 15	–	Entregas da metodologia FEL associadas ao Guia PMBOK.....	86

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACE	Association for Advancement of Cost Engineering
CAPEX	Capital Expenditure
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
EHS	Environmental, Health and Safety
EPCM	Engineering, Procurement, Construction and Management
EPI's	Equipamentos de Proteção Individual
FEL	Front-End Loading
IPA	Independent Project Analysis
LI	Licença de Implantação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MA	Maranhão
PCA	Plano de Controle Ambiental
PEP	Plano de Execução do Projeto
PMBOK	Project Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RCA	Relatório de Controle Ambiental
SEMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais
VIPs	Value Improving Practices

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	15
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	16
<b>3.1</b>	<b>Geral</b> .....	16
<b>3.2</b>	<b>Específicos</b> .....	16
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
<b>4.1</b>	<b>Definição de Projetos</b> .....	17
<b>4.2</b>	<b>Portfólios</b> .....	17
<b>4.3</b>	<b>Ciclo de vida de projetos</b> .....	18
<b>4.4</b>	<b>Projetos de Capital</b> .....	19
<b>4.5</b>	<b>Ambiente de Gerenciamento de Projetos</b> .....	20
4.5.1	Project Management Institute (PMI) .....	20
4.5.2	Project Management Body of Knowledge – PMBOK.....	21
4.5.3	Independent Project Analysis (IPA) .....	23
<b>5</b>	<b>FRONT-END LOADING (FEL)</b> .....	26
<b>5.1</b>	<b>Definição da Metodologia Front End-Loading (FEL)</b> .....	26
<b>5.2</b>	<b>Fases FEL</b> .....	28
5.2.1	FEL 1 .....	29
5.2.2	FEL 2 .....	29
5.2.3	FEL 3 .....	30
<b>5.3</b>	<b>Práticas para desenvolvimento da metodologia FEL</b> .....	31
5.3.1	Value Improving Practices – VIPs.....	31
5.3.2	Etapas do projeto .....	33
<b>5.4</b>	<b>Mecanismo de portões de validação (<i>Stage-Gates</i>)</b> .....	39
<b>5.5</b>	<b>Índice FEL</b> .....	43
<b>5.6</b>	<b>Vantagens da Aplicação da Metodologia FEL</b> .....	46
<b>5.7</b>	<b>Metodologia FEL e Guia PMBOK</b> .....	47
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	49
<b>7</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	51
<b>7.1</b>	<b>O empreendimento</b> .....	51
<b>7.2</b>	<b>Características do projeto</b> .....	52
<b>7.3</b>	<b>Fases de desenvolvimento FEL</b> .....	52

7.3.1	FEL 1 .....	53
7.3.1.1	<i>Apresentação da oportunidade</i> .....	53
7.3.1.2	<i>Estimativas de custos</i> .....	54
7.3.2	FEL 2 .....	55
7.3.2.1	<i>Plano de Execução de FEL 2</i> .....	56
7.3.2.2	<i>Análise de Solução</i> .....	60
7.3.2.3	<i>Engenharia Preliminar</i> .....	61
7.3.2.4	<i>Cronograma Master do Projeto</i> .....	62
7.3.2.5	<i>Plano de Estratégia de Contrato</i> .....	65
7.3.2.6	<i>Avaliação de Impacto Ambiental e Socioeconômico</i> .....	66
7.3.2.7	<i>Carta do Projeto</i> .....	67
7.3.2.8	<i>Relatório de Estudo de FEL 2</i> .....	68
7.3.2.9	<i>Plano de Execução de FEL 3</i> .....	69
7.3.2.10	<i>Custo Total de Investimentos</i> .....	71
7.3.3	FEL 3 .....	73
<b>7.4</b>	<b>Análise da Metodologia FEL no Projeto</b> .....	76
7.4.1	Status das Atividades .....	76
7.4.2	Aplicação de VIPs (Value Improving Practices) .....	78
7.4.3	Índice FEL .....	79
7.4.4	Análise da Metodologia FEL associada ao Guia PMBOK .....	83
<b>7.5</b>	<b>Vantagem da aplicação da Metodologia FEL no Projeto ÁREA 2</b> .....	87
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	89
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	91
	<b>ANEXO A – Avaliação da Aplicação de VIPs no Projeto</b> .....	94
	<b>ANEXO B – Avaliação do Índice FEL</b> .....	95

## 1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento de projetos de capital que envolvem grandes investimentos, como obras de arte de grande porte, plantas industriais, hidrelétricas, etc., é cada vez mais complexo, devido às variações das finanças do mercado, a competitividade entre as empresas, e a necessidade constante de aumentar a produtividade através de soluções de engenharia que atendam aos requisitos socioeconômicos e ambientais. Portanto, a fase inicial, também denominada de “pré-planejamento” de um projeto, deve passar por um minucioso estudo, que contemple detalhadamente as necessidades e exigências dos investidores, e os conhecimentos e técnicas reunidas em conjunto com um grupo de pessoas envolvidas a fim de produzir um resultado condizente com os objetivos do negócio e eliminar riscos, avaliando todas as alternativas de engenharia, custos, cronograma, recursos disponíveis, entre outras variáveis, para dar prosseguimento às fases de execução, e por fim, entrega do produto.

As ferramentas de gerenciamento disponíveis objetivam contemplar todas as fases de um empreendimento, e focando na fase de desenvolvimento de projeto, o instituto norte-americano *Independent Project Analysis* (IPA) reuniu uma base de dados de projetos reais, e desenvolveu uma metodologia chamada *Front-End Loading* (FEL), que consiste em um sistema de detalhamento das características antes da sua execução, baseado em “*gates*” (portões), que antecedem as próximas etapas, mediante aprovação. No total, são três fases sequenciais (FEL 1, FEL 2, FEL 3).

O correto planejamento do negócio, da instalação, e do projeto, garantem uma execução eficiente e redução/eliminação dos riscos durante esta fase. É importante compreender o cenário de gerenciamento de projetos, correlacionando os conceitos e as melhores práticas do guia desenvolvido pelo *Project Management Institute* (PMI), o *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), com os procedimentos aplicados pelo FEL.

Com a adoção de metodologias e ferramentas existentes para planejamento e gestão de projetos, a probabilidade das empresas de diferentes setores atingirem o sucesso com suas iniciativas, atendendo aos prazos, custos e qualidade requeridos aumenta consideravelmente, demonstrando a importância de desenvolver práticas e procedimentos padronizados de gerenciamento cada vez mais eficientes e coerentes nos seus processos de criação de projetos.

Este trabalho tem o intuito de apresentar o funcionamento desta metodologia, através de uma breve definição de projetos, bem como apresentar o ambiente de gerenciamento de projetos desenvolvidos pelos institutos, IPA (*Independent Project*

*Analysis*), e PMI (*Project Management Institute*), com o seu guia de melhores práticas, PMBOK, através do capítulo 4 do presente estudo.

O capítulo 5 apresenta uma descrição minuciosa de cada uma das etapas da metodologia FEL, passando pelos portões de validação das fases, pelas melhorias de valor, pelos aspectos de avaliação da sua aplicação, ou seja, definindo de que forma se dá o funcionamento do *Front-End Loading*, como uma ferramenta de gerenciamento de projetos de capital.

No capítulo 6 do presente estudo, será fornecida uma metodologia prática para entendimento do estudo de caso, que será apresentado no capítulo 7. O mesmo conterà a análise descritiva da aplicação prática da metodologia FEL em um empreendimento de Indústria localizada em São Luís – MA.

## 2 JUSTIFICATIVA

O tema escolhido para a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso se deve ao interesse em conhecer os procedimentos referentes aos processos de gerenciamento de projetos, área de fundamental importância para a realização de qualquer empreendimento, e para o presente trabalho, será abordado especificamente a gestão em obras que despendem um valor elevado de investimentos (Projetos de Capital).

Com o intuito de diminuir os riscos e garantir o alcance das estratégias financeiras as empresas estão cada vez mais buscando adotar metodologias de gerenciamento referentes ao início das etapas de planejamento. Assim, este trabalho visa entender como os sistemas de gerenciamento, desenvolvidos através de metodologias de melhores práticas, como por exemplo, o guia PMBOK, juntamente com o processo FEL podem contribuir significativamente para obtenção do sucesso de uma obra de grande capital.

O gerenciamento de projetos deve englobar uma série de planejamentos, criteriosamente alinhados com as premissas de negócios dos seus investidores, que buscam conseguir retorno suficientemente capaz de lhe gerar lucros. Neste trabalho a aplicação da metodologia FEL poderá ser analisada e estudada em uma obra de capital da Indústria situada em São Luís – MA, onde serão apurados os resultados e por fim definir-se-á a eficiência deste processo.

## 3 OBJETIVOS

### 3.1 Geral

Demonstrar a importância da aplicação de um sistema de gerenciamento de projetos, Metodologia *Front-End Loading* (FEL) em empreendimentos de grande porte, projetos de capital, nas fases de pré-planejamento, seleção de alternativas, estratégias de execução, análise dos custos, cronogramas, e riscos, para dar prosseguimento ao ciclo de vida do projeto (execução), trazendo benefícios na sua implantação.

### 3.2 Específicos

- a) Conceituar Gestão de Projetos de Capital;
- b) Apresentar o guia PMBOK como guia que fornece um entendimento do ambiente de gerenciamento de projetos;
- c) Analisar a Metodologia *Front-End Loading* FEL, e suas 3 fases sequenciais de validação (FEL 1, FEL 2, FEL 3) aplicadas na fase de desenvolvimento do projeto, e os seus mecanismos de funcionamento;
- d) Associar a Metodologia FEL com (os grupos de processos) e as áreas de conhecimento do PMBOK;
- e) Realizar estudo de caso com a descrição detalhada das fases de concepção (FEL 1, FEL 2 e FEL 3) de um projeto de Área de Disposição de Resíduo proveniente da produção de Indústria de alumina localizada em São Luís-MA, onde aplica-se a metodologia FEL em seu sistema de gestão de projetos.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Definição de Projetos

No atual cenário da economia mundial, as empresas estão constantemente em busca de formas de aumentar seus lucros, reduzindo custos, e otimizando prazos, fornecendo produtos e serviços de qualidade para seus clientes. Para realização de um empreendimento, em diferentes áreas de atuação econômica, é necessário que as empresas desenvolvam um projeto delimitando o seu início e fim. De acordo com Vargas (2016, p.7):

Projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros pré-definidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade.

O objetivo final do projeto deseja gerar um: produto, serviço ou resultado. Para atingir esse alvo, primeiramente, devem ser estabelecidos os meios de desenvolvimento e a finalidade do projeto, a fim de que seja aplicada um método de gerenciamento que permita que todos os processos envolvidos durante as etapas de estudo de viabilidade, concepção e definição das soluções, técnicas, ferramentas, habilidades, execução, e por fim conclusão e entrega do projeto sejam realizados de forma a garantir os menores prazos e custos, e a qualidade final do “produto”.

### 4.2 Portfólios

A definição de portfólios consiste em um conjunto de projetos ou programas que dentro de uma organização são reunidos de forma a garantir que o processo de gestão dos negócios da empresa visualize de forma eficiente as estratégias e organização de todos os seus projetos. Assim, o gerenciamento coerente do seu portfólio trará vantagens do ponto de vista financeiro e gerencial para a companhia. (RAD; LEVIN, 2006).

De acordo com o PMI (2013, p. 4),

O relacionamento entre portfólios, programas e projetos é tal que um portfólio se refere a uma coleção de projetos, programas, subportfólios e operações gerenciados como um grupo para o alcance de objetivos estratégicos. Os programas são agrupados em um portfólio e englobam subprogramas, projetos ou outros trabalhos que são gerenciados de forma coordenada para apoiar o portfólio. Os projetos individuais que estão dentro ou fora do programa são de qualquer forma

considerados parte de um portfólio. Embora os projetos ou programas do portfólio possam não ser necessariamente interdependentes ou diretamente relacionados, eles estão ligados ao plano estratégico da organização por meio do seu portfólio.

O sistema de gerenciamento de portfólio permite que a empresa avalie novas oportunidades, fazendo uma seleção dos projetos que possam trazer vantagens financeiras. De acordo com Rad e Levin (2006), o principal benefício de um sistema de gerenciamento do Projeto Portfólio é que somente os projetos certos serão selecionados e/ou continuados. Assim, os projetos em andamento serão totalmente alinhados com os objetivos estratégicos de negócios da empresa.

### **4.3 Ciclo de vida de projetos**

O ciclo de vida dos projetos independente da sua finalidade pode ser analisado em um conjunto de etapas que são comuns em todos os casos, segundo o PMI (2013), pode ser estruturado em:

- a) Início do projeto;
- b) Organização e preparação;
- c) Execução do trabalho do projeto;
- d) Encerramento do projeto.

O conjunto de fases necessárias para a obtenção do resultado final em um projeto, pode ser chamado de ciclo de vida do projeto, e consiste em etapas sequenciais, definidas de acordo com o tipo de projeto, a disponibilidade de recursos, a sua aplicação, entre outras variáveis estratégicas. Todas as atividades envolvidas nesse processo oferecem uma estrutura básica para a gestão de projetos.

Para Vargas (2016), conhecer o ciclo de vida proporciona alguns benefícios que são de extrema relevância, como por exemplo, visualizar e acompanhar o desenvolvimento do projeto, ou seja, saber o que foi já foi executado, e o que ainda será feito. Assim, é possível fazer uma análise do progresso, e adotar medidas para que as próximas fases sejam realizadas seguindo o fluxo previsto no cronograma do projeto.

#### 4.4 Projetos de Capital

O processo de desenvolvimento de projetos de grandes empreendimentos, chamados de “projetos de capital”, relacionados a setores industriais, de mineração, de geração de energia, envolve uma maior complexidade e despende de esforços por parte dos envolvidos no processo, principalmente durante o período de pré-planejamento, ou seja, as etapas iniciais, nas quais devem ser realizados os estudos estratégicos, que visam determinar a viabilidade do projeto, e a concepção da estrutura de negócios. Tudo isso, a fim de gerir os custos, já que estes são elevados, para minimizar, ou, liquidar os riscos, e também garantir a escolha das melhores soluções de engenharia.

Os projetos de grandes empreendimentos/megaprojetos, tecnicamente denominados “projetos de capital”, tem sido objeto de bastante atenção por parte das grandes empresas. Especial ênfase tem sido dada a métodos do processo de gestão 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<sup>1</sup> (Capital Expenditure), a gestão dos riscos e a análise preliminar das alternativas de engenharia para esses empreendimentos. O fato de estarem normalmente orientados a setores industriais como o da mineração ou energia (petróleo, gás, etc.), caracterizadas por um grau de complexidade bem maior do que envolve a gestão do processo de projeto de outros tipos de empreendimentos, permite que muitas “lições” possam ser apreendidas quando estudadas as etapas iniciais de planejamento desses megaprojetos. (ROMERO; ANDERY, 2016, p. 1).

De acordo com Galvão e Andery (2012), a cada dia cresce o interesse por parte das empresas e também no meio acadêmico, no estudo das fases de concepção de projetos nas áreas das indústrias petroquímica, mineração, energia e construção pesada, ou seja, projetos que trazem tecnologias inovadoras e outros conceitos. Logo, a importância de um planejamento da sua etapa de concepção, já que estes projetos precisam atender a importantes requisitos de custos, prazo e qualidade, gerando retorno dos seus investimentos para a companhia.

A única revisão quantitativa abrangente de megaprojetos dos anos 70 e início dos anos 80 concluiu que projetos muito grandes, rotineiramente falharam em alcançar seus objetivos. Estas falhas foram motivadas principalmente por uma visão demasiado estreita da definição do projeto e, em particular, pela incapacidade de compreender e apreciar plenamente a interação dos megaprojetos e das instituições, regulamentos e costumes do país

---

<sup>1</sup> Do inglês, “capital expenditure”, refere-se ao montante de investimentos (despesas, dinheiro) despendidos na aquisição de bens de capital de uma empresa, ou seja, custos em equipamentos/instalações que visam gerar melhorias no seu processo produtivo.

de acolhimento. (MERROW, 2003).

Logo devemos considerar a grande relevância das etapas iniciais de planejamento e concepção dos projetos (“*preplanning*”). De acordo com Gibson et al. (2006), é notório a crescente importância que distintos setores industriais estão dando a essa etapa de concepção dos empreendimentos, também denominada de “pré-planejamento”, quando as decisões estratégicas e parâmetros da engenharia básica dos empreendimentos são definidos.

Segundo Moraes (2010), para dar início ao processo de gestão de um projeto de capital de uma companhia é necessário acessar o seu portfólio dinâmico, que fornecerá as informações acerca da necessidade de implementação do mesmo. Com isso, a gestão dos próximos empreendimentos da empresa será avaliada dentro das necessidades e prioridades, buscando o equilíbrio e reduzindo riscos com investimentos.

Visando desenvolver uma análise sobre a importância da aplicação de métodos de planejamento para as fases de concepção de um empreendimento, será apresentada a metodologia *Front-End Loading* (FEL), desenvolvida pelo *Independent Project Analysis* (IPA). Bem como, mostrar de que forma ela se relaciona com o conjunto de melhores práticas que, atualmente, são utilizadas dentro do universo de gerenciamento.

## **4.5 Ambiente de Gerenciamento de Projetos**

### **4.5.1 Project Management Institute (PMI)**

O Project Management Institute (PMI) surgiu em 1969 na Filadélfia, Pensilvânia (EUA), como uma forma de reunir conhecimentos na área de gestão de projetos, garantindo assim que os profissionais da área obtivessem melhores resultados, tornando-se uma referência global em gerenciamento. (NAKANO et al., 2006).

De acordo com PMI (2017), o Instituto de Gerenciamento de Projetos (*Project Management Institute* – PMI), é uma das instituições mais consolidadas em gerenciamento de projetos, formado por mais de 700.000 membros, todos profissionais capacitados através de certificados, e/ou voluntários de diversos países do mundo dispostos a garantir um desempenho ímpar de suas companhias.

#### 4.5.2 Project Management Body of Knowledge – PMBOK

De acordo com Cierco et al. (2012, s/p),

Em 1987, os conceitos do PMI foram consolidados em um guia chamado PMBOK – *Guide to the Project Management body of knowledge* ou guia do conjunto de conhecimentos em gestão de projetos. O guia PMBOK oferece uma estrutura básica para se entender gestão e o ambiente no qual o projeto ocorre. Oferece, também, uma visão geral de como os diversos processos de gestão de projetos interagem entre si. O PMBOK não é uma metodologia, e sim um corpo de conhecimentos. A partir do seu entendimento, as empresas podem montar suas próprias metodologias de gestão de projetos.

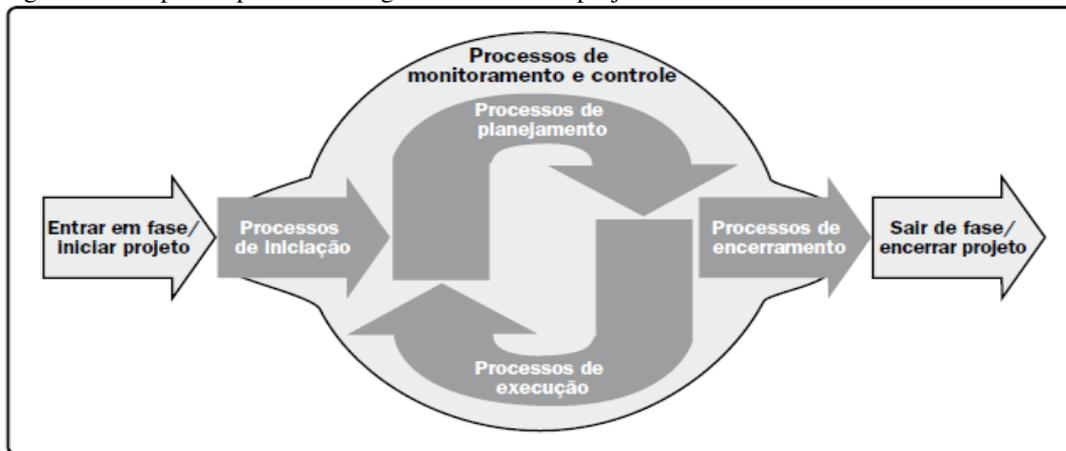
O Project Management Institute – PMI através do PMBOK, ratifica que dentro do processo de gerenciamento deve-se levar em consideração pelo gerente de projetos as estratégias de negócio da empresa, para que o interesse dos stakeholders (partes interessadas) esteja sempre alinhado ao planejamento dos seus empreendimentos. (ROCHA NETO; JAMIL; VASCONCELOS, 2009).

Os processos de gerenciamento de projetos podem ser definidos como um conjunto de ações que interagem de forma a gerar um resultado, sendo ele: um produto, serviço. Esse conjunto de processos inclui uma série de habilidades e técnicas que são difundidas mundialmente por meio das “Boas Práticas” que são reunidas e aplicadas nos setores econômicos, não sendo, necessariamente, uma regra única a ser seguida, ou seja, sempre existem novos conhecimentos, técnicas e ferramentas a serem descobertos e avaliados. O Guia PMBOK definiu cinco categorias de processos, que se relacionam entre si:

1. Grupo de processos de iniciação: consiste nos processos iniciais para definição de um projeto, ou uma fase de um projeto já existente. Este grupo identifica quais são os principais alvos dos *stakeholders* (partes interessadas), mostrando-lhes o escopo e recursos necessários.
2. Grupo de processos de planejamento: são aqueles que definem o escopo do projeto, a partir dos objetivos, e linha de ação para alcançá-los.
3. Grupo de processos de execução: são os processos de execução de acordo com o planejamento do projeto;
4. Grupo de processos de monitoramento e controle: são os processos que controlam o desenvolvimento do projeto, e analisam se as atividades estão de acordo com o plano, ou se são necessárias mudanças;

5. Grupos de processos de encerramento: é o procedimento que encerra os grupos de processos, concluindo o projeto. (PMI, 2013).

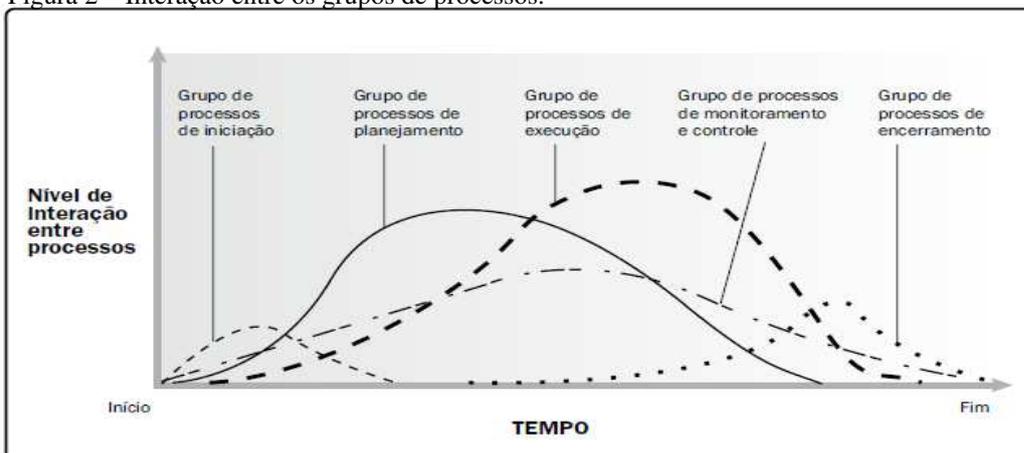
Figura 1 – Grupos de processos do gerenciamento de projetos.



Fonte: PMI (2013).

Entre esses grupos de processos, existe uma interação que pode ser identificada durante todo o período de vida do projeto. De acordo com o PMI (2013), quando um processo é finalizado, outro se inicia ou uma fase é entregue. E, no decorrer do projeto, o plano de gerenciamento, desenvolvido pelo grupo de processos de planejamento, sofre incrementos, à medida que o grupo de processos de execução realiza as etapas que constam nos documentos do projeto. Na figura 2, podemos constatar, através das curvas dos grupos de processos de planejamento adentrando no grupo de processos de execução, a interação entre o planejamento e execução. Além disso, é possível identificar que a curva de processos de monitoramento e controle perpassa por todas as etapas do ciclo de vida, até o seu encerramento.

Figura 2 – Interação entre os grupos de processos.



Fonte: PMI (2013)

O Guia PMBOK dividiu os processos de gerenciamento em 10 (dez) áreas de conhecimento, que se relacionam com cada um dos grupos citados anteriormente. Estas áreas de conhecimento descrevem os conceitos, técnicas, atividades e práticas relacionadas a um determinado campo das etapas de concepção e execução dos projetos. Ou seja, uma reunião das melhores práticas, para produzir resultados. Estas áreas de conhecimento são:

- a) Gerenciamento da integração do projeto;
- b) Gerenciamento do escopo do projeto;
- c) Gerenciamento do tempo do projeto;
- d) Gerenciamento dos custos do projeto;
- e) Gerenciamento da qualidade do projeto;
- f) Gerenciamento dos recursos humanos do projeto;
- g) Gerenciamento das comunicações do projeto;
- h) Gerenciamento dos riscos do projeto;
- i) Gerenciamento das aquisições do projeto;
- j) Gerenciamento das partes interessadas. (PMI, 2013).

Para a utilização das melhores práticas do PMI®, os profissionais envolvidos devem compreender os processos básicos do desenvolvimento e gerenciamento de projetos – Iniciação, Planejamento, Execução, Controle e Encerramento – e lidar com as dez áreas de conhecimento envolvidas – Gerenciamento da Integração, do Escopo, do Tempo, dos Custos, da Qualidade, dos Recursos Humanos, da Comunicação, dos Riscos, das Aquisições do Projeto e das partes envolvidas – em quase todos os projetos. (MORAES, 2010, p. 45).

Dentre as fases de planejamento e execução do projeto, o PMI (2013) considera que o maior grau de incertezas em relação ao projeto se concentram nas fases iniciais (concepção do projeto). Logo, aponta que durante essa fase, o alinhamento entre as partes envolvidas é crucial para o sucesso do projeto, pois esse compartilhamento de informações durante a fase de planejamento leva ao desenvolvimento de um escopo viável e que atenda aos requisitos que deseja-se atingir, portanto, os custos, cronograma de atividades também serão condizentes com as condições físicas e financeiras, e disponibilidade de recursos para investimento.

#### 4.5.3 Independent Project Analysis (IPA)

De acordo com o IPA (2017), esta organização surgiu em 1987 nos Estados

Unidos, com o objetivo de fornecer análise de risco e serviços de *benchmarking*<sup>2</sup> para projetos de capital e sistemas de projetos de capital, a partir da reunião de informações obtidas diretamente de indústrias e organizações. Com isso, o IPA busca obter melhorias no desempenho dos projetos, sistemas e atividades de gestão, através de um banco de dados extenso.

Segundo Choma (2010) o Independent Project Analysis (IPA) que possui unidades em alguns países como: Estados Unidos, Brasil, Singapura, Austrália, China, Reino Unido e Países Baixos na Europa, através das suas pesquisas desenvolvidas na área de projetos para indústrias de petróleo, refino e mineração, criou uma visão independente sobre o processo de seleção, desenvolvimento e execução de projetos de capital. O IPA disponibiliza um sistema de gestão de projetos de capital, baseado em dados científicos e analíticos, e não simplesmente uma consultoria.

Partindo da ideia de adotar as melhores práticas em projetos de capital, em um ambiente cada vez mais competitivo, Tapia et al. (2009) estabelecem que apesar das singularidades dos projetos (objetivos e resultados) é possível fazer uma comparação em relação as métricas que são adotadas em projetos análogos. Porém essa avaliação desse ser feita de forma cuidadosa e levando em consideração as diferenças inerentes, como por exemplo, a execução dos projetos em locais diferentes, com fatores associados também distintos. Essa comparação pode ser crucial para assimilação de riscos que podem ser evitados em projetos futuros.

O histórico de projetos existentes na base de dados do IPA serve como guia para a aplicação de sistema de gestão em projetos de capital. O IPA (2017) realiza a coleta de informações do projeto em entrevistas com os membros da equipe do projeto. Os dados são recolhidos através da utilização de um *workbook* (livro de trabalho) padrão do IPA que envolve os seguintes componentes principais:

- a) Informações gerais (localização do projeto, tipo, tamanho);
- b) Tecnologia (nível de inovação técnica);
- c) Gestão de projetos (estratégia de contratação, integração de equipes);
- d) Custo (custos estimados e reais, contingência);
- e) Cronograma (planejado e real por fase, alterações);
- f) Desempenho operacional (planejado e real);

---

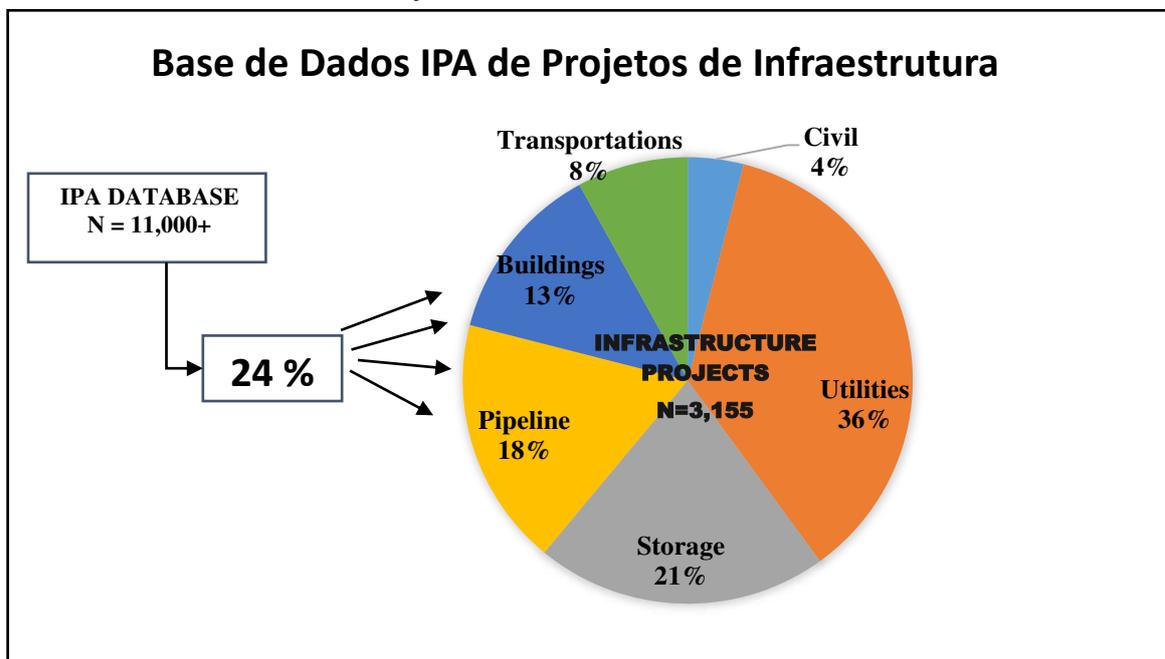
<sup>2</sup> Processo de comparação de práticas empresariais de forma a identificar os melhores desempenhos para aperfeiçoar os resultados da companhia, alcançando uma vantagem competitiva.

- g) Definição do projeto (fatores específicos do local, planejamento da execução do projeto, engenharia concluída);
- h) Práticas de Melhoria do Valor (VIPs – *Value Improving Practices*), (conforme aplicável).

Tapia et al. (2009) citam que a base de dados de projetos de capital do IPA, que são disponibilizadas por indústrias de diferentes setores econômicos, apresenta mais de 11.000 (onze mil) projetos analisados, sendo estes, projetos de mais de 275 corporações, dentre grandes e pequenas empresas, de países distintos.

Conforme análise de Choma (2010), podemos observar no gráfico 1, dentre os mais de 11.000 (onze mil) projetos analisados pelo IPA, cerca de 24% são projetos de infraestrutura, onde as obras públicas representam uma parte considerável, seguidos de projetos de barragens, linhas de tubulação, edifícios, transportes, e projetos de construção civil.

Gráfico 1 – Base de dados IPA de Projetos de Infraestrutura



Fonte: Choma (2010).

No capítulo 5, deste trabalho, será apresentada a metodologia FEL, para entendimento e compreensão do funcionamento do seu sistema de gestão de projetos de capital, ou seja, projetos de grandes investimentos.

## 5 FRONT-END LOADING (FEL)

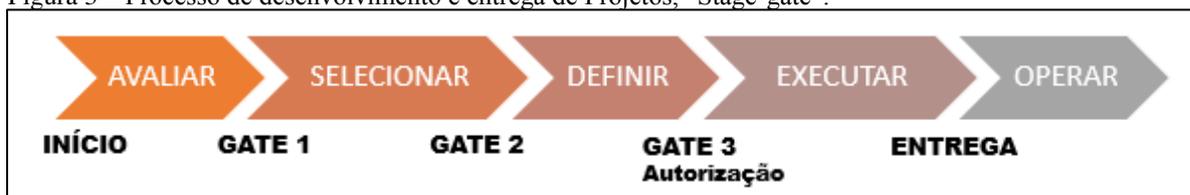
### 5.1 Definição da Metodologia Front End-Loading (FEL)

Segundo Ramos (2015), visando a criação de um Sistema de Gerenciamento de Projetos Industriais que produzisse uma performance mais positiva em relação aos custos, prazos e desenvolvimento do projeto, o *Independent Project Analysis* – IPA, lançou a metodologia “FEL”, *Front-End Loading*, que pode ser entendida como uma análise e recolhimento de informações no início do desenvolvimento do projeto que garantirá uma quantidade necessária de premissas para minimizar efeitos negativos nas fases seguintes. O processo de aplicação da metodologia FEL, se desenvolve de forma progressiva, passando cada etapa por uma espécie de validação, são os chamados portões de validação (*gates*), onde tudo que foi produzido em uma fase será avaliado para que se inicie a posterior.

De acordo com Splanger (2005), a metodologia FEL é baseada em uma sequência de passos para o desenvolvimento de projetos de capital, de acordo com as necessidades do negócio e dos envolvidos. A partir do momento que o investimento para a aplicação do projeto é definido, os esforços são direcionados para que a execução desse investimento gere o mínimo possível de modificações nesta etapa. A metodologia FEL desenvolvida pela IPA possui uma série de características que são utilizadas ao longo do processo, com a prerrogativa de que os projetos seguirão uma linha de desenvolvimento mais “segura”, com a correta viabilidade tanto no que diz respeito às questões econômicas, quanto ambientais.

A metodologia FEL, segundo Ferreira (2011) proporciona uma estruturação do planejamento para implantação de um empreendimento, através do processo de maturação do projeto com a autorização executiva, em cada uma das suas fases de desenvolvimento, ou seja, é um processo contínuo. A metodologia avalia os pontos que devem ser corrigidos ou melhorados para evitar mudanças na execução das próximas fases do projeto.

Figura 3 – Processo de desenvolvimento e entrega de Projetos, “Stage-gate”.



Fonte: Barshop (2016, p. 17).

As etapas de avaliação, seleção e definição, referem-se as três fases de aplicação da metodologia FEL (Front-End Loading), definidas por Barshop (2016) como sendo:

- a) Avaliar (FEL 1): o estágio de avaliação é caracterizado por definir a oportunidade; analisar os objetivos e necessidades de negócio;
- b) Selecionar e Definir (FEL 2 e FEL 3): Refere-se a identificação de alternativas e posterior seleção daquela que será convertida em um projeto que atenda as características exigidas, através do escopo de projeto e estratégia de execução. Com a criação de um projeto de engenharia detalhado durante a fase de Definição.

De acordo com o IPA (2017), o modelo de desenvolvimento de megaprojetos concentra-se nas práticas, técnicas e atividades associadas aos primeiros estágios. O sistema de modelagem do IPA identificou uma série de etapas que o processo deve seguir para otimizar o investimento de capital. O IPA (2017), definiu dentro do seu modelo de estudo, os itens a serem analisados, e que devem ser aplicados em megaprojetos:

- a) Definição do contexto do Projeto;
- b) Avaliação do valor potencial;
- c) Revisão das vantagens;
- d) Identificação e alinhamento com todas as partes interessadas;
- e) Avaliação das questões relativas às relações com os parceiros.

É de particular importância validar cada etapa no contexto da gestão do portfólio de empreendimentos da empresa. Para isso, entre as etapas são identificados os já mencionados portões que permitem definir se os estudos do empreendimento avançam ou não para as etapas seguintes. Após cada etapa é feita uma análise de desempenho desses estudos, com frequência utilizando-se de auditorias independentes, com base em comparações feitas com projetos similares, utilizando a estrutura conceitual de *benchmarking*. (ROMERO; ANDERY, 2009, p. 16).

A seguir, analisaremos o funcionamento desta metodologia, fazendo uma apreciação de cada uma das suas fases, bem como, a métrica e estruturação do método de gerenciamento de projetos de capital, *Front-End Loading* – FEL.

## 5.2 Fases FEL

A metodologia *Front-End Loading* (FEL) desenvolve-se a partir de três fases sequenciais, onde o projeto é validado a partir de análise formal para aprovação dos conceitos gerados através de “gates” (portões). (ROMANO, 2006).

Segundo a definição de Cavalcante e Farias Filho (2015), a metodologia FEL possui uma sequência de três etapas, denominadas FEL 1, FEL 2 e FEL3, que abrangem da análise preliminar dos objetivos e viabilidade do projeto até o desenvolvimento da engenharia conceitual e básica, devendo consequentemente ser realizada antes das fases de consolidação do projeto (execução e operação), ou seja, precedem a sua implantação.

As fases FEL, são definidas de acordo com Romero e Andery (2009) como:

1. FEL 1 – Análise do Negócio, nesta etapa são avaliadas a viabilidade e necessidades do Cliente, a partir de um problema/oportunidade identificado, de forma a criar valor para o empreendimento.
2. FEL 2 – Seleção das Alternativas, onde são desenvolvidos e estudadas as melhores soluções, que deverão ser aplicadas no projeto, é caracterizada pelo estudo conceitual.
3. FEL 3 – Planejamento da Construção e Operação, é nessa fase que ocorre o desenvolvimento do projeto básico, bem como o planejamento da fase de execução.

Figura 4 – Representação esquemática, metodologia Front-End Loading.



Fonte: Romero e Andery (2009).

As fases de FEL 2 e FEL 3 são responsáveis por adicionar valor, através do desenvolvimento das engenharias: conceitual e básica. (ROMERO; ANDERY, 2009).

### 5.2.1 FEL 1

Ao iniciar o desenvolvimento de um projeto, o primeiro passo é organizar e definir uma oportunidade de negócio, em seguida buscar a viabilidade de sua implantação, levando em consideração os custos despendidos, e o valor de investimento que se tem em vista, além de garantir os retornos deste investimento em um determinado espaço de tempo.

A fase FEL 1 de acordo com Romero, Andery (2009) refere-se a definição dos objetivos do negócio, conforme a estratégia da empresa, para que estes sejam informados a todos os envolvidos no projeto. A partir da definição deste objetivo a próxima fase irá desenvolver e selecionar a alternativa que atenda a proposta apresentada, para que então seja definido o escopo com os requisitos para a execução do projeto (design). O primeiro portão de validação ocorre ao final de FEL 1, e é responsável por verificar a viabilidade da oportunidade, agregando valor ao negócio, e analisando os cenários de mercado e riscos.

A fase de FEL 1 tem o intuito de identificar, desenvolver e avaliar uma oportunidade de investimento através da análise de atratividade do negócio e do entendimento quanto ao alinhamento estratégico do projeto e as necessidades da empresa. Nesta etapa, são iniciados o desenvolvimento do plano de negócio, a avaliação econômica, a previsão de mercado, os estudos competitivos e as estimativas iniciais de custo. (MOTTA et al., 2011, p. 103).

Para Barshop (2016) durante a fase de FEL 1 é desenvolvido o documento-chave para qualquer projeto, o business case<sup>3</sup> (Plano de Negócio). Ele tem a função de mostrar a justificativa, do ponto de vista econômico, para a criação do projeto, além de documentar os objetivos de desempenho e descrever o escopo do projeto. O business case também contém a análise de investimento que avalia o Projeto do ponto de vista de rentabilidade e risco.

### 5.2.2 FEL 2

A fase de FEL 2, segundo Motta (2011), busca criar alternativas de acordo com a oportunidade analisada em FEL 1, realizando um processo de seleção daquela que melhor se adequa às estratégias de negócio da empresa, trazendo benefícios para o empreendimento e

---

<sup>3</sup> Caso de negócio/plano de negócio, apresenta as justificativas de um negócio, para iniciar o desenvolvimento de um projeto.

para a empresa. Durante esse processo de seleção de alternativa, define-se os conceitos de engenharia, seleciona-se a tecnologia mais viável, com estudo de *trades-off*<sup>4</sup>, ou seja, avalia-se quais as melhores soluções a médio e longo prazo.

A etapa de 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 das instalações, incluindo as edificações, prevendo uma variação no custo do empreendimento que varia entre - 15% e + 25%, além da seleção das VIPs (*value improving practices*) a serem utilizadas no desenvolvimento da engenharia básica do projeto. (MORAES, 2010, p. 20).

De acordo com Ferreira (2011) no estágio de FEL 2, acontece o planejamento da engenharia conceitual do projeto, após a oportunidade ser aprovada no portão de FEL 1, e a melhor alternativa ter sido selecionada. Portanto, serão desenvolvidos os estudos para formulação das instalações do empreendimento.

### 5.2.3 FEL 3

Na etapa de FEL 3, segundo Ferreira (2011), serão desenvolvidos a engenharia básica, bem como, o planejamento da fase de execução, onde o projeto será detalhado. Nessa fase as definições de gestão e planejamento devem estar bem estruturadas para evitar mudanças que afetem os custos, prazos, e operação, garantindo assim o sucesso da sua implantação.

A etapa de FEL 3 tem como características realizar um aprimoramento da alternativa escolhida em FEL 2, através das definições de engenharia básica, juntamente com a inclusão de VIPs a serem consideradas no desenvolvimento dos projetos, com esse refinamento da solução de engenharia e o desenvolvimento dos projetos básicos, prevê-se uma variação no custo do empreendimento entre - 10% e + 10%, além da confirmação da viabilidade do negócio. (MORAES, 2010).

Para Motta et al. (2011) a fase de FEL 3 busca criar um planejamento do projeto de acordo com os estudos técnicos e de viabilidade já realizados nas fases anteriores, ou seja, realizando um estudo detalhado, aplicando os *Value Improving Practices* – VIPs (melhorias de valor) adequados e coerentes com o tipo de projeto e finalidades do negócio. Assim, entrega-se o planejamento para a execução do empreendimento e sua estimativa de custos,

---

<sup>4</sup> Do inglês, “troca”, traduzida pela expressão “perde-e-ganha”. Análise baseada na escolha entre opções conflitantes, de uma técnica, processo, tecnologia, em detrimento de outra, que no primeiro momento pode influenciar nos custos, mas a médio e longo prazo, trará benefícios.

passando pela autorização dos investimentos necessários.

As fases da metodologia *Front-End Loading*, FEL 1, FEL 2 e FEL 3 possuem uma lista de entregas (“*deliverables*”), que permitem que o estudo adentre na próxima fase, ou seja, cada fase é responsável por gerar documentos que servirão para atingir o investimento final para a fase de execução, de forma que a avaliação em cada um dos portões sirva para que os padrões de custo e prazos levem ao nível mínimo de riscos do projeto.

### **5.3 Práticas para desenvolvimento da metodologia FEL**

#### **5.3.1 Value Improving Practices – VIPs**

O IPA estabeleceu uma série de práticas relacionadas a técnicas e ferramentas, as “*Value Improving Practices*” – VIPs, ou, Práticas de Melhoria de Valor. Este conjunto de práticas tem como função principal garantir melhores resultados no desenvolvimento de um projeto, influenciando diretamente nas metas e alvos a serem alcançados. Durante a implantação de projetos, as empresas buscam desenvolver uma estrutura de processos baseadas na análise de fatores que foram determinantes para o sucesso em outros empreendimentos. Portanto, essas melhores práticas são de alta relevância para o projeto.

Como prática recomendada no processo de implantação de projetos, dentro da Metodologia FEL (“*Front-End Loading*”), como definido pelo *Independent Project Analysis, Inc.* (“IPA”), a aplicação de VIPs (ou Práticas de Melhoria de Valor) tem como objetivo a avaliação do estágio de preparação para implantação de projetos de capital e a adequação de seu plano de implantação. [...]. (RAMOS, 2015, p. 56).

Para melhor definir as VIPs como ferramentas utilizadas nos projetos de grandes investimentos foram selecionadas pelo IPA dez VIPs que ajudam na otimização de parâmetros de custo, prazo e/ou confiabilidade dos projetos. O processo de aplicação de VIPs deve acontecer durante as fases iniciais de desenvolvimento do projeto, e seguem o plano apresentado, conforme o quadro 1:

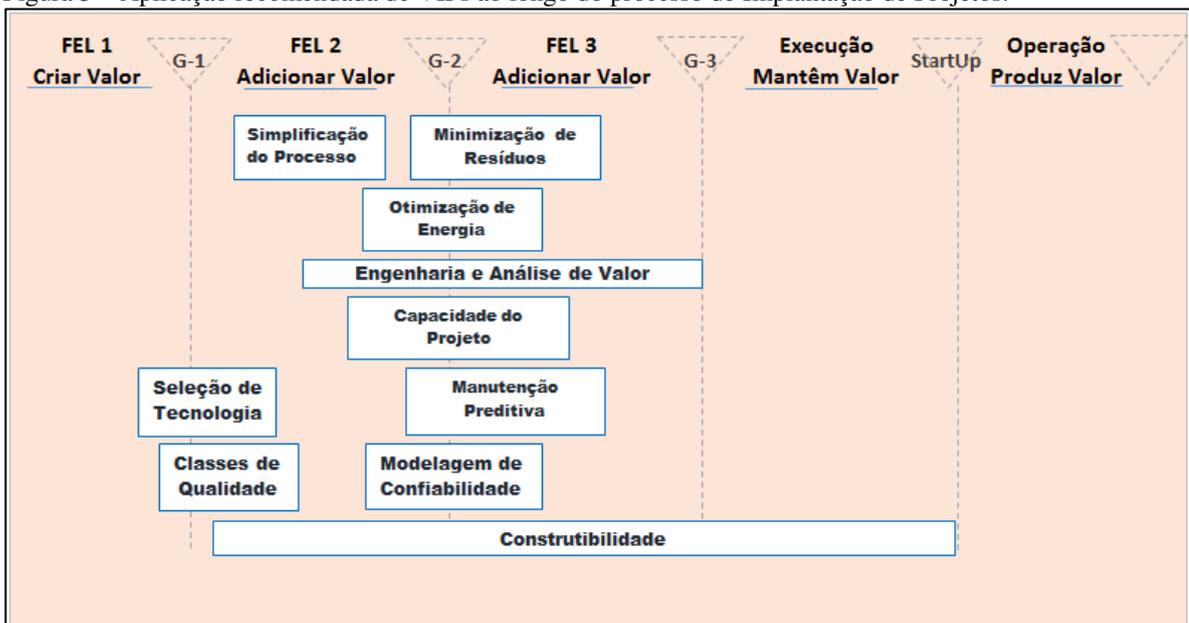
Quadro 1 – Objetivos de cada um dos 10 VIPs.

	VIPs	Objetivo
1	<b>Construtibilidade</b>	Análise do projeto para reduzir custos ou prazos durante a execução. Deve ser aplicado durante os estágios de FEL e continuar na fase de execução.
2	<b>Definição de Padrões e Especificações (Classes de Qualidade)</b>	Padrões e especificações de engenharia que são aplicados para aumentar a eficiência da operação, reduzindo custos operacionais e garantindo segurança dos operários.
3	<b>Capacidade do Projeto (Design-to-Capacity)</b>	Dimensionamento da capacidade máxima com avaliação e otimização de custos.
4	<b>Otimização energética</b>	Objetiva escolher o método energético mais econômico com otimização dos custos.
5	<b>Manutenção Preditiva</b>	Prevenção de falhas através da manutenção de equipamentos, reduzindo custos e riscos de acidentes.
6	<b>Modelagem de Confiabilidade</b>	Determinar as condições mais favoráveis economicamente, para o dimensionamento das instalações dentro dos padrões de operação.
7	<b>Simplificação de Processos</b>	Eliminação de processos que não geram valor.
8	<b>Seleção de Tecnologia</b>	Avaliação da possibilidade de aplicação de uma tecnologia superior à que já é utilizada.
9	<b>Engenharia de Valor</b>	Aplicação de sistemas que não agregam valor, visando eliminá-los ou modificá-los.
10	<b>Minimização de Resíduos</b>	Identificação e eliminação de fontes potenciais de resíduos, através de adoção de método ou equipamento.

Fonte: IPA (2004).

Na figura 5, é possível entender melhor a aplicação de cada um dos VIPs dentro das fases do processo de implantação de um projeto, e como elas se relacionam com as etapas de validação (“portões”) das fases de FEL 1, FEL 2 e FEL 3.

Figura 5 – Aplicação recomendada de VIPs ao longo do processo de Implantação de Projetos.



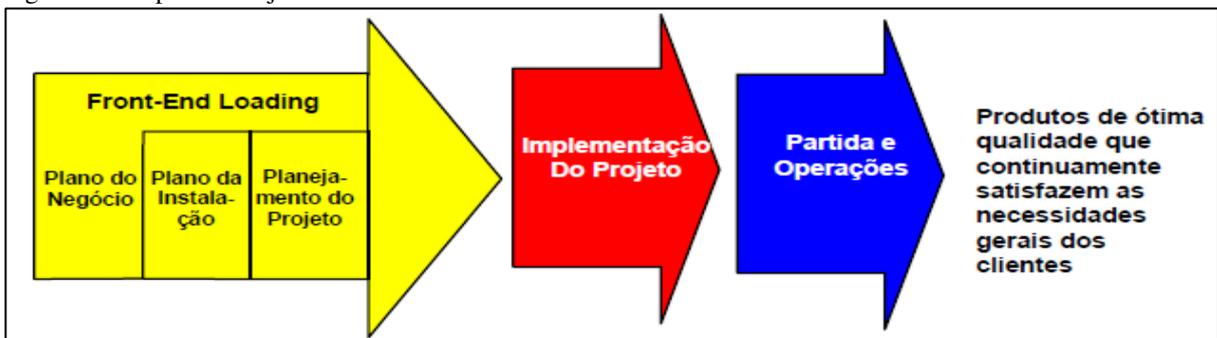
Fonte: Ramos (2015).

### 5.3.2 Etapas do projeto

De acordo com o IPA (2004), o projeto na sua fase de concepção passa por três etapas distintas até a fase de implementação (execução), com alguns pontos a serem atendidos, de acordo com as especificações do projeto, servindo como base para a maioria dos empreendimentos, ou seja, os itens se aplicarão, conforme a necessidade do planejamento. De maneira geral os projetos apresentarão aplicação de alguns dos pontos citados adiante, neste capítulo. O desenvolvimento desses elementos será de fundamental importância para que ao final do ciclo de vida, sejam entregues aos clientes produtos de excelente qualidade. A seguir, as três etapas:

1. **Plano do negócio (FEL 1):** desenvolvimento do conceito do negócio.
2. **Plano da Instalação (FEL 2):** estudo de viabilidade; planificação das instalações; avaliação das alternativas.
3. **Planejamento do projeto (FEL 3):** planificação do projeto.

Figura 6 – Etapas do Projeto.



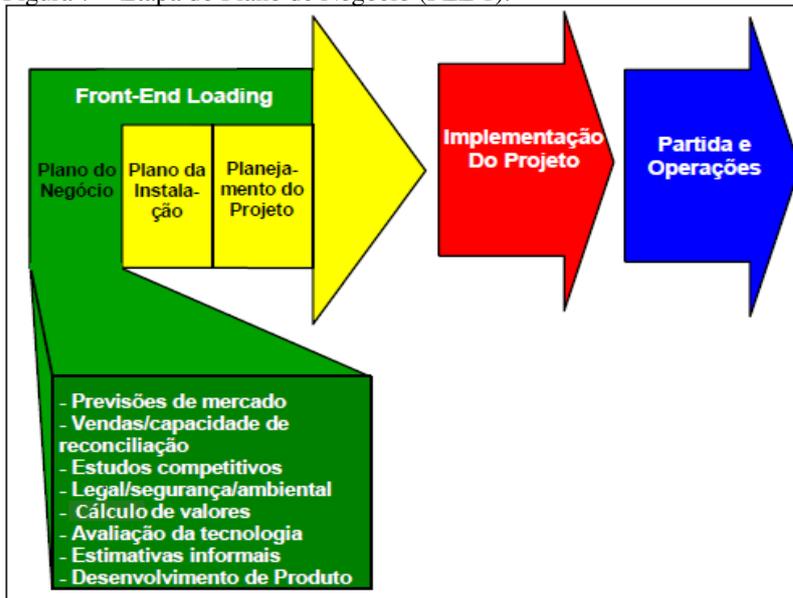
Fonte: IPA (2004)

Estas etapas podem ser identificadas, conforme a figura 6, em fases de aplicação do *Front-End Loading* – FEL; estágio de implementação do projeto (execução); e ponto de partida e operação, no qual finaliza-se o projeto, entregando um produto que satisfaz os objetivos definidos nas suas fases de concepção.

A primeira etapa do desenvolvimento “Plano do Negócio”, corresponde a fase de FEL 1, inicia-se com a identificação da oportunidade de negócios, e em seguida é determinada uma equipe multidisciplinar para dar prosseguimento ao planejamento do projeto. O IPA (2004) estabeleceu as principais atividades que devem ser desenvolvidas nesta etapa:

1. **Estudos de Mercado:** a realização deste estudo, implica no desenvolvimento de uma avaliação inicial de mercado, definindo as características do produto/serviço, e seus impactos, bem como, na criação de um plano de marketing.
2. **Estudos de Competitividade:** para que sejam estabelecidos sócios potenciais, analisados acordos comerciais, além da identificação de ameaças. Outro ponto importante é o estabelecimento de localização potencial para estabelecer o empreendimento.
3. **Objetivos do Negócio:** depois de avaliados todos estes fatores, o produto é especificado, com uma estimativa de investimentos inicial, com margem de variação de até  $\pm 50\%$ , de acordo com a companhia, e o empreendimento.
4. **Avaliação de Riscos:** são definidos os riscos e incertezas em relação ao produto, através de parâmetros iniciais.

Figura 7 – Etapa do Plano de Negócio (FEL 1).



Fonte: IPA (2004).

A segunda etapa, refere-se ao “Plano da Instalação”, ou estágio de FEL 2, nesta etapa a equipe Básica do Projeto será formada e deverá trabalhar na seleção de alternativas que atendam à oportunidade identificada em FEL 1 (oportunidade/problema) para a planificação das instalações, e elaboração das entregas definidas pelo gestor de projetos. Para o IPA (2004), essa etapa é responsável por:

1. **Identificação das Alternativas:** de acordo com as estimativas de custos e dos estudos preliminares de engenharia é selecionada a melhor alternativa que atende todos os requisitos de negócio.
2. **Engenharia Conceitual:** são desenvolvidos os planos de tecnologia, através da avaliação que definirá a aplicação de uma tecnologia nova, ou existente. O projeto passa por uma avaliação dos requerimentos de infraestrutura. São apuradas as opções de seleção do local, para posterior definição da locação do projeto. As definições da Engenharia Conceitual se baseiam em levantamentos e estudos preliminares de acordo com o tipo de projeto.
3. **Estratégias de Contratos (Comerciais, Financeiras, Logísticas e Culturais):** são identificados e analisados os assuntos que envolvem estas variáveis, para preparação das estratégias referentes aos contratos, nesse aspecto, são avaliados os suprimentos de recursos e matéria prima, para posterior aquisição.
4. **Permissões Ambientais:** de acordo com as necessidades do projeto, as regulamentações ambientais deverão ser alinhadas para que sejam solicitadas e concedidas as licenças e permissões ambientais.
5. **Saúde e Segurança:** identificação e aplicação dos requisitos da legislação em saúde e segurança pertinentes, para que os riscos sejam identificados, e as estratégias para minimizá-los, ou mitiga-los, sejam definidas.
6. **Estratégia de Marketing:** através das análises de mercado é idealizado um plano preliminar de marketing, de acordo com o tipo de empreendimento.
7. **Engenharia de Valor (VIP):** nesse ponto aplica-se um artifício de *Value Improving Practices – VIPs*, é realizado uma análise de simplificação do processo, incluindo oportunidades de minimização de desperdícios, e revisão inicial de energia e materiais de construção, juntamente com a assimilação de perigos no processo. Ao final desse processo chega-se a um consenso sobre os padrões e especificações das instalações.
8. **Dimensionamento Preliminar de Equipes:** estas equipes definirão os requisitos de informações básicas, o plano de desenvolvimento do processo (produtos, recursos) que deverão ser reportados às partes interessadas (*stakeholders*)<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Pessoa ou grupo que possui interesse em uma empresa, possuindo participação, investimentos ou ações, e ligadas aos projetos e processos dos seus negócios.

**9. Escopo Preliminar:** neste ponto do projeto, todas as informações produzidas serão pertinentes para desenvolver as estratégias de execução, operação e manutenção do projeto, incluindo:

- Aquisição;
- Design;
- Construção;
- Partida;
- Sistema de Informações;
- Contratação.

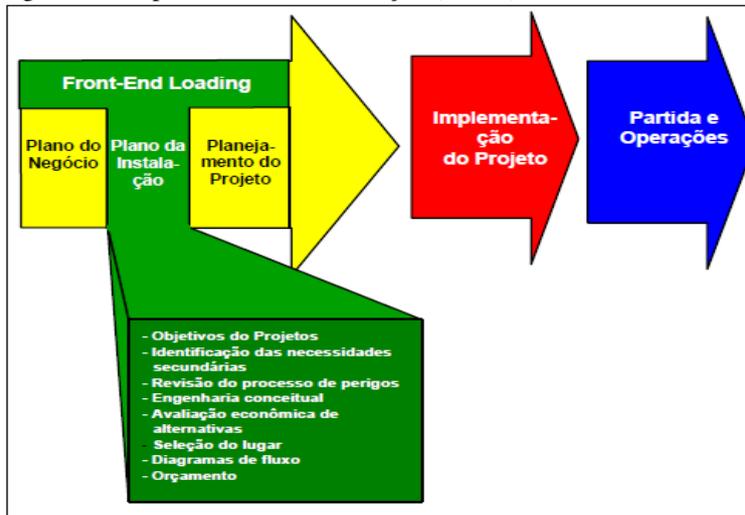
A partir daí, surgem os programas de marcos e controle, além de estimativas de custos, com margem de -15% a + 25%. Resumindo, os objetivos do projeto já estão definidos.

**10. Plano Financeiro:** com as estimativas de custos inferidas, da ordem de -15% a + 25%, pode-se desenvolver o plano de recursos para a Fase FEL 3 até a entrega e operação. Este planejamento financeiro dos recursos que serão aplicados no projeto deve gerar um requerimento de recursos para FEL 3, submetido a avaliação e aprovação.

**11. Cronograma:** são definidas as atividades que serão realizadas no processo de planejamento, e na fase de execução, definindo os marcos e estimativas de duração das atividades.

**12. Consolidação do Estudo de FEL 2:** Ao final da fase de FEL 2, todo o trabalho desenvolvido é consolidado, os requerimentos de recursos para a fase seguinte, os objetivos, e a alternativa a ser desenvolvida foram analisados e definidos.

Figura 8 – Etapa do Plano da Instalação (FEL 2).



Fonte: IPA (2004).

Por fim, temos o “Planejamento do Projeto”, que corresponde ao estágio de FEL 3, fase em que a alternativa selecionada anteriormente, será desenvolvida para que o projeto esteja apto a adentrar na etapa de execução. Dentre a estrutura de atividades recomendadas pelo IPA (2004), para esta etapa, destacam-se as seguintes:

1. **Integração da Equipe do Projeto:** o processo de gerenciamento do projeto deverá contar com uma equipe alinhada com os objetivos do projeto, onde cada membro possua funções e responsabilidades claras e definidas.
2. **Definição do Sistema de Gerenciamento de mudanças:** a gestão do escopo deve estar de acordo com as revisões e atualizações, para garantir o controle dos custos.
3. **Investigações Geotécnicas:** são realizadas estudos e investigações geotécnicas no local do empreendimento para avaliar as características ambientais de solo e águas subterrâneas. Os relatórios geotécnicos produzidos, serão utilizados na execução do Plano de permissões e regulamentações.
4. **Engenharia Básica:** nesta fase do projeto, são definidas e detalhadas as técnicas e alternativas de engenharia que serão adotadas no projeto, estudos de civil, elétrica, mecânica, instrumentação, ou seja, um escopo básico do projeto envolvendo todas as disciplinas.
5. **Definir entregas:** serão desenvolvidos e entregues documentos como parte de avaliação da fase.

6. **Aplicação de VIPs:** após serem definidas as características básicas do projeto, serão aplicados os VIPs de acordo com as especificações para o empreendimento.
7. **Plano de Especificação de Equipamentos:** compete a este plano fazer a distribuição conceitual de equipamentos, desenvolver os diagramas preliminares de tubulações e instrumentações, conforme aplicáveis ao projeto.
8. **Plano de Aquisição:** são avaliados e obtidas as ofertas de aquisição de equipamentos e recursos, em conformidade com os prazos e necessidades estabelecidos no cronograma do projeto.
9. **Plano de Contratação:** o plano de contratação deve estar em concordância com os requerimentos da construção, portanto, é realizada uma análise de habilidade para a construção, de acordo com o planejamento.
10. **Plano de Execução do Projeto (PEP):** este documento é responsável por determinar as táticas mais eficientes para a etapa de execução do projeto, a partir dos prazos estabelecidos. Para que assim, a estratégia de execução esteja conforme as estimativas de custos e cronograma. Identificando e minimizando os riscos do projeto.
11. **Plano de Operação:** o desenvolvimento desse processo leva em consideração o cronograma de execução do projeto.
12. **Plano de Gestão de Riscos:** a identificação dos riscos é feita através da análise de perigos do processo, todo o processo de desenvolvimento do projeto deve atender os critérios de saúde, segurança e meio ambiente. A exclusão de riscos e incidentes representa uma economia financeira para o projeto. Além de permitir o controle de perdas e atrasos no cronograma.
13. **Plano de Gestão da Qualidade:** consiste em definições de processos para assegurar que o controle do projeto está sendo realizado.
14. **Cronograma:** a estrutura do cronograma de execução deve ser finalizada.
15. **Plano Financeiro:** desenvolvimento de um plano estimado de custos com variação de  $\pm 10\%$ , abrangendo engenharia, aquisição e construção, para atualizar os orçamentos de capital e gastos, que serão submetidos a posterior aprovação.
16. **Consolidação do Estudo de FEL 3:** Ao final da fase de FEL 3, todo o trabalho desenvolvido é consolidado, são requeridos os recursos para a fase de implementação do projeto.

Figura 9 – Etapa de Planejamento do Projeto (FEL 3).



Fonte: IPA (2004).

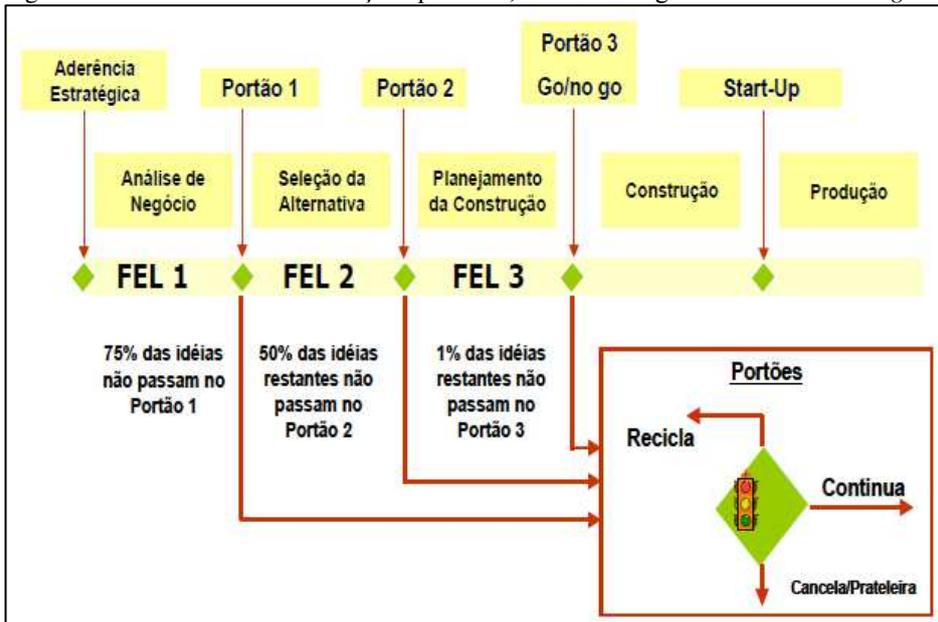
Depois de passar por cada uma das três etapas anteriores, e seus respectivos portões de aprovação, o projeto inicia sua fase de implementação. Onde ocorre o desenvolvimento da engenharia detalhada, paralelamente ao processo de execução pela empresa escolhida mediante contrato para construção do empreendimento. O Plano de Partida e Comissionamento deve estar alinhado com suas respectivas equipes, bem como, o treinamento para operação e manutenção. Ao final, os documentos são finalizados, e são realizados testes de desempenho para entrega e aceitação operacional. Todo o projeto passa por uma revisão baseada em aprendizados.

#### 5.4 Mecanismo de portões de validação (*Stage-Gates*)

Barshop (2016) define como sendo pontos de análise e verificação, os “portões” de passagem (*stage-gates*) incorporados no processo de entrega do projeto, com a finalidade de dar aos executivos a oportunidade de rever os méritos de um projeto de capital para decidir se o dinheiro deve ser investido na busca de uma oportunidade ou na solução de um problema.

Segundo Moraes (2010) no encerramento de cada fase de planejamento o projeto passa por uma avaliação para validar o que foi produzido naquele determinado estágio. Os “portões” de passagem são utilizados para fazer a verificação e dar o prosseguimento para a etapa seguinte. A figura 10, ilustra o funcionamento deste mecanismo de validação.

Figura 10 – Mecanismo de validação “portões”, na metodologia *Front-End Loading*.



Fonte: Material Interno Vale (2007 apud MORAES, 2010, p. 21).

O sistema “*stage-gates*”, portões de passagem, na visão de Barshop (2016) é de extrema relevância durante o planejamento de um projeto de capital, pois à medida que o projeto avança a quantidade de investimentos financeiros aumenta. Em números isso pode ser justificado através da tabela 1, que demonstra uma estimativa de custos necessária para completar cada uma das fases de desenvolvimento do projeto, considerando um projeto de dez milhões de dólares (\$10 *Milion*), de acordo com números da base de dados do IPA.

Tabela 1 – Estimativa de Custos para cada estágio.

Project Stage	Average Percentage of Total Budget to Complete the Stage	Amount Needed for a \$10 Million Project	Cumulative Total
Assess	0.5%	\$50,000	\$50,000
Select	1.5%	\$150,000	\$200,000
Define	3.0%	\$300,000	\$500,000
Execute	95.0%	\$9,500,000	\$10,000,000

Fonte: Barshop (2016).

É possível inferir da tabela que a medida que o projeto avança para as fases posteriores, os custos se tornam cada vez maiores, o que caracteriza a importância de avaliar ao final de cada estágio se o planejamento do projeto deve prosseguir, ou estagnar, ou seja, se o retorno financeiro do empreendimento compensará de fato os valores despendidos para sua definição. Por isso, a importância de realizar um processo de gerenciamento objetivo e claro,

durante as fases de planejamento, já que as etapas de desenvolvimento da metodologia FEL, conforme a Tabela 1, representam respectivamente 0.5%, 1.5% e 3% do valor total do investimento, em contrapartida, a fase de execução consome 95% dos custos, os quais seriam consideravelmente afetados se ocorressem mudanças durante esta fase.

Seguindo a linha de raciocínio de desenvolvimento das fases FEL 1, FEL 2 e FEL 3, o projeto só terá prosseguimento após ser submetido as exigências dos portões de cada uma destas etapas, como pode ser observado a seguir:

**a) Portão 1:**

Analisando a fase FEL 1, onde é apresentada uma oportunidade de negócio, Griffith e Yarossi (2005) definem a importância desta etapa, pois, é quando as empresas identificam, selecionam e priorizam quais projetos de capital serão aplicados e quais serão deferidos. Daí, a relevância de submeter o trabalho dessa fase, ao seguinte questionamento:

- 1) Qual é a oportunidade de negócio?
- 2) Qual a melhor maneira de aproveitar esta oportunidade?
- 3) O potencial benefício deste projeto justifica o trabalho futuro?
- 4) Este projeto é uma prioridade mais alta do que outras oportunidades que competem para recursos escassos?

Esse processo visa fomentar a criatividade e melhorar a tomada de decisões por meio de uma melhor definição de objetivos, restrições e opções potenciais. No final do FEL 1, ainda há muitas perguntas não respondidas sobre a forma exata do projeto. Diferentes opções de escopo estão sendo consideradas e a estimativa de custo de capital ainda tem um amplo espectro de incerteza, +/- 50% para algumas empresas. Uma fase FEL 1 forte aumenta, em vez de reduzir, as chances de um projeto ser um sucesso comercial. Logo, embora a correção de deficiências no processo, ou a superação de lacunas de recursos sejam necessárias para a melhoria, no final, a única maneira que uma empresa pode garantir uma fase de FEL 1 consistente e de alta qualidade é com um “portão” forte no final da fase de avaliação de oportunidade, capaz de parar projetos que não estão em conformidade com os requisitos da empresa para passar para a fase de desenvolvimento do escopo do projeto, ou FEL 2. (GRIFFITH; YAROSS, 2005).

### **b) Portão 2:**

No “portão 2”, o processo de “*stage-gate*” é projetado para reduzir a incerteza no plano de negócios definido em FEL 1, para um nível que os executivos podem julgar a atratividade do projeto com confiança razoável. Ainda há um trabalho considerável a fazer na fase de definição (FEL 3), e as estimativas do projeto no “portão 2” ainda têm um nível moderado de incerteza, mas a menos que sejam feitas grandes mudanças ou erros, as estimativas devem ser suficientemente robustas para que o projeto receba a aprovação total dos fundos de investimento. O gerenciamento do processo está funcionando bem se poucos projetos forem cancelados no portão 3. (BARSHOP, 2016).

De acordo com Cavalcante e Farias Filho (2015), ao final da fase de FEL 2 o projeto passa por um “portão” com o objetivo de minimizar todas as alternativas que foram propostas no estágio, em apenas uma. O alvo deste processo consiste em eleger o melhor caminho para dar continuidade no planejamento técnico do projeto, proporcionando a otimização dos custos, prazos e por fim a qualidade do projeto.

### **c) Portão 3:**

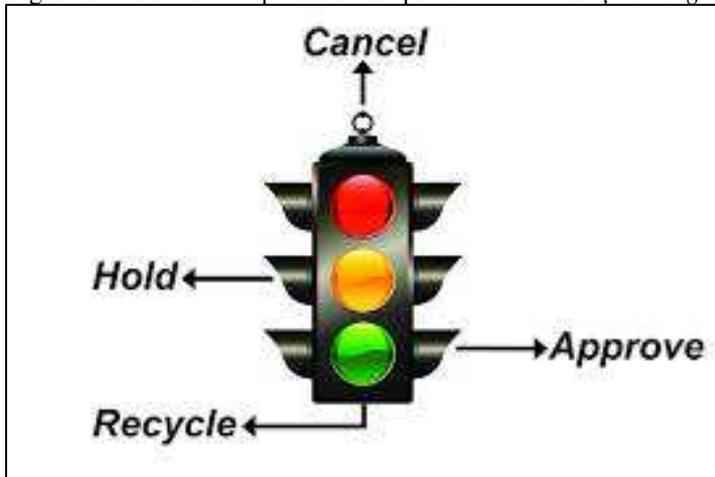
Segundo a análise feita por Barshop (2016), a decisão de investimento final é feita no Portão 3. O trabalho realizado na fase de definição do projeto (FEL 3) busca verificar se o business case (caso de negócio) do projeto é sólido e para evitar que o mesmo se desmorone à medida que ele passa para a fase de execução. As portas 1 e 2 são muitas vezes conduzidas com menor rigor e disciplina do que o portão 3. O maior foco no “portão 3” é compreensível considerando a diferença no valor financeiro que será aprovado para a execução do projeto, em relação as etapas anteriores. Nessa fase a avaliação feita no projeto identifica se existem pontos fracos ou objetivos pouco claros, que devem voltar para retrabalhar essas questões. A tendência é que projetos com business case pouco consistentes raramente ficam mais fortes à medida que passam pelo ciclo de vida do projeto, pois os custos de capital tendem a aumentar e os riscos tendem a ser mais visíveis, diminuindo o retorno esperado para o investimento.

As três fases têm um objetivo específico e não devem ser combinadas ou ignoradas. Após cada fase, um pacote de documentos ou entregas deve ser preparado, e os custos econômicos do projeto devem ser avaliados para fornecer justificção para passar para a próxima fase FEL. (SPLANGER, 2005, p. 27).

Ao passar por cada um dos portões de avaliação do processo de desenvolvimento do projeto, existem 4 possibilidades de decisões que podem ser tomadas pelo grupo de

gerenciamento: cancelar o projeto (*Cancel*); aprovar e conseqüentemente continuar para a próxima fase (*Approve*); aguardar para reavaliar, realizar alterações (*Hold*); ou reciclar o projeto (*Recycle*).

Figura 11 – Resultados potenciais no processo de avaliação “stage-gate”.



Fonte: Barshop (2016).

## 5.5 Índice FEL

Ferreira (2011) analisa o índice FEL (FEL Index) como um índice produzido pela IPA (*Independent Project Analysis*) de forma que as empresas que aplicam a metodologia *Front-End Loading* – FEL tenham um parâmetro de análise referente ao desempenho da aplicação deste sistema de gerenciamento em seus projetos. A partir de uma vasta gama de projetos analisados pelo IPA, em seu banco de dados, foi possível identificar dentro dos resultados encontrados, os fatores, ou índices que no processo de *benchmarking* permitem um posicionamento em comparação com os projetos de sucesso.

De acordo com o IPA (2004) o Índice FEL (FEL Index) é um instrumento utilizado para avaliar a performance da metodologia FEL baseada em três índices, sendo estes:

- a) **Fatores Locais:** referem-se aos aspectos locais, requerimentos ambientais, exigências de saúde e segurança, disponibilidade de recursos (mão de obra, material, equipamentos), estudos de solo;
- b) **Status do Design:** está relacionado as tarefas de engenharia, avaliando o escopo detalhado, definições do produto, diagrama de fluxo do processo, equilíbrio de energia e massa, diagrama de instrumentações e tubulações,

estimativa de custos, especificação de equipamentos. Incluindo também, o envolvimento dos clientes com os processos de manutenção e negócio;

- c) **Plano de Execução do Projeto:** é responsável por definir as estratégias de contratação, e as funções da equipe, desenvolve um cronograma integrado, incluindo rota crítica, identificação de paradas de planta para “*tie-ins*”<sup>6</sup>, horas extras. Além disso, contém os Planos de: Comissionamento, Partida, Operações, mão de obra; e os controles de custos e cronogramas.

Para que o projeto seja classificado de acordo com o índice FEL, o IPA (2004) estabeleceu para cada um dos fatores, faixas de classificação, que determinam o nível de maturação do projeto em: Definitivo/Especificações Completas; Preliminar/Estudo Avançado; Assumido/Estudo Limitado; Deficiente, como pode ser visto no quadro 2.

Quadro 2 – Classificação dos fatores do Índice FEL.

Classificação dos Fatores					
Fatores Locais				Status do Design	Plano de Execução do Projeto
Estudos de Solo e Hidrologia	Planos de Locação	Requisitos Ambientais	Requisitos Saúde e Segurança		
Definitivo				Especificações completas	Definitivo
Houve uma avaliação detalhada das condições existentes (sondagens), com identificação de interferências e características subterrâneas.	Todos os equipamentos foram localizados (tubulações de grande e pequeno diâmetro, desenhos eletrônicos). Plantas de Locação aprovadas pelos clientes.	Todas as Licenças ambientais e de construção foram recebidas. Ou o projeto não necessita das mesmas para sua execução.	O estudo de análise de riscos (HAZOP) foi concluído, através da análise detalhada dos desenhos, fluxogramas, especificações, etc.	Desenhos detalhados de estrutura, processo e utilidades desenvolvidos; pacotes do design para licitação desenvolvidos.	Alinhamento funcional, estratégia de contratação e aquisição, cronograma integrado, com recursos definitivos e CPM, planos de execução, incluindo partida, segurança, pessoal, comunicações, etc.
Preliminar				Estudo Avançado	Preliminar
Dados de um conjunto pequeno de sondagens no local das fundações ou próximo das mesmas, e a equipe tem uma compreensão lógica das condições existentes.	Layout detalhado de equipamentos de grande porte.	As licenças foram submetidas à aprovação.	Análise limitada dos riscos, HAZOP não concluído.	Design do processo completo; com cerca de 15 a 30% do projeto concluído.	Alinhamento funcional, cronograma com CPM, estratégia de contratação, controle de custo e cronograma.
Fatorado/Assumido				Estudo Limitado	Fatorado/Assumido
Dados específicos do solo e das condições existentes não estão disponíveis, mas as condições gerais são conhecidas e consideradas no desenvolvimento.	O layout de instalação dos equipamentos baseado em requisitos de projetos análogos.	Tem-se conhecimento das licenças, mas elas ainda não foram solicitadas.	A equipe não demonstrou um esforço estruturado para análise dos riscos.	Design do processo incompleto; com cerca de 1 a 5% do projeto concluído.	Equipe-núcleo implantada, estratégias de contratação identificadas, marcos identificados.
Deficiente				Deficiente	Deficiente
Dados do solo e condições existentes não são consideradas.	Não possui planos de locação e instalação dos equipamentos.	Os requisitos ambientais não foram considerados.	Não aplicado.	Sem trabalhos desenvolvidos.	Não apresenta cronograma, equipe de projeto ou plano de contratação.

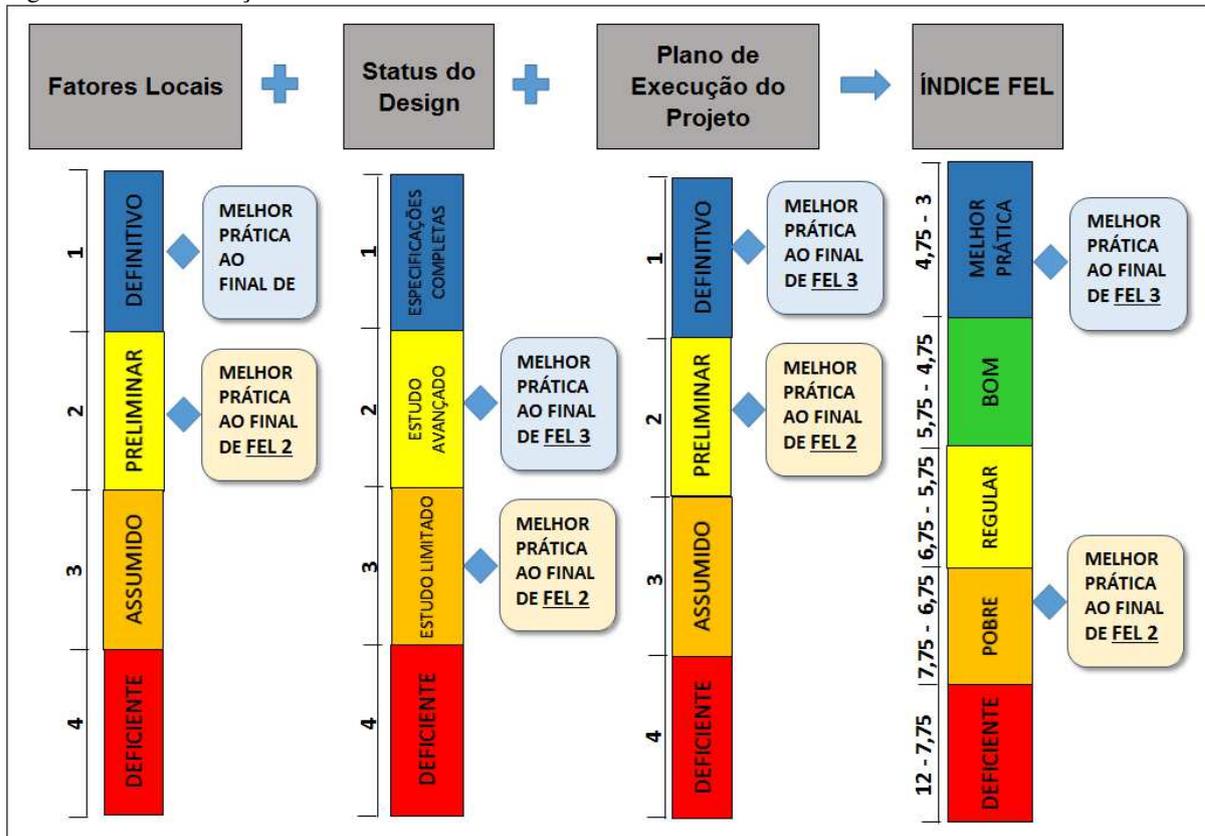
Fonte: IPA (2004).

A partir da análise e classificação dos fatores, são atribuídas notas de 1 a 4, para cada um deles (Locais, Status do Design, Plano de Execução do Projeto), que ao final são

<sup>6</sup> Interligação de uma linha nova (tubulação, elétrica, etc), em outra, já existente.

somadas originando o Índice FEL, conforme a figura 14. O IPA (2004) estabelece ainda a faixa de classificação que o projeto deverá estar inserido ao final das fases de FEL 2 e FEL 3, para ser considerado como: melhor prática.

Figura 12 – Classificação do Índice FEL.



Fonte: IPA (2004).

Após serem atribuídas as notas de 1 a 4, a partir da análise dos níveis de definição para cada fator, sendo que para os Fatores Locais calcula-se a média, determina-se o Índice FEL, o qual varia de 3,00 a 12,00 (três a doze). O IPA (2004) definiu o valor do cálculo ao final da avaliação do projeto podendo ser classificado como: Deficiente (12 – 7,75), Pobre (7,75 – 6,75), Regular (6,75 – 5,75), Bom (5,75 - 4,75) e Melhores Práticas (3 - 4,75), de acordo com a figura 13.

Figura 13 – Resultado do Índice FEL.

Maior que 7,75	7,75 - 6,75	6,75 - 5,75	5,75 - 4,75	4,75 - 3,00
DEFICIENTE	POBRE	REGULAR	BOM	MELHOR PRÁTICA

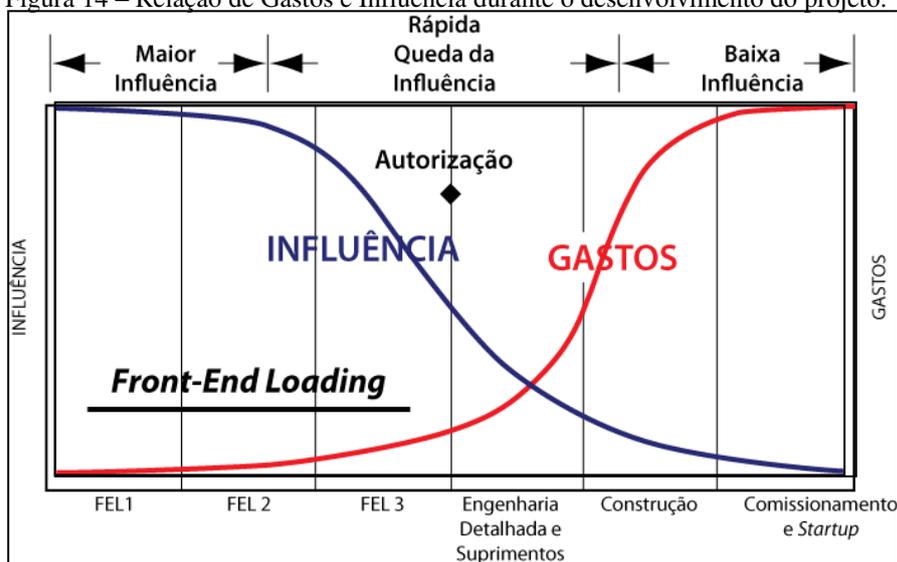
Fonte: IPA (2004).

De acordo com o IPA (2004), um projeto apresentará um nível de definição ideal, quando obter uma nota de classificação para Melhor Prática (3,00 - 4,75), o que significa que todas as suas fases foram concluídas, ou seja, o projeto passou por etapas de FEL 1, FEL 2 e FEL 3, até chegar na fase de execução, passando por em elevado grau de aprimoramento.

## 5.6 Vantagens da Aplicação da Metodologia FEL

A influência da metodologia *Front-End Loading* (FEL), está fortemente atrelada aos custos durante o desenvolvimento do projeto. De acordo com a Vale (2011), durante os estágios de planejamento, FEL 1, FEL 2 e FEL 3, a concentração de gastos financeiros é relativamente baixa, por volta de 5 a 10% do valor total do projeto, porém o grau de influência dessas fases sobre o total do custo é superior a 90%, já que durante esse período ocorrem as definições de engenharia, implantação e gestão do processo de realização do empreendimento. O inverso acontece após o término da fase de FEL 3, os gastos aumentam consideravelmente, e o nível de influência decresce. Conforme a figura abaixo, é possível visualizar como as curvas de “Gastos” e “Influência” se comportam nos projetos de Capital.

Figura 14 – Relação de Gastos e Influência durante o desenvolvimento do projeto.



Fonte: Vale (2011).

Com isso, a Vale (2011) define que a metodologia FEL confere aos projetos benefícios como:

- a) Evita retrabalhos, sugerindo uma sequência lógica para o desenvolvimento do projeto;
- b) Melhora a comunicação entre as diversas equipes de trabalho;
- c) Controla os recursos e as demais variáveis do projeto;
- d) Impacta decisivamente o custo, o prazo e as instalações otimizadas de um projeto;
- e) Atribui previsibilidade, transparência e competitividade aos empreendimentos.

Tapia e Borges (2006) apontam como premissas básicas para alcançar o sucesso em projetos as ações que são executadas nas primeiras fases do projeto, entre elas, a seleção da melhor alternativa, e conseqüentemente a eliminação de projetos errados, a escolha e definição da melhor tecnologia, e elaboração do escopo de trabalho mais adequado. Todos esses fatores são preponderantes na condução do planejamento, pois as “melhores práticas”, ajudam a reduzir os custos, melhoram o cronograma e prazos, e a previsibilidade do projeto.

### **5.7 Metodologia FEL e Guia PMBOK**

Todo processo de criação, planejamento e desenvolvimento de um projeto, envolve uma quantidade suficientemente grande de áreas de conhecimento aliadas à prática de gerenciamento. Quando falamos em projetos de capital, o nível de complexidade cresce consideravelmente, devido ao fato de serem adotadas práticas, recursos, técnicas com uma importante gama de disciplinas. As equipes de gerenciamento desenvolvem uma integração com diversas áreas de atuação, entre elas: Investidores, Saúde e Segurança, Meio Ambiente, Recursos Humanos, Suprimentos, Operação, Projetistas, etc. Essa “integração” ocorre através do auxílio de uma ferramenta de gerenciamento, responsável ainda por diminuir as incertezas e riscos.

Ao longo do processo de gestão do projeto, as áreas de conhecimento em gerenciamento determinadas pelo guia de melhores práticas, PMBOK, são amplamente adotadas pelas equipes de projeto. Para o PMI (2013), os processos de gerenciamento de projeto garantem o fluxo eficaz do projeto ao longo da sua existência. Esses processos abrangem as ferramentas e técnicas envolvidas na aplicação de habilidades e capacidades descritas nas áreas de conhecimento: Integração, Escopo, Tempo, Custo, Qualidade, Recursos Humanos, Comunicações, Riscos, Aquisições, Partes Interessadas. Contudo, o que vai garantir que as definições de seleção da opção de projeto com viabilidade econômica e

ambiental foram as mais apropriadas e efetivas dentro do objetivo de negócios da empresa, é a utilização de uma metodologia de gerenciamento, no caso de estudo deste trabalho, a Metodologia *Front-End Loading* – FEL.

O FEL é o processo que busca ganho de definição em um projeto na sua fase de desenvolvimento sem perder de vista os objetivos do negócio no momento da autorização do investimento. A gestão de projetos e programas deve: entregar projetos de forma adequada; assegurar que os projetos foram definidos, desenvolvidos e selecionados de forma efetiva (performance); pode ser aplicado repetidas vezes dentro da empresa (sucesso). O PMBOK é capaz de realizar somente o item 1, ou seja, entregar projetos de forma adequada, enquanto o FEL está mais apto aos outros 2. A combinação de ambos torna-se desejável para empresas e organizações. (LIBÂNIO et al., [2012], s/p).

Para a Vale (2011) o alinhamento da Metodologia FEL aos conceitos do PMI ocorre através das dez áreas de conhecimento do PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) que estão presentes nas entregas previstos entre o início de FEL 1 e conclusão de FEL 3. O objetivo destas dez áreas é descrever o conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos para aumentar as chances de sucesso destes.

A relação entre o PMBOK e a Metodologia FEL pode ser analisada da seguinte forma, de acordo com Santiago et al.(2008), a etapa de FEL 1, é considerada uma análise da oportunidade do projeto onde são realizados estudos e compreensão dos objetivos de negócio com a viabilidade, necessidade de implantação do empreendimento para a empresa, avaliações competitivas de mercado, para desenvolver esse processo é formada uma equipe de projeto, essa fase possui um alinhamento com os itens determinados no grupo de processos de Iniciação do PMBOK. Na fase de FEL 2 o objetivo é o planejamento das instalações, com o desenvolvimento de estimativas de custos, e cronogramas e prazos, e engenharia conceitual. Esta etapa relaciona-se com o grupo de processos de Planejamento do PMBOK. Já a etapa de FEL 3 ainda possui uma relação com o grupo de processo de Planejamento, pois esse momento do projeto caracteriza-se pela definição da engenharia básica, com consolidação dos planos do projeto.

Figura 15 – Ciclo de Vida de Projeto de acordo com PMBOK e Metodologia FEL.



Fonte: Santiago et al. (2008).

## 6 METODOLOGIA

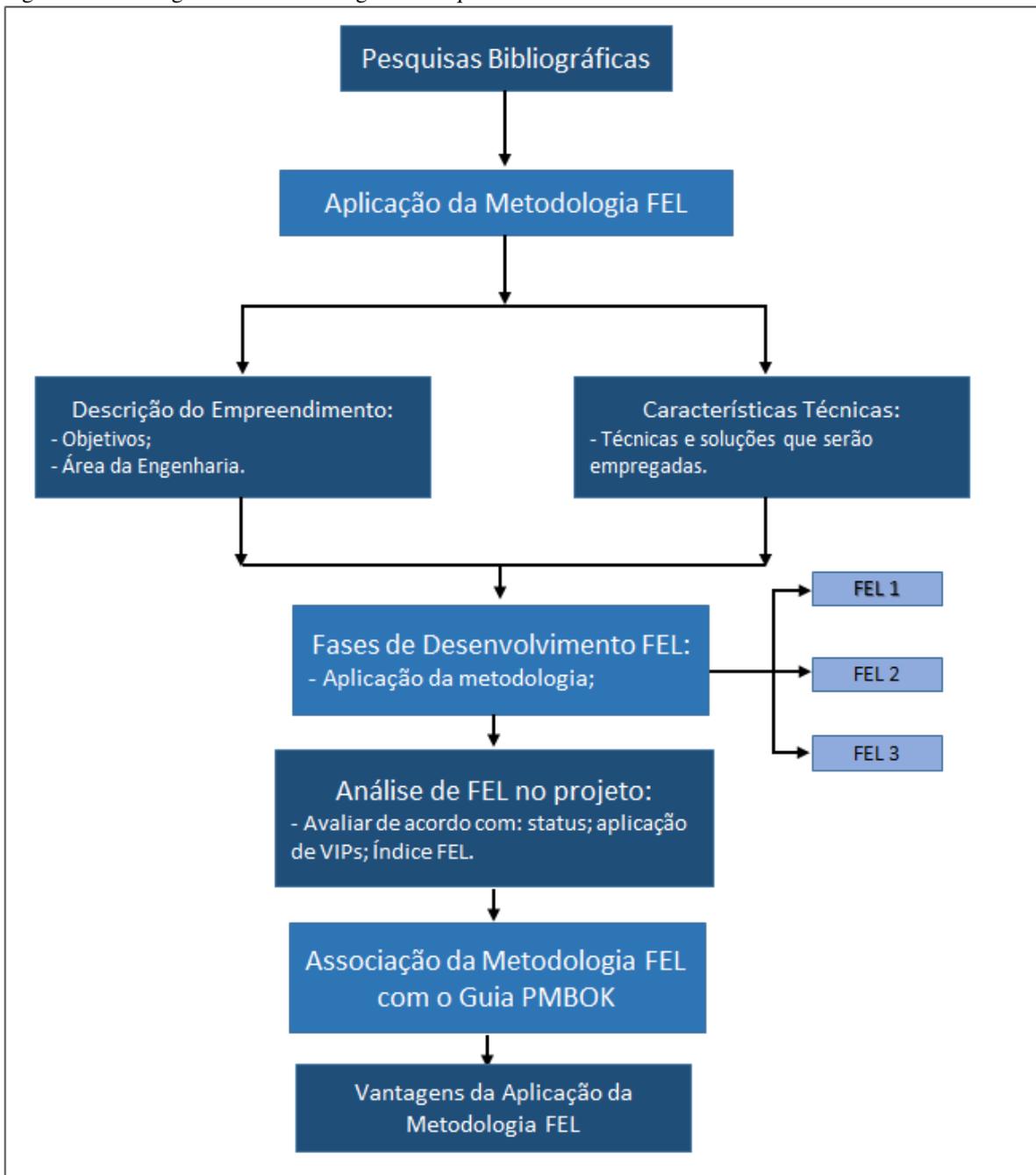
Segundo Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa pode ser classificada de acordo com alguns aspectos e características, quanto ao seu objetivo, recebe três classificações distintas:

- a) **Exploratória:** consiste na busca do modo e causas que explicam a ocorrência de um fato;
- b) **Descritiva:** é caracterizada pelo levantamento de dados, com o intuito de fazer um registro e análise dos mesmos, de maneira que possibilite explicar e interpretar os fatos. Tem como ferramentas de coleta o questionário, formulário, entrevista, teste e observação;
- c) **Explicativa:** neste tipo de pesquisa, o objetivo é buscar o porquê das coisas, e suas causas, através da coleta, análise e interpretação dos dados, de forma a identificar quais as variáveis são responsáveis pelo fenômeno.

No presente trabalho será adotada a pesquisa descritiva, a partir do levantamento de dados de uma aplicação real do fenômeno estudado, em seu ambiente de ocorrência, com apontamento e análise dos documentos, e aplicação de pesquisa direta, através de questionários e conversas. No que diz respeito aos fins, a pesquisa também será classificada como explicativa, pois buscar-se-á interpretar a aplicação da metodologia FEL, no âmbito estrutural e causal.

Nesta pesquisa será adotada a metodologia de estudo de caso, com análise de projeto desenvolvido através da aplicação da metodologia FEL, para que o fenômeno seja compreendido dentro do seu ambiente de contextualização real. Desse modo pretende-se identificar os principais aspectos, a forma de aplicação, as variáveis de influência e por fim os resultados obtidos com a utilização do sistema de gerenciamento de projetos de capital baseado nas 3 fases do sistema *Front-End Loading*: FEL 1, FEL 2 e FEL 3. Além de fazer uma análise da relação das áreas de conhecimento do guia PMBOK.

Figura 16 – Fluxograma da Metodologia de Pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

## 7 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo, será apresentado o estudo de uma aplicação prática da metodologia *Front-End Loading* – FEL, possibilitando descrever de que forma é possível empregá-la no desenvolvimento de um projeto de capital. Serão analisadas as entregas produzidas nas etapas, as características do empreendimento, bem como a análise do processo através de uma concepção de gerenciamento que leva em consideração as melhores práticas adotadas em projetos globalmente.

O estudo baseia-se em um projeto real e busca identificar os principais pontos do processo de desenvolvimento de um projeto de barragem de rejeitos de uma indústria produtora de alumina, localizada no distrito industrial de São Luís – MA, com a finalidade de descrever o processo e avaliar a sua eficiência, no entanto, mediante a complexidade do projeto, e os direitos de confidencialidade do mesmo, os valores e informações referentes a custos e cronologia serão omitidos deste trabalho.

Figura 17 – Indústria localizada em São Luís – MA.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2016).

### 7.1 O empreendimento

O projeto em questão consiste na implementação de uma área de estocagem de resíduo de bauxita, o qual é gerado a partir do refinamento da bauxita pelo processo Bayer para produção de alumina ( $Al_2O_3$ ), de uma indústria localizada em São Luís – MA.

Para tanto, serão adotadas técnicas de engenharia em conformidade com as atribuições do órgão ambiental responsável, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), e processos construtivos que otimizem a idealização do empreendimento, garantindo o sucesso da sua implantação. Todos os planos e documentos produzidos devem ser submetidos à análise e posterior aprovação dos *stakeholders* (partes interessadas).

## **7.2 Características do projeto**

No presente estudo, será analisada a Área de Disposição de Resíduo – ÁREA 2, que deverá possuir os seguintes sistemas construtivos:

- a) Sistemas de contenção;
- b) Sistema de drenagem superficial;
- c) Sistema de distribuição de resíduo (Método Tradicional de disposição por Via Úmida – *Wet Disposal*);
- d) Sistema de recuperação de sobrenadante;
- e) Sistema de impermeabilização;
- f) Sistema de drenagem de fundo.

A necessidade de definição do projeto quanto à construção de novas áreas para estocagem de resíduos, está prevista no Portfólio de projetos da empresa. Além disso, o projeto deverá contemplar uma capacidade de armazenamento capaz de permitir que a fábrica mantenha seu funcionamento, até que nova área de estocagem seja construída. Para isso, o prazo a ser cumprido coincidirá com o término da vida útil da ÁREA 1. Os investimentos para a realização de tal empreendimento serão empregados desde o desenvolvimento da Engenharia Conceitual (FEL 2), passando pela Engenharia Básica (FEL 3), até a fase de Execução (Engenharia Detalhada) do projeto.

## **7.3 Fases de desenvolvimento FEL**

A seguir, será apresentada a estrutura de desenvolvimento da metodologia FEL no projeto ÁREA 2, através das entregas (produtos) desenvolvidas para este empreendimento durante as fases FEL 1, FEL 2 e FEL 3 e de que forma elas são concebidas. O processo de

aplicação da metodologia FEL pela empresa, baseia-se no seu sistema de gestão de projetos, que apresenta uma lista com os documentos a serem produzidos pela equipe de gerenciamento e pela empresa de engenharia contratada para realizar os estudos e concepção do projeto. Reafirma-se aqui, que os dados informados neste projeto de pesquisa, são restritos e os seus resultados partem de uma interpretação livre dos documentos originais, estando preservados os direitos de confidencialidade dos mesmos.

### 7.3.1 FEL 1

A fase de FEL 1 do Projeto Área de Disposição de Resíduo – ÁREA 2, foi iniciada a partir da apresentação à companhia de uma solução viável e dentro dos padrões tecnológicos e financeiros para a destinação do resíduo proveniente do seu processo produtivo, através da elaboração de um documento chamado Plano de Negócio. Este documento atende aos requisitos do sistema de gestão de projetos da empresa, e foi elaborado dentro do período de um mês, pelo “*Asset Owner*” (proprietário do projeto).

#### 7.3.1.1 Apresentação da oportunidade

O Plano de negócio do projeto identificou a seguinte situação: com o final da vida útil da Área de Disposição de Resíduo – ÁREA 1, e a fim de sustentar a capacidade de produção da fábrica, com sua geração de resíduo, e posterior armazenamento do mesmo, é evidente a necessidade de uma nova estrutura que desempenhe este papel, intitulada de Área de Disposição de Resíduo – ÁREA 2. Portanto, definiu-se a estratégia de negócio para o problema: construir uma área de disposição de resíduo com capacidade de estocagem prevista para 5 (cinco) anos.

Figura 18 – Área de Disposição de Resíduo.



Fonte: Consórcio de Alumínio do Maranhão (2016).

### 7.3.1.2 Estimativas de custos

Dentro do Sistema de Controle de Projetos da Companhia, adota-se como premissa para estimativa de Custos a prática nº 18R-97 da AACE – *Association for Advancement of Cost Engineering* (Associação para o Desenvolvimento da Engenharia de Custos), através da qual, fornece o Sistema de Classificação para Estimativa de Custos – Conforme aplicado à Engenharia, Contratação e Construção para Processos Industriais.

Esse Sistema de Estimativa de Custos é baseado na maturação e definição do escopo e qualidade do projeto, estruturando assim, cada fase do FEL (1, 2 e 3), dentro de uma classe de estimativa de um total de 5 classes. Logo, o processo de planejamento do projeto, passa por um refinamento das suas estimativas de custos durante as fases de aplicação da metodologia FEL até chegar ao orçamento definitivo na etapa de execução.

Quadro 3 – Classes de estimativas de acordo com a prática nº 18R-97 da AACE.

CLASSE	FASE	Nível de precisão	FINALIDADE	METODOLOGIA
5	Plano de Negócio (FEL 1)	± 50%	Análise de adequação do conceito	Índices de capacidade, modelo paramétrico ou analogia
4	Engenharia Conceitual (FEL 2)	-15% +25%	Estudo de viabilidade	Baseada em parâmetros comparáveis (projetos análogos) e informações do projeto de engenharia conceitual usando dados preliminares
3	Engenharia Básica (FEL 3)	± 10%	Autorização para iniciar a fase de Execução	Custos unitários semi-detalhados, baseado no projeto de engenharia básica

Fonte: AACE - International Recommended Practices (2016).

No projeto em questão, durante o processo de desenvolvimento da metodologia FEL, definiu-se como classes de estimativas de custos totais a serem adotadas no projeto para FEL 1: Classe 5 (± 50%); FEL 2: Classe 4 (-15% +25%); FEL 3: Classe 3 (± 10%). O que representa o grau de maturação que o projeto é submetido ao longo dos seus estágios de planejamento. Os custos estimados para o projeto (custo global) em cada etapa de planejamento (FEL 1, FEL 2 e FEL 3), deverão atender à margem de variação definida pela classe da fase anterior. Logo, ao comparar-se o valor estimado em FEL 2, com o custo estimado em FEL 1, aquele deverá atender a margem de ± 50%, e assim sucessivamente.

Dentro da Classe 5 (FEL 1), temos uma estimativa de custos baseada em analogias, com nível de detalhamento do projeto de 0% a 2%. Para o caso específico da ÁREA 2, o estudo de estimativa foi definido a partir dos custos da ÁREA 1. Ou seja, As

estimativas de custos apresentadas na fase de FEL 1 referem-se ao custo global do empreendimento, e baseiam-se no valor por custo unitário do empreendimento anterior, com os devidos reajustes de mercado, e servem como premissas para que o projeto adentre na fase de FEL 2.

A proposta apresentada no Plano de Negócio, foi submetida a uma avaliação a nível gerencial da companhia, e posterior análise ao nível acionário da empresa, para só então, ser concedida aprovação e financiamento, que permitiu que o projeto passasse para a fase de FEL 2. Portanto, o documento de Aprovação do Plano de Negócio foi o marco da etapa, representando o seu primeiro portão de validação. Vale ressaltar que a fase de FEL 1, não implicou em despesas para a empresa, ou seja, teve custos zero.

Figura 19 – Fluxograma de FEL 1.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

### 7.3.2 FEL 2

Para o desenvolvimento da Engenharia Conceitual, o estágio foi dividido em: definição da melhor alternativa (Análise de Solução) e Engenharia Preliminar. A equipe de Gestão do Projeto, recebeu o suporte de uma empresa contratada, especificamente para elaborar as alternativas que serão analisadas durante a fase de análise de solução.

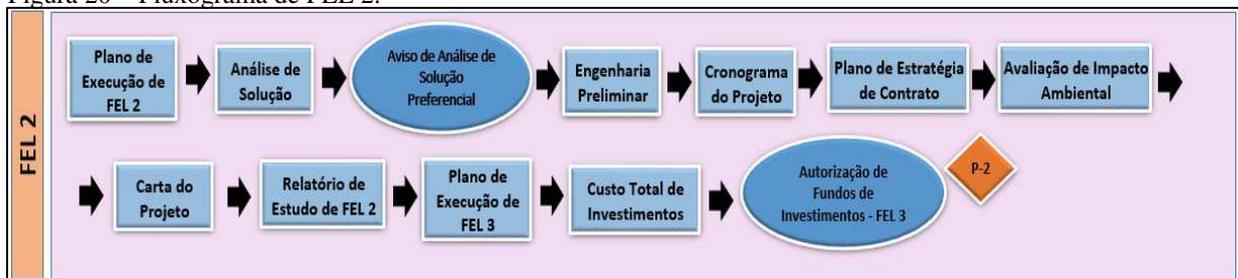
Essa empresa é responsável por conduzir a elaboração de todos os trabalhos conceituais civis e geotécnicos, possuindo *know-how*<sup>7</sup> na área, e atendendo ao contrato global com a companhia. Como forma de preencher os requisitos mínimos de engenharia, contratou-se ainda uma empresa de topografia, para desenvolver os estudos preliminares, através de levantamentos topográficos, e realizar os ensaios e sondagens para determinar as características do solo no local de implantação do projeto (perfil geológico, capacidade de carga, nível de água, etc.).

<sup>7</sup> "Saber como", empresa ou profissional que reúne um conjunto de conhecimentos práticos (técnicas, tecnologias, procedimentos) sobre algum produto ou serviço.

Para que as atividades e os produtos de FEL 2 começassem a ser elaborados foi selecionado um time de Projeto, sob o auxílio de um gerente, responsável por definir as entregas e coordenar a equipe. Desenvolveu-se então, um Plano de Execução de FEL 2, como forma de otimizar os trabalhos durante a fase.

Esse plano fornece a estrutura organizacional, com definição de responsabilidades, um escopo a ser seguido, a estimativa de custos do estágio, além de definir a EAP (Estrutura Analítica do Projeto). Adiante, serão detalhados os trabalhos concebidos durante o estágio de FEL 2, conforme estrutura apresentada na figura 20.

Figura 20 – Fluxograma de FEL 2.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

### 7.3.2.1 Plano de Execução de FEL 2

O Plano de Execução de FEL 2 foi elaborado para fornecer as diretrizes de gerenciamento desta etapa, provendo a estrutura organizacional do projeto através de um organograma, conforme a figura 21, onde temos a seguinte ordem de definição de responsabilidades:

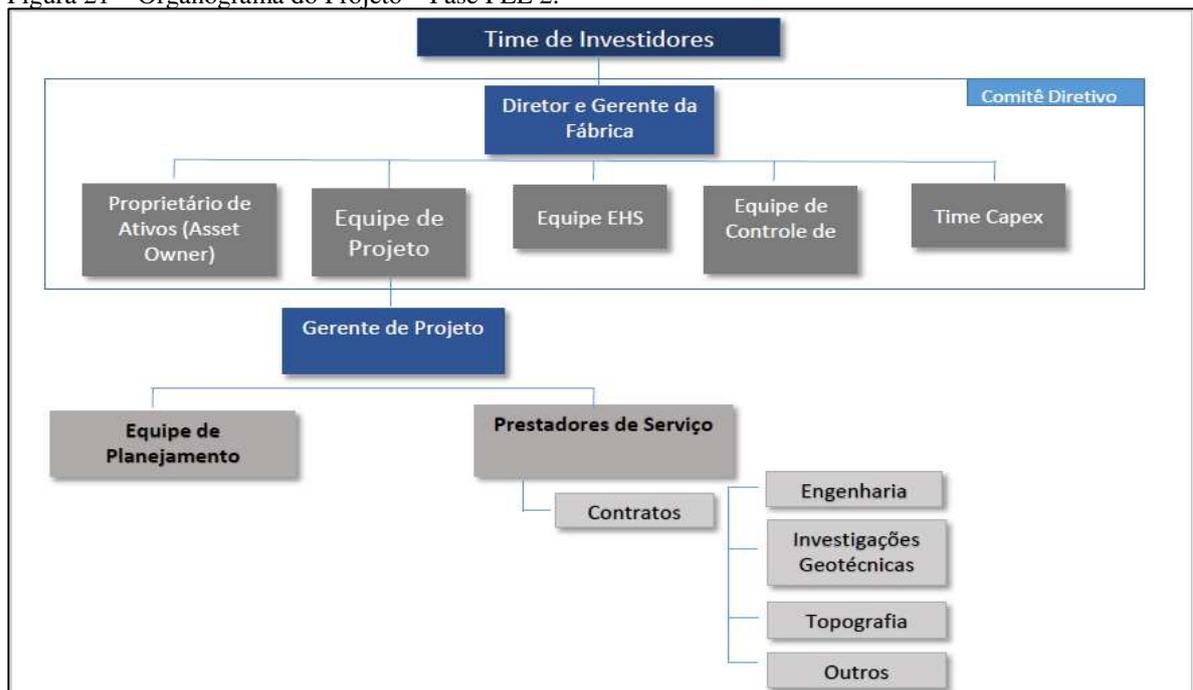
1. Time de Investidores: responsável pelo alinhamento das expectativas e padronização das estratégias técnicas e financeiras para aprovação e liberação de fundos.
2. Comitê Diretivo: avalia o progresso do projeto e supervisiona o cumprimento dos objetivos de negócio. Formado pelo seguinte time: Diretor e Gerente da Fábrica; Proprietário de Ativos (Asset Owner); Equipe de Controle do Projeto; Equipe EHS (Saúde, Segurança e Meio Ambiente); Time Capex (Projetos de Capital); e Equipe de Projeto.
3. Proprietário de Ativos (Asset Owner): responsável por promover a integração entre as equipes de projeto e operação.
4. Equipe de EHS (Saúde, Segurança e Meio Ambiente): que garante que os

requisitos ambientais e socioeconômicos estejam em conformidade com as exigências dos órgãos competentes;

5. Equipe de Controle do Projeto: alinha os gastos do projeto de acordo com o fluxo de caixa, e realiza as medições de prestação de serviços.
6. Time Capex (Projetos de Capital): gerencia todos os projetos de capital da Companhia de acordo com o Plano Diretor da fábrica.
7. Equipe do Projeto: formada pelo Gerente, com a função de liderar e coordenar as atividades, definindo as entregas; Equipe de Planejamento, que desenvolve as entregas, reportando os documentos produzidos ao Gerente.
8. Prestadores de Serviços: consiste nas equipes contratadas para desenvolver a Engenharia Geotécnica, os estudos preliminares (investigações geotécnicas e topografia).

Dessa forma o projeto possui um sistema estruturado de controle de tudo que é produzido na fase, e somente as decisões aprovadas por todos os níveis hierárquicos deverão ultrapassar para o estágio seguinte, caso contrário, será submetido a uma reavaliação. A grande vantagem da adoção desse sistema organizacional, consiste exatamente no fato de que todos os trabalhos estarão alinhados com as estratégias de negócios da companhia, e dos investidores.

Figura 21 – Organograma do Projeto – Fase FEL 2.



Fonte: Consórcio de Alumínio do Maranhão (2016).

Ainda dentro do Plano de Execução de FEL 2, após definido o organograma do projeto, foi elaborado o escopo da fase de Engenharia Conceitual, dividindo-a em duas etapas: Análise de Soluções e a Engenharia preliminar, no quadro 4 é possível identificar cada atividade.

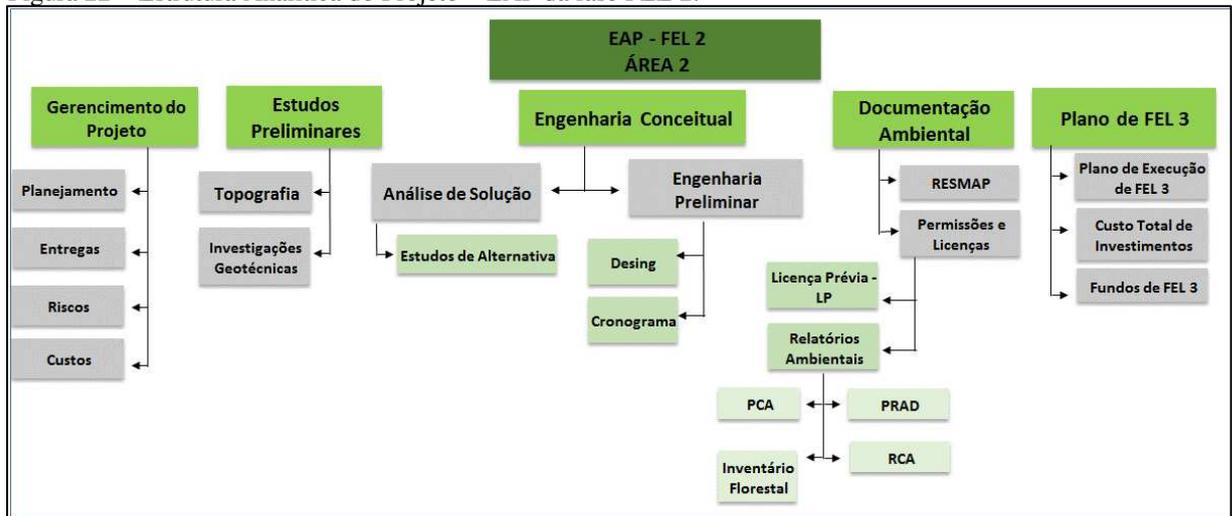
Quadro 4 – Escopo de FEL 2.

<b>Estratégia de Escopo - FEL 2</b>	
<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>
<b>1. Análise de Solução</b>	<b>1.1 Definição dos estudos para análise dos resultados do programa de investigação geotécnica.</b> <b>1.2 Terraplenagem (capacidade de armazenamento), localização (layout).</b> <b>1.3 Desenvolvimento das Alternativas com base na Engenharia Geotécnica e definição da melhor solução.</b>
<b>2. Engenharia Preliminar</b>	<b>2.1 Estudo e consolidação de dados:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Topografia;</li> <li>– Investigações Geotécnicas;</li> <li>– Estudos Hidrológicos.</li> </ul> <b>2.2 Levantamento de quantitativos para obras de terraplenagem.</b> <b>2.3 Preparação das Estimativas de Custos e Cronograma.</b> <b>2.4 Consolidação e Preparação de desenhos e esquemas preliminares.</b> <b>2.5 Elaboração de documentos Ambientais:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD);</li> <li>– Plano de Controle Ambiental (PCA);</li> <li>– Relatório de Controle Ambiental (RCA);</li> <li>– Elaboração do Relatório de Inventário Florestal.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Outro ponto deliberado no plano de Execução refere-se à Estrutura Analítica do Projeto (EAP) (figura 22), que fornece a estrutura de todas as entregas a serem considerados no desenvolvimento desta etapa, definindo os itens necessários para a consolidação da Engenharia Conceitual, estruturando o projeto da seguinte forma: Gerenciamento, responsável por coordenar os trabalhos da fase; Estudos Preliminares que servirão de base para a engenharia; Engenharia Conceitual, dividida em Análise de Solução e Engenharia Preliminar; elaboração da Documentação Ambiental pela Equipe de EHS; e Plano de FEL 3, que inclui o planejamento, e as estimativas de custos de FEL 3 e Execução, para aprovação de fundos de investimentos.

Figura 22 – Estrutura Analítica do Projeto – EAP da fase FEL 2.



Fonte: Consórcio de Alumínio do Maranhão (2016).

No quadro 5, foram apresentadas as estimativas de custos para a fase de FEL 2, incluindo os gastos necessários para a conclusão desta etapa do projeto. A equipe de gestão contemplou os gastos com levantamentos topográficos e estudos geotécnicos adotando como premissa, os valores utilizados no projeto da ÁREA 1. Para a cotação de Engenharia, adotou-se o valor oficial do contrato global da empresa contratada para realizar os serviços de engenharia conceitual, com a companhia. Já para o valor relativo à Equipe de Gestão de Projetos foi utilizado como base os preços já negociados no projeto da ÁREA 1, e em outros projetos da companhia. E por fim, em relação à documentação ambiental, foi estimado um valor a partir de preços do projeto análogo.

Quadro 5 – Tópicos analisados na estimativa de Custos para FEL 2.

Estimativa de Custos para a fase de FEL 2			
FASE	ITEM	Custo em %	Estimativa adotada
FEL 2	Engenharia	42,19%	Cotação Oficial do Contrato Global da empresa contratada com a companhia
	Investigação Geotécnica	16,24%	Estimativa de preço baseada nos valores negociados no projeto análogo (ÁREA 1)
	Topografia	9,57%	Estimativa de preço baseada nos valores negociados no projeto análogo (ÁREA 1)
	Equipe de Gestão do Projeto	23,92%	Estimativa de preço baseada nos valores negociados no projeto análogo (ÁREA 1)
	Relatórios Ambientais	8,08%	Estimativa de preço baseada nos valores negociados no projeto análogo (ÁREA 1)
	<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

### 7.3.2.2 *Análise de Solução*

Cabe ao processo de Análise de Solução escolher a melhor solução de alternativa de design, layout e capacidade a ser adotada no projeto, dentre aquelas desenvolvidas pela empresa de engenharia contratada.

Foram avaliadas 13 (treze) propostas de projeto com capacidades de estocagem e layouts distintos, e foi escolhida aquela que melhor atendia aos requisitos de negócio. Para a primeira etapa de avaliação, em um universo de 6 (seis) escolhas, optou-se por uma alternativa que apresentava capacidade 3 (três) vezes maior do que a ÁREA 1, com construção em 2 (dois) estágios.

Porém, ao submeter a alternativa selecionada à análise do Comitê Diretivo e do Time de Investidores, obteve-se como resultado a necessidade de reestruturação da mesma, devido à uma mudança na estratégia de negócio definida e aprovada em FEL 1 (construir uma área de disposição de resíduo com capacidade de estocagem prevista para cinco anos), passando então para a idealização de um projeto que atenda a uma capacidade de estocagem de 2 (dois) anos. Ou seja, a ÁREA 2, deverá ser planejada com um maior grau de otimização da capacidade de estocagem (redução), atendendo as taxas de produção de resíduo, e o período de execução. Essa mudança na estratégia de negócio, deu-se devido aos seguintes fatores:

- a) Restrição temporária de limite da Zona Industrial;
- b) Layout otimizado para a implantação do projeto no período de 1 (um) ano, e em apenas 1 (um) estágio;
- c) Atender a capacidade mínima de estocagem de resíduo de acordo com a produção da fábrica.

O que exigiu a elaboração de 7 (sete) novas alternativas, que estivessem alinhadas aos novos critérios de prazos e capacidade. A revisão da análise de solução, permitiu a escolha de uma alternativa, em concordância com os requisitos definidos pela equipe de projetos, entre eles:

1. Projeto com estimativa de execução dentro do período de 1 (um) ano, sendo os serviços de terraplenagem concluídos em 1 (uma) estação seca (capacidade de volume de terraplenagem 1.5 Mm<sup>3</sup>/ano).

2. A escolha de uma alternativa que não afetasse os limites de nascentes e riachos.
3. O design contemplando uma área dentro dos limites da Zona Industrial.
4. Outro fator significativo acordado garantiu que o volume da ÁREA 2 precisaria atender a geração de resíduo, ou seja, não deve comprometer a operação da fábrica.

A etapa de Seleção de Alternativa teve uma duração de 8 (oito) meses, e a partir da escolha da melhor alternativa para o projeto, foi elaborado um documento contendo a aprovação da etapa de Análise de Solução de FEL 2 (Aviso de Análise de Solução Preferencial), por todos os *stakeholders* (partes interessadas), concedendo a autorização de prosseguimento do Projeto.

Dentro de uma avaliação da metodologia FEL, pode-se inferir em relação à mudança de estratégia de negócio do empreendimento, que mesmo não estando prevista, o processo de análise de solução permitiu que ela fosse identificada de maneira precoce, já que todo o processo de desenvolvimento do projeto, em todas as fases, baseia-se na análise final dos investidores. Ou seja, a mudança aconteceu em um momento propício, e evitou que a alteração ocorresse, por exemplo, na fase de execução, o que geraria impactos imediatos nos custos.

#### 7.3.2.3 Engenharia Preliminar

Com a escolha da alternativa preferencial, o processo de Engenharia Preliminar consolidou e finalizou os dados obtidos durante as investigações geotécnicas e levantamentos topográficos preliminares, definindo: os desenhos e plantas de locação das estruturas de diques de contenção, áreas de supressão vegetal, áreas de empréstimo, drenagem de fundo e superficial, e os sistemas construtivos do empreendimento.

Além disso, nesta etapa do projeto, identificou-se a aplicação de uma importante melhoria de valor, o VIP (*Value Improving Practice*): Construtibilidade. Desenvolveu-se um estudo de Construtibilidade, que atende ao prazo estimado para execução da fase de terraplenagem em uma estação seca, seguindo a restrição de Execução do Projeto no período de 1 ano. Definiu-se o planejamento do período de construção, com quantificação de movimentação de massas (terraplenagem), de mão de obra, e equipamentos, necessários para execução dentro do prazo de 7 (sete) meses, a partir do início do período de estiagem.

Portanto a capacidade de volume de terraplenagem 1.5 Mm<sup>3</sup>/ano, foi atendida, conforme observa-se no gráfico 2.

Gráfico 2 – Previsão de Progresso das obras de terraplenagem na fase de Execução.



Fonte: Consórcio de Alumínio do Maranhão (2017).

Paralelamente aos estudos de construtibilidade e as definições dos quesitos técnicos do projeto realizados pela empresa de engenharia contratada, o time de Planejamento do Projeto, coordenado pelo Gerente, desenvolveu as entregas, que farão parte do pacote final de produtos da fase de FEL 2, e que foram analisadas conforme os capítulos 7.3.2.4 ao 7.3.2.10.

#### 7.3.2.4 Cronograma Master do Projeto

O cronograma do projeto foi elaborado pela Equipe de Planejamento do Projeto durante a Fase de FEL 2 e fornece a estimativa de todo o ciclo do projeto com os grupos de atividades, marcos e duração.

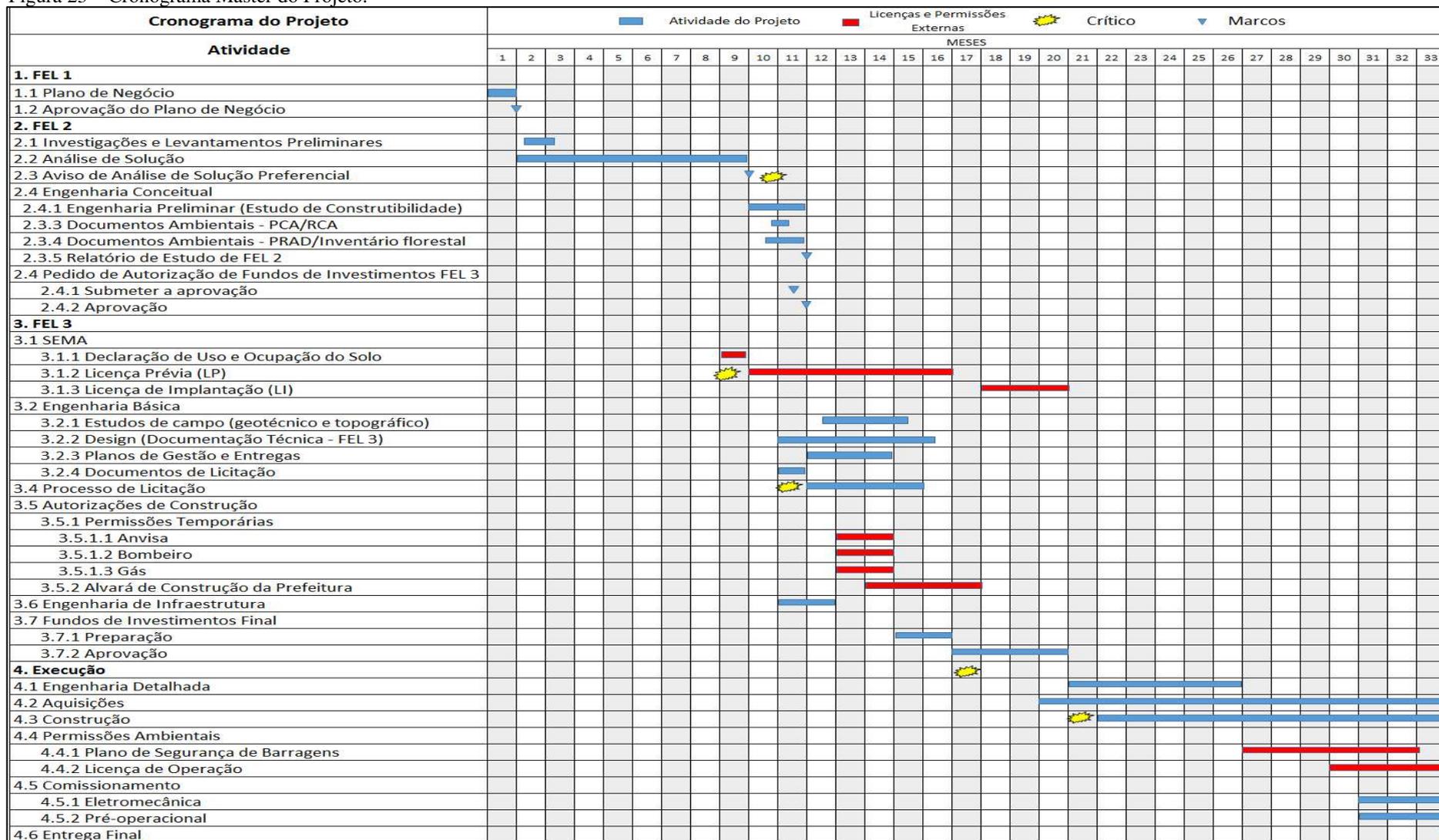
De acordo com a análise prévia de fatores de riscos propícios à gerarem atrasos no cronograma, foram identificados os principais pontos críticos:

- a) Finalização da escolha de alternativa, ou seja, ao Aviso de Análise de Solução Preferencial;

- b) Entrada no processo de aprovação da Licença Prévia, que é um documento crucial para o início da execução;
- c) Processo de Licitação para contratação de empresas terceirizadas para execução, conforme estratégia de contratos;
- d) Início da fase de execução, quando todas as permissões de construção e Licença de Instalação (LI) devem ter sido concedidas.

Para evitar atrasos no cronograma, esses riscos deverão ser trabalhados no plano de Gestão de Riscos durante a fase de FEL 3.

Figura 23 – Cronograma Master do Projeto.



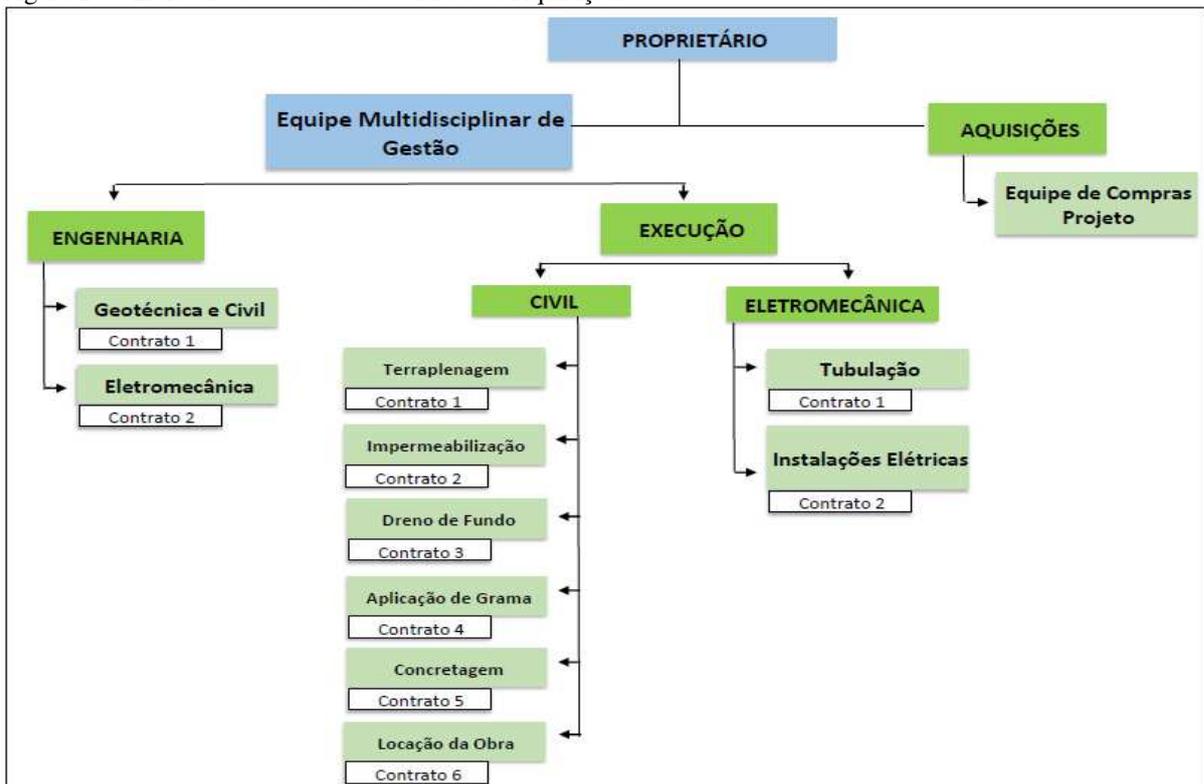
Fonte: Consórcio de Alumínio do Maranhão (2016).

Diante da ratificação dos momentos críticos do projeto, desenvolveu-se o cronograma para cada fase de aplicação da metodologia FEL, atendendo aos objetivos já definidos na estratégia de negócios, bem como, aos termos e requisitos de saúde, segurança e meio ambiente, incluindo as licenças e permissões ambientais necessárias para a execução do empreendimento, conforme figura 23.

### 7.3.2.5 Plano de Estratégia de Contrato

Para o projeto em questão definiu-se a adoção da estratégia de contratação “*In-house*” (Gestão Direta), em detrimento ao EPCM – *Engineering, Procurement, Construction and Management*, modelo este, tradicional e que consiste na contratação de uma empreiteira para gerenciar a implementação de todos os serviços definidos no escopo, devendo, a empresa contratada reportar o status do projeto ao Proprietário. Por outro lado a estratégia de contratação “*In-house*”, caracteriza-se pela gestão direta do projeto, ou seja, o Proprietário contrata uma equipe multidisciplinar para desenvolver o processo de gerenciamento, responsável por coordenar o planejamento, os custos, a qualidade e a contratação dos pacotes de execução.

Figura 24 – Estrutura de Gestão de Contratos e Aquisições.



Fonte: Consórcio de Alumínio do Maranhão (2016).

O modelo de Gestão Direta (*In-house*), mostrou-se vantajoso em relação ao EPCM, onde a estimativa de custos garantiu uma economia de cerca de 17% para o modelo *In-House*, baseado nos custos de implementação do projeto da ÁREA 1.

Ainda avaliando na ótica de melhorias da Gestão Direta, a aquisição de recursos (equipe, materiais e equipamentos) passa a ser de responsabilidade da empresa proprietária do empreendimento, o que permite uma condição mais favorável economicamente, pois os preços de mercado se tornam mais competitivos quando negociados diretamente com o fornecedor. Além disso, uma outra vantagem, refere-se ao controle do projeto, que se torna exclusivo e direto do proprietário.

#### 7.3.2.6 Avaliação de Impacto Ambiental e Socioeconômico

Com a finalidade de identificar os riscos no momento da implantação e operação do projeto de forma a eliminar, mitigar ou controlar os mesmos. Uma equipe formada por: gerente de projeto, engenheiros (meio ambiente, civil, mecânica), técnico responsável pela manutenção e operação da área, reuniu-se para definir os principais pontos de riscos, ligados ao projeto da ÁREA 2. O processo consistiu na avaliação de uma lista de verificação com vários itens relacionados à Saúde, Segurança e Meio Ambiente, e durante as discussões foram identificados os seguintes riscos no que diz respeito à:

- a) **Meio Ambiente:** emissão de particulados; geração de resíduos e outros materiais sólidos;
- b) **Saúde:** riscos ergonômicos, fadiga, exposição à radiação ou materiais químicos;
- c) **Segurança:** trabalhos em altura, espaços confinados, entre outros.

Esse procedimento de identificação dos Riscos, é um dos requisitos dentro do Plano de Gestão de projetos da empresa, e estrutura-se no RESMAP, documento padrão de Saúde, Segurança e Meio Ambiente. Para os problemas assimilados, foram sugeridas soluções que deverão ser incluídas no processo de desenvolvimento do escopo da Engenharia Básica (FEL 3), entre eles: a inclusão de um sistema de controle de particulados; a análise das atividades, buscando anexar procedimentos que evitem a exposição do executante aos riscos durante as tarefas; incluir nas atividades medidas de segurança como utilização de EPI's, entre outros.

Dentro das necessidades e requisitos ambientais, necessários para que o projeto possa iniciar sua fase de execução atendendo aos critérios definidos pela SEMA (Órgão Ambiental), foram identificados e elaborados os relatórios ambientais:

- a) PCA/RCA – Relatório e Plano de Controle Ambiental;
- b) PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas;
- c) Relatório de Inventário Florestal.

Este procedimento integra um dos parâmetros para que o projeto seja submetido à aprovação de recursos financeiros para a fase de FEL 3.

#### 7.3.2.7 Carta do Projeto

Com vistas em manter todos os envolvidos no projeto (*stakeholders*), alinhados com a oportunidade de negócio, a Carta de Projeto fornece um conjunto de informações sobre o trabalho já desenvolvido através das Etapas FEL 1 e FEL 2, identificando a necessidade do negócio, os parâmetros do projeto; o escopo; cronograma; entregas; estrutura organizacional do time de projeto, como apresentado abaixo:

- a) A necessidade do negócio: O projeto da ÁREA 2 irá fornecer capacidade de estocagem de água e resíduo, ao final da vida útil da ÁREA 1;
- b) Parâmetros do projeto: Para que o projeto seja concluído e entregue conforme o cronograma e a necessidade de área para estocagem de resíduo, o desenvolvimento e conclusão da etapa de Execução ocorrerá dentro do período de 1 (um) ano, sobretudo a terraplenagem, deverá ser concluída na estação seca;
- c) Escopo: definição da capacidade de estocagem, locação, volume de movimentação de terra, tempo de execução, materiais de construção;
- d) Cronograma (detalhado na figura 23);
- e) Entregas (Lista de Entregas):
  - Plano de Execução de FEL 2;
  - Análise de Solução;
  - Aviso de Análise de Solução Preferencial;

- Cronograma Master do Projeto;
  - Avaliação de Impacto Ambiental e Socioeconômico;
  - Plano de Estratégia de Contrato;
  - Carta do Projeto;
  - Relatório de Estudo de FEL 2;
  - Plano de Execução de FEL 3;
  - Custo Total de Investimentos;
  - Autorização de Fundos de Investimentos FEL 3.
- f) Time de Gerenciamento do Projeto (Figura 21).

#### *7.3.2.8 Relatório de Estudo de FEL 2*

O trabalho desenvolvido ao longo do processo de Análise de Solução, até a definição da alternativa preferencial e Engenharia Preliminar foi reunido em um único relatório, de forma a tornar clara e precisa a descrição da fase de FEL 2. Este relatório consiste em um produto requerido dentro do processo de gestão de projetos da empresa, e funciona como um objeto de integração do projeto, identificando e avaliando a oportunidade de negócio, e sua viabilidade técnica. Foi detalhado, através de um roteiro prático, a etapa de Análise de Solução, reunindo os pontos relevantes para a escolha da alternativa, conforme já foi visto no cap. 7.3.2.1, deste trabalho.

Durante a sua elaboração, identificou-se as permissões e licenças necessárias para a implantação do projeto, sendo estas: Certificado de Uso e Ocupação do Solo, Licença Prévia (LP), Licença de Implantação (LI), Alvará de Construção da Prefeitura. Licenças estas, que serão solicitadas durante a fase de FEL 3.

Em relação aos riscos atrelados ao processo de gerenciamento do projeto, foram identificados, entre o Proprietário do Projeto e sua Equipe de Gestão, os prováveis riscos que deverão ser considerados durante a fase de FEL 3. A relação destes riscos encontra-se organizada em uma estrutura de Riscos, dentre os quais, destacam-se:

- a) Prováveis mudanças nas Leis que regulamentam à implantação de barragens;
- b) Erros de Engenharia (estimativas de custos e cronograma);
- c) Reprovação ou atraso na emissão do Certificado de Uso e Ocupação do Solo;
- d) Atrasos na aprovação de Licença Prévia (LP);

e) Atraso na solicitação de Licença de Instalação (LI).

Estes riscos deverão ser monitorados constantemente, durante a fase de FEL 3, através do Plano de Gestão de Riscos, pois o resultado de não gerenciá-los afetará diretamente os custos e cronograma.

### 7.3.2.9 Plano de Execução de FEL 3

O plano de execução de FEL 3 foi desenvolvido durante a fase de FEL 2, como um documento que apresenta uma visão geral do planejamento para as etapas de FEL 3 e execução do projeto, através do detalhamento do escopo de trabalho, e definição da Estrutura Analítica do Projeto – EAP.

A estratégia de escopo para FEL 3 foi definida a partir da necessidade de desenvolver a Engenharia Básica em dois pacotes: Design Civil e Geotécnico (mesma empresa contratada para realizar os trabalhos de Engenharia Conceitual) e Eletromecânica (empresa especializada na área). Essas duas vertentes deverão trabalhar de forma a atender aos requisitos determinados no escopo do quadro 6.

#### a) Escopo:

Quadro 6 – Escopo de FEL 3.

Estratégia de Escopo - FEL 3	
Etapa	Descrição
<b>Project Management</b>	Definição das Equipes de Gestão do Projeto e Equipe Técnica.
<b>Engenharia Básica</b>	<b>1. Design CIVIL</b>
	1.1 Arranjo Geral
	1.2 Desenho Geométrico
	1.3 Estudos geotécnicos (estabilidade das encostas, caracterização dos solos);
	1.4 Infra-estrutura de Acesso;
	1.5 Sistema de Contenção de Resíduos:
	1.5.1 Terraplenagem
	1.5.2 Impermeabilização (definição e proteção com geossintéticos)
	1.5.3 Drenagem de Fundo
	1.5.4 Drenagem Superficial
	1.5.5 Instrumentação Geotécnica
	1.5.6 Estruturas de Concreto
	1.5.7 Recuperação de áreas de empréstimo
	1.6 Sistema de Distribuição de Resíduo;
	1.6.1 Tubulação Periférica, torres e calhas de lançamento
	1.6.2 Bases de Tubulações e Galerias
	1.7 Sistema de Recuperação de Água (Sobrenadante)
1.7.1 Rampa de Sobrenadante	

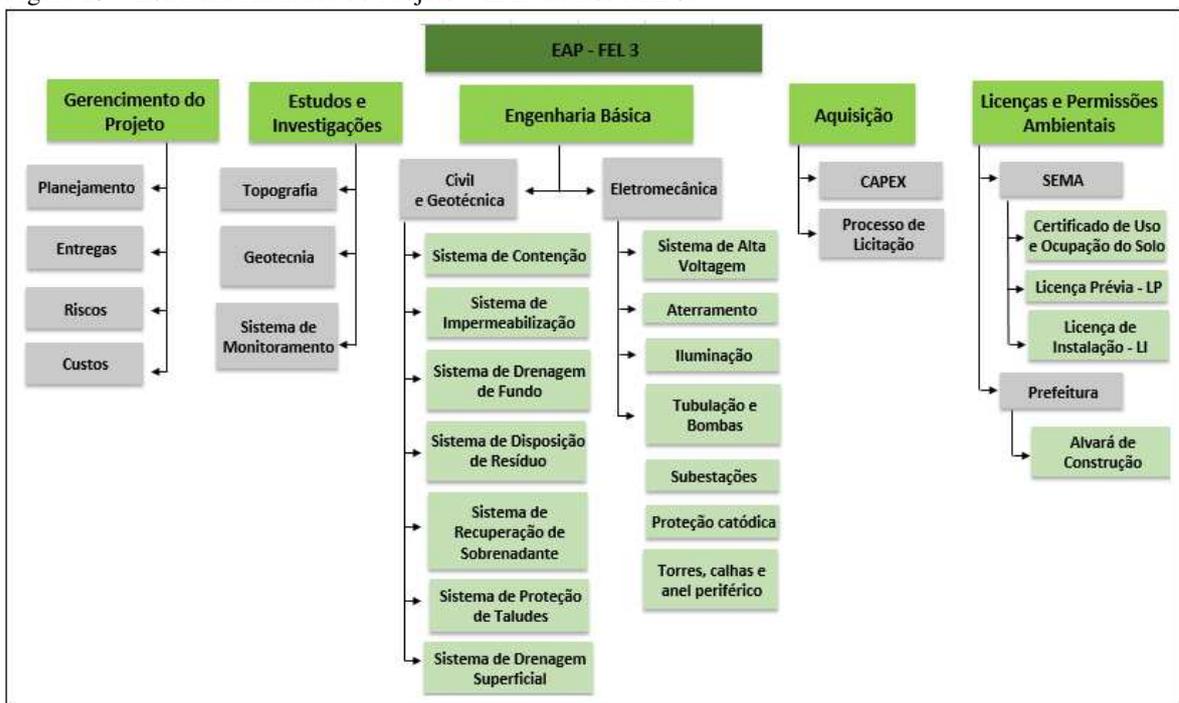
	1.7.2 Travessias (caixas de passagem)
	1.7.3 Galeria de drenagem inferior
	<b>2. Levantamento Topográfico.</b>
	<b>3. Execução de perfurações geotécnicas de solo e ensaios de campo e de laboratório.</b>
	<b>4. Projeto de Monitoramento (especificação da instrumentação de monitoramento de barragens).</b>
	<b>5. Planejamento de Execução.</b>
	<b>6. Orçamento - estimativa de custos para implementação do Projeto.</b>
	<b>7. Análise de Riscos.</b>
	<b>8. Relatório de Projeto (Descrição de projeto, registros de cálculos e desenhos).</b>
	<b>9. Desenhos (Mecânica; elétrica; tubulação e instrumentação).</b>
	<b>10. Permissão para as instalações provisórias do trabalho e para a construção.</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

### b) EAP (Estrutura Analítica do Projeto):

Para a estruturação do estágio de FEL 3, a equipe de projetos, definiu a seguinte estrutura analítica do projeto, conforme EAP da figura 25, contendo os grupos de Gerenciamento do Projeto (responsável pela gestão das atividades, planejamento e elaboração dos produtos); Estudos e Investigações (para dar suporte à Engenharia Básica); a Própria Engenharia Básica (como falado anteriormente, dividida em trabalhos de Civil e Eletromecânica); Aquisições (controle de recursos); e por fim, o grupo de Licenças e Permissões Ambientais (definidas anteriormente, em FEL 2).

Figura 25 – Estrutura Analítica do Projeto – EAP da fase FEL 3.



Fonte: Consórcio de Alumínio do Maranhão (2016).

Com a definição de um plano de execução de FEL 3, na fase imediatamente anterior, consegue-se determinar o grau de prioridade de atividades, como por exemplo, os processos de licenças e permissões, que são fundamentais para o início da fase de execução do projeto. Devendo estas, serem solicitadas conforme o cronograma (figura 23), tão logo, seja concedida autorização para iniciar a fase de FEL 3.

#### *7.3.2.10 Custo Total de Investimentos*

Conforme citado no capítulo 7.3.1.2, o Sistema de Estimativa de Custos da companhia baseia-se na prática nº 18R-97 da AACE – Association for Advancement of Cost Engineering (Associação para o Desenvolvimento da Engenharia de Custos). No caso da estimativa desenvolvida na fase de FEL 2, o Custo Total de Investimentos se encaixa na Classe 4 (-15% +25%), ou seja, o custo global do projeto poderá variar dentro desta margem, já que tem-se um nível de maturidade do projeto maior, em torno de 1% a 15%.

O resultado dessa estimativa total de custos, no presente trabalho, foi definido a partir de números percentuais baseados em projeto análogo anteriormente realizado, revelando os gastos relacionados às diferentes fases de desenvolvimento do projeto. Neste ponto do projeto, final do estágio de Engenharia Conceitual, é determinada a estimativa de custos, já incluindo o valor real para a fase de FEL 2 (Engenharia Conceitual).

Quadro 7 – Estimativa de Custos FEL 3.

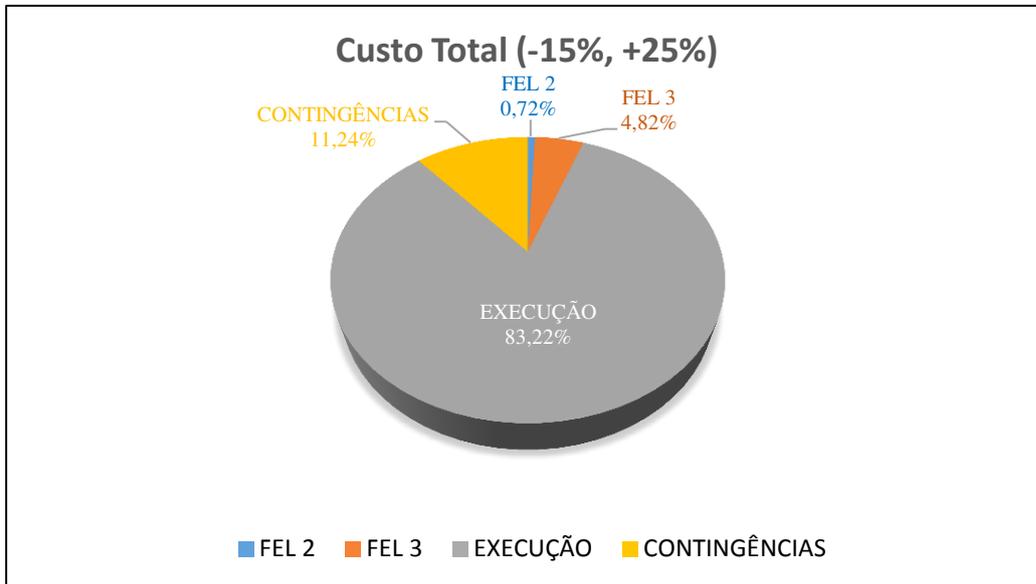
<b>Custo Total de Investimentos (-15%, +25%)</b>					
<b>FASE</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo em %</b>		<b>Estimativa Adotada</b>	
		<b>Por Fase</b>	<b>Total</b>		
<b>FEL 2</b>	<b>Engenharia Conceitual</b>	-	<b>0,72%</b>	-	
	<b>Engenharia Básica</b>	-	-	-	
<b>FEL 3</b>	Engenharia Civil e Geotécnica	11,98%	-	Cotação Oficial do Contrato Global da empresa contratada com a companhia	
	Engenharia Elétrica e Mecânica	3,69%	-	Estimativa de preço baseada nos valores negociados no projeto análogo	
	Investigações Geotécnicas	7,11%	-	Estimativa de preço baseada nos valores negociados no projeto análogo	
	Levantamentos Topográficos	4,34%	-	Estimativa de preço baseada nos valores negociados no projeto análogo	
	Equipe de Gestão do Projeto	45,55%	-	Estimativa de preço baseada nos valores negociados no projeto análogo	
	Administração	7,61%	-	Estimativa de preço baseada nos valores negociados no projeto análogo	
	Licenças	9,04%	-	Estimativa de preços realizada pela equipe do projeto com experiência no Projeto da ÁREA 1	
	Contingências	10,68%	-	Estimativa baseada na Análise de Riscos Líquidos, que incluem atrasos na liberação de permissões e licenças	
		<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>	<b>4,82%</b>	
	<b>EXECUÇÃO</b>	Serviços Preliminares	3,43%	-	Estimativa de preço baseada nos valores negociados no projeto análogo
Sistema de Contenção		50,48%	-	Estimativa de preço baseada nos valores por unidade de terraplenagem aplicados ao projeto análogo	
Sistema de Impermeabilização		16,55%	-	Estimativa de preço baseada nos valores por m <sup>2</sup> de aplicação de geossintéticos do projeto análogo	
Sistema de Drenagem de Fundo		4,46%	-	Estimativa baseada nos valores por m <sup>2</sup> de construção do sistema de drenagem do projeto análogo	
Sistema de Distribuição de Resíduo		1,64%	-	Estimativa baseada nos trabalhos de civil e mecânica do projeto análogo	
Sistema de Recuperação de Sobrenadante		4,79%	-	Estimativa baseada nos trabalhos de civil, mecânica e elétrica do projeto análogo	
Sistema de Monitoramento		2,47%	-	Estimativa de preço baseada nos valores negociados no projeto análogo	
Equipe de Gestão do Projeto		16,18%	-	Estimativa de preço baseada nos valores negociados no projeto análogo	
		<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>	<b>83,22%</b>	
<b>Contingência</b>			<b>11,24%</b>	Estimativa baseada no Método de Análise Monte Carlo	
		<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>		

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

De acordo com o gráfico 3, analisamos que os custos para as fases de FEL 2 e FEL 3, consomem respectivamente 0,72% e 4,82%, o que representa um valor mínimo se comparado com o valor estimado para a etapa de Execução do projeto, 83,22%, ou seja, o maior volume de recursos e investimentos é consumido durante a construção do

empreendimento. Consta-se, portanto, que durante a aplicação da metodologia *Front End Loading*, consome-se o mínimo de recursos financeiros, apesar de serem estabelecidos os principais critérios de definição para implantação do projeto.

Gráfico 3 – Parcela de cada fase na Estimativa de Custos Total.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

No projeto em questão constatou-se ao final da fase de FEL 2, que a estimativa de custos global feita em FEL 2 variou de - 48,7% com relação a estimativa feita em FEL 1, ficando dentro da margem de aceitação ( $\pm 50\%$ ), definida pela Classe 5. Essa diferença se deve à mudança na estratégia de negócios do projeto, realizada durante a sua Análise de Solução.

O próximo passo no processo de planejamento do projeto, consistiu em submeter a Estimativa Total de Custos, à aprovação e liberação por parte dos *stakeholders* (partes interessadas), bem como, dos investidores, garantindo os fundos necessários para realização da fase de FEL 3. Ou seja, o projeto foi submetido ao segundo portão de validação, tendo como resultado a autorização do montante estimado para iniciar o estágio final de planejamento do projeto. Confirmado no documento de Autorização de Fundos de Investimentos.

### 7.3.3 FEL 3

O projeto ÁREA 2, objeto de estudo deste trabalho, encontra-se atualmente iniciando o desenvolvimento do seu estágio de FEL 3, logo, os resultados dos seus produtos

não foram disponibilizados. Contudo, devido à complexidade e extensão de um projeto dessa proporção, neste capítulo será apresentado um fluxograma para compreensão dos principais pontos que serão considerados para concretização do planejamento do projeto, precedendo a fase de Execução.

Figura 26 – Fluxograma de FEL 3.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Conforme observa-se na figura 26 a etapa de FEL 3 será executada da seguinte forma:

1. **Licenças e Permissões:** A equipe de EHS (Saúde Segurança e Meio Ambiente) do projeto será responsável por garantir que todas as licenças (Licença Prévia (LP) e a Licença de Implantação (LI), e também, a Declaração de Uso e Ocupação do Solo) sejam concedidas pelos órgãos responsáveis.
2. **Engenharia Básica:** As empresas de Engenharia contratadas realizarão os detalhamentos técnicos (desenhos, memoriais, especificação de equipamentos, definições de Civil, e Eletromecânica, etc.), a partir das Investigações Geotécnicas e levantamentos de campo.
3. **Definição e Elaboração das Entregas:** O time de gestão do projeto, desenvolverá todos os planos pertinentes aos critérios e características do projeto, atendendo ao Sistema de Gestão de Projetos da companhia, e em conformidade com o nível de exigências de todos os *stakeholders* (partes envolvidas no projeto). Entre eles, os Planos de Gestão: de Riscos; de Qualidade; de Aquisições e Contratos; de Saúde, Segurança e Meio Ambiente; de Operação, de Execução do Projeto (PEP).
4. **Plano de Execução do Projeto (PEP):** A equipe de projeto determina de que forma o projeto será executado, de acordo com o cronograma, e os custos.

5. **Estimativa de Custos Final (-10%, +10%):** A equipe de projeto fornece uma estimativa para requerer o investimento final do projeto, dentro da Classe 3 ( $\pm 10\%$ ) do Sistema de Estimativa de Custos da AACE, tomando como base de relevância:
- a) Documentos de engenharia utilizados, com uma avaliação do seu nível de definição e de completude;
  - b) Critérios de concepção plenamente estabelecidos;
  - c) Layout do projeto com dados geotécnicos definidos;
  - d) Plano de execução do projeto com métodos de contratação e construção;
  - e) Modelo de engenharia 3D preliminar;
  - f) Estudos de disponibilidade de mão-de-obra confirmados;
  - g) O Estimativa de Custo utiliza principalmente cotações de equipamentos e materiais a granel (estima-se que aproximadamente 75% do valor destas estimativas serão baseadas em cotações firmes), custos unitários semi-detalhados e uma abordagem de estimativa estruturada;
  - h) Planejamento e alocação de recursos;
  - i) A Estimativa de Custo deve ser incorporada no Plano de Projeto Integrado.
6. **Contrato de Entrega do Projeto:** elaborado pela equipe do projeto, este documento descreve a estrutura e organização da fase de Execução, incluindo orçamento e cronograma, para que as partes interessadas (*stakeholders*) tenham conhecimento e aprovem o trabalho desenvolvido na engenharia Básica, ou seja, afirma o compromisso dos envolvidos em entregar o projeto para a fase de execução. Além disso, ele indica todos os critérios, metas e objetivos correspondentes ao escopo do Projeto.
7. **Relatório de Estudo:** também produzido pelo time de gestão, apresenta todo o trabalho desenvolvido durante a fase de FEL 3, com o objetivo de alinhar o que foi produzido com todas as partes envolvidas, funcionando como um objeto de integração do projeto.
8. **Carta de Projeto Final:** elaborado pelo time de gestão, apresenta uma descrição detalhada do projeto global, através do resultado dos seus produtos, para garantir o conhecimento e compreensão entre os *stakeholders* (partes interessadas) de como será executado e entregue para operação o novo empreendimento. Portanto, a Carta Final do Projeto serve de referência para a medição do desempenho do Projeto e das instalações, com base em objetivos,

metas e resultados-chave.

9. **Aprovação de Fundos Final:** Caracteriza-se pela autorização e liberação dos investidores, após tomarem consciência da conclusão dos trabalhos de FEL 3, e estando em concordância com a estimativa de custos apresentada. Ou seja, representa o portão de validação deste estágio. A partir da liberação dos Fundos de Investimentos é dado início a etapa de execução, onde paralelamente, desenvolve-se a engenharia detalhada.

## 7.4 Análise da Metodologia FEL no Projeto

### 7.4.1 Status das Atividades

Os produtos de cada fase deverão ser reportados e analisados pelo comitê diretivo responsável por garantir que as decisões e critérios adotados no projeto, estejam em conformidade com os objetivos de negócios da empresa, além de acompanhar o progresso do mesmo, através da análise do status das atividades, em reuniões mensais. No atual cenário, Junho de 2017, para cada fase de desenvolvimento da metodologia aplicada, o projeto apresenta o seguinte status (situação) das atividades, conforme listados os produtos.

#### a) FEL 1

Quadro 8 – Status de Entregas – Fase FEL 1.

FASE	PRODUTO	STATUS
FEL 1	Plano de Negócio	Concluído
	Aprovação do Plano de Negócio	Concluído

Fonte: Consórcio de Alumínio do Maranhão (2017).

A oportunidade apresentada na fase de FEL 1, para implementação de uma área de disposição de resíduo, foi definida com uma estratégia de negócio que atendeu os requisitos previstos no Portfólio de projetos da companhia, prevendo uma área com vida útil de 5 anos, sendo aprovada pelo time de investidores para dar continuidade ao estudo de Análise de Solução e Engenharia Conceitual.

## b) FEL 2

Quadro 9 – Status de Entregas – Fase FEL 2.

FASE	PRODUTO	STATUS
<b>FEL 2</b>	Plano de Execução de FEL 2	Concluído
	Análise de Solução	Concluído
	Aviso de Análise de Solução Preferencial	Concluído
	Cronograma Master do Projeto	Concluído
	Plano de Estratégia de Contrato	Concluído
	Avaliação de Impacto Ambiental e Socioeconômico	Concluído
	Carta do Projeto	Concluído
	Relatório de Estudo de FEL 2	Concluído
	Plano de Execução de FEL 3	Concluído
	Custo Total de Investimentos	Concluído
	Autorização de Fundos de Investimentos – FEL 3	Concluído

Fonte: Consórcio de Alumínio do Maranhão (2017).

A fase de FEL 2 teve que ser prolongada, devido à mudança de estratégia para uma área de disposição de resíduo com capacidade de estocagem de 2 (dois) anos, cujos fatores foram explicitados no capítulo 7.3.2.2, do presente trabalho. Essas alterações sofridas no processo de Análise de Solução acabaram prolongando a fase de FEL 2, que foi encerrada ao final de 8 (oito) meses, após serem definidas as especificações de Engenharia Conceitual do Projeto, e os fundos para desenvolvimento da etapa de Engenharia Básica (FEL 3), terem sido liberados pelos membros do time de investimentos (*stakeholders*).

### c) FEL 3

Quadro 10 – Status de Entregas – Fase FEL 3.

FASE	PRODUTO	STATUS
FEL 3	Documentação Técnica de FEL 3	Em progresso
	Plano de Gestão de Riscos	Não Iniciado
	Plano de Aquisições e Contratos	Não Iniciado
	Plano de Gestão da Qualidade	Não Iniciado
	Programa de Saúde, Segurança e Meio Ambiente	Em progresso
	Plano de Preparação para Operação	Não Iniciado
	Plano de Execução do Projeto (PEP)	Não Iniciado
	Estimativa de Custos - Final de FEL 3 (-10%, +10%)	Não Iniciado
	Contrato de Entrega do Projeto	Não Iniciado
	Relatório de Estudo de FEL 3	Não Iniciado
	Carta de Projeto Final	Não Iniciado
	Aprovação de Fundos Final	Não Iniciado

Fonte: Consórcio de Alumínio do Maranhão (2017).

A fase FEL 3 possui estimativa de duração de 12 (doze) meses, e atualmente (junho/2017) apresenta grande parte dos seus produtos não iniciados. Durante seu progresso serão definidos os quesitos de Engenharia Básica, relacionados à construção civil, e instalações eletromecânicas. Além da concessão das licenças e permissões necessárias para dar início à etapa de Execução.

#### 7.4.2 Aplicação de VIPs (Value Improving Practices)

A análise de desempenho do projeto, deve incluir os VIPs (*Value Improving Practices*), que consistem em melhorias de valor aplicadas durante as fases de desenvolvimento do projeto. Estas práticas visam produzir efeitos positivos nos custos e no cronograma do projeto, além de minimizar riscos.

Com o intuito de avaliar a aplicação dos VIPs no projeto em questão, um questionário (Anexo A) foi aplicado aos principais envolvidos no projeto (Equipe de Gerenciamento), contendo uma lista com as melhorias de valor passíveis de aplicação em

projetos, de acordo com definição do IPA. A partir das respostas concedidas, constatou-se que no projeto ÁREA 2 foram aplicados os seguintes VIPs:

Quadro 11 – Análise de Aplicação de VIPs.

VIPs Aplicados	Descrição	Fase de Aplicação
<b>Construtibilidade</b>	Estratégia de Execução do Projeto no período de 1 ano, através do planejamento do processo de construção, com quantificação de movimentação de massas (terraplenagem), de mão de obra, e equipamentos.	FEL 2
<b>Capacidade do Projeto</b>	Dimensionamento da capacidade máxima dentro do período de execução, e atendendo ao tempo estimado para operação.	FEL 2
<b>Seleção de Tecnologia</b>	Utilização de material (GCL) para substituir o uso de recursos naturais (argila). Construção de estrutura para recuperação de underflow (resíduo) em formato de "Shaft", substituindo o sistema de galeria.	FEL 2 e FEL 3

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

No quesito Construtibilidade o projeto garantiu o planejamento da fase de execução de terraplenagem dentro do período de estação seca, conforme custos, e prazos de conclusão da etapa de construção. Já para o VIP de Capacidade do projeto, conseguiu-se garantir que os requisitos de produção e operação (vida útil) fossem atendidos, em conformidade com a demanda de estocagem de resíduo determinada pela produção da fábrica.

Para o VIP, Seleção de Tecnologia, houveram significativas melhorias nos aspectos de custos e impactos do projeto, através da escolha de uma alternativa que não afetasse diretamente o meio ambiente, além de ser mais barata. Todas essas melhorias de valor agregam ao projeto um status de planejamento conforme as reais necessidades e condições financeiras e econômicas.

#### 7.4.3 Índice FEL

A análise de desempenho do projeto adotada no presente trabalho, é baseada no Índice FEL, responsável por avaliar três fatores distintos, atribuindo-lhes notas de 1 a 4, definidas em intervalos de classificação, permitindo assim qualificar o empreendimento,

conforme citado no capítulo 5.5 deste trabalho. Os três fatores analisados são: Fatores Locais (incluindo, Planos de Locação, Estudos de Solo e Hidrologia, Requisitos Ambientais, Requisitos de Saúde e Segurança); Fatores de Status do Design (Engenharia); e Fatores de Plano de Execução do Projeto.

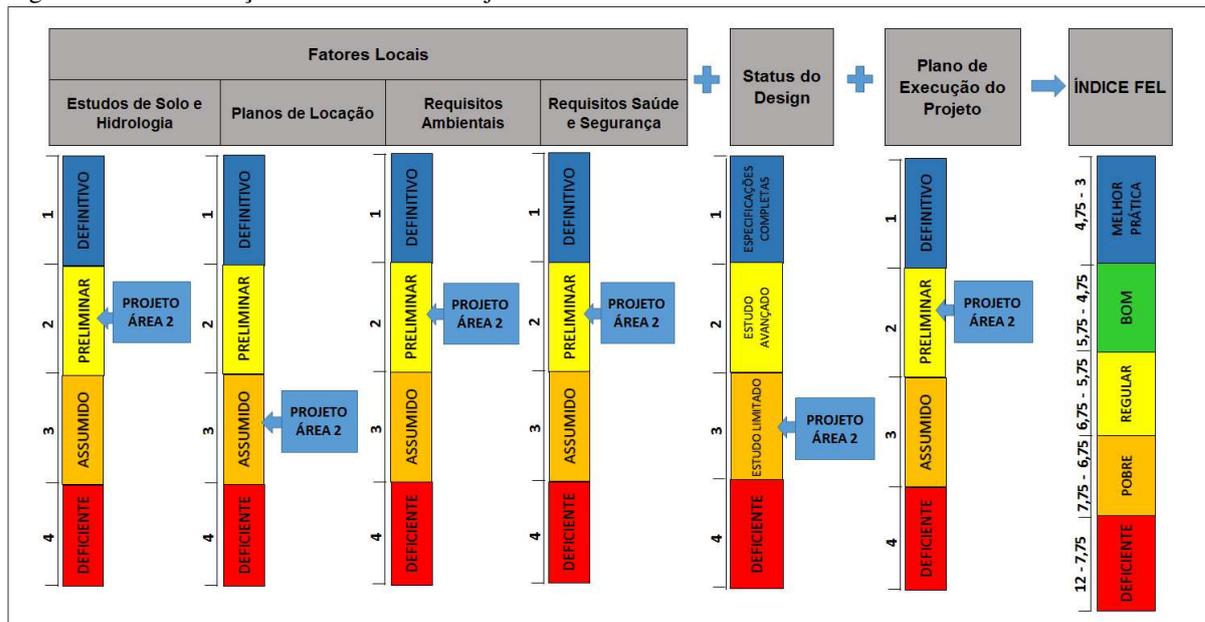
O processo de avaliação destes fatores inclui a contratação de uma empresa de consultoria ao final da fase de FEL 3. Porém, devido ao atual status de conclusão que o projeto encontra-se (atualmente, iniciando a etapa de Engenharia Básica – FEL 3), o mesmo ainda não foi submetido à análise externa.

Mas com o intuito de que seja feita a avaliação do desempenho do projeto, até a presente fase (FEL 2), será realizado, sob forma de questionário, utilizando os critérios definidos pelo IPA (2004), uma avaliação do Índice FEL no empreendimento, dividindo a análise em duas etapas: a primeira (Etapa I) consiste no questionário (Anexo B), que foi apresentado e submetido às respostas da equipe de planejamento; e a segunda (Etapa II) teve como objetivo, desenvolver uma análise qualitativa do projeto com atribuição de nota classificatória (de 3 a 12), de acordo com escala de avaliação que classifica o projeto em: Deficiente (maior que 7,75), Pobre (7,75 – 6,75), Regular (6,75 – 5,75), Bom (5,75 - 4,75) e Melhores Práticas (3 e 4,75).

#### **a) Etapa I: Questionário**

Foram elaboradas 6 perguntas, onde cada uma delas referia-se a um dos fatores de avaliação do Índice FEL (Anexo B). Cada pergunta do questionário, continha um universo de 4 (quatro alternativas), em que estas representavam as características que avaliam os fatores, conforme descrito neste trabalho, no capítulo 5.5. Na figura 27 é possível identificar o status em que os fatores do projeto da ÁREA 2 foram definidos, de acordo com os níveis de classificação que atribuem a cada fator as seguintes faixas: Definitivo/Especificações completas; Preliminar/Estudo Avançado; Assumido/Estudo Limitado; Deficiente.

Figura 27 – Classificação dos Fatores de Projeto – ÁREA 2.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O fator Estudos de Solo e Hidrologia, até o presente momento (fase de FEL 2), apresenta investigações geotécnicas definidas, porém não concluídas, o que encaixou o fator na segunda classificação, Preliminar, e de acordo com a faixa de classificação, recebeu nota 2 (dois).

Para o fator, Planos de Locação, a análise foi de que os trabalhos relacionados às instalações eletromecânicas e tubulações foram iniciados, porém seu detalhamento só ocorrerá na Engenharia Básica, logo, foi classificado como Assumido, recebendo nota de classificação 3 (três).

Quanto aos requisitos ambientais, estes já foram identificados, e iniciado o desenvolvimento dos procedimentos necessários para aprovação das Licenças e Permissões, com a elaboração de relatórios e estudos. Portanto, recebeu o status de Preliminar, com nota de classificação 2 (dois).

Dentro da Análise de FEL 2, o quarto fator, requisitos de saúde e segurança, atende ao status de Preliminar, com o desenvolvimento da RESMAP (Análise de impactos ambientais e socioeconômicos) e análise preliminar de riscos. Recebendo nota de classificação: 2 (dois).

Na análise do fator, Status do Design, o projeto apresenta Estudo Limitado, com definições de engenharia conceitual, e seleção de tecnologia. Logo, foi classificado com nota 3 (três).

O Plano de Execução do Projeto, foi enquadrado no status de Preliminar, pois durante a fase de FEL 2, desenvolveu-se o alinhamento funcional das equipes, o cronograma com marcos principais, estratégia de contratação, controle de custo, atribuindo-se nota 2 (dois).

### **b) Etapa II: Análise Qualitativa**

Como o projeto em questão, não possui a sua fase de FEL 3 concluída, a avaliação do projeto será realizada considerando apenas os resultados obtidos a partir das fases de FEL 1 e FEL 2, ou seja, apenas os Planos de Negócio e Instalação (Engenharia Conceitual) definidos, sem as definições da Engenharia Básica, portanto, a classificação obtida ao final desta análise, refere-se ao projeto parcialmente finalizado.

Durante o processo de avaliação dos resultados obtidos no questionário, os fatores foram enquadrados nas faixas de classificação de acordo com o seu nível de definição, considerando os produtos desenvolvidos até a fase de FEL 2, conforme etapa I. Para que fosse obtido um valor único, realizou-se a média das notas dos fatores Locais, somando-a com as notas dos outros dois fatores, Status do Design e Plano de Execução. Obteve-se o seguinte resultado (quadro 12):

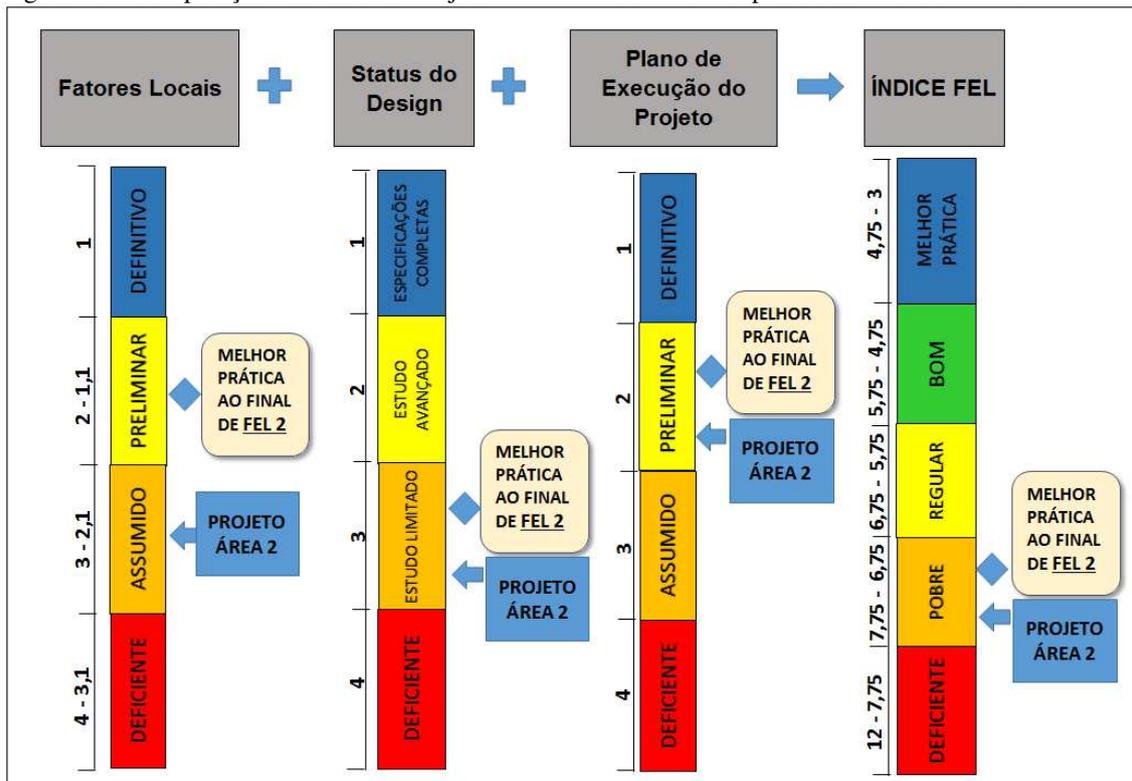
Quadro 12 – Resultado Final do Índice FEL.

Fator	Fatores Locais				Status do Design	Plano de Execução do Projeto
	Estudos de Solo e Hidrologia	Requisitos Saúde e Segurança	Requisitos Ambientais	Planos de Locação		
Nota	2	3	2	2	3	2
Média	2,25				-	-
					Soma	7,25

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O valor de 7,25 obtido com a soma das notas definidas para cada um dos fatores, classifica o projeto em Pobre (7,75 – 6,75). O que representa, dentro de uma análise ao final de FEL 2, como uma melhor prática. Portanto, considerando a adoção dos critérios de análise do projeto através do Índice FEL, chegou-se a um resultado satisfatório, e dentro dos parâmetros classificatórios determinados pelo IPA.

Figura 28 – Comparação resultado do Projeto – ÁREA 2 com melhor prática ao final de FEL 2.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

#### 7.4.4 Análise da Metodologia FEL associada ao Guia PMBOK

Para o empreendimento, objeto de estudo deste trabalho, foi realizada uma análise de cada um dos produtos desenvolvidos nas fases de FEL 1, FEL 2 e FEL 3, de forma comparativa com as áreas de conhecimento do guia PMBOK, para melhor visualização das etapas, em uma perspectiva mais generalizada de Gestão de Projetos, já que as melhores práticas do PMI são amplamente difundidas.

Obteve-se como resultado, uma analogia perfeitamente válida da Metodologia FEL com as com as áreas de conhecimento do guia PMBOK, sendo apresentada através dos quadros: 13, 14, 15.

Compreende-se no entanto, que apesar de reunir um conjunto de melhores práticas para Gestão de Projetos, o guia PMBOK não define de forma objetiva o momento em que devem ser aplicadas dentro de cada fase de planejamento, ou seja, não fornece um sequenciamento das atividades. Por isso, a importância da utilização de uma metodologia de gerenciamento, especialmente em projetos complexos, para desenvolver um planejamento sequenciado, com um grau de refinamento dos custos e prazos, e atendendo aos objetivos de negócio da empresa.

Quadro 13 – Entregas da metodologia FEL associadas ao Guia PMBOK.

Fases FEL	Produtos	Áreas de Conhecimento PMBOK									
		Integração do Projeto	Escopo	Tempo	Custos	Qualidade	Recursos Humanos	Comunicações	Riscos	Aquisições	Partes Interessadas
FEL 1	1 Plano de Negócio	Identifica uma oportunidade de negócio			Oferece uma estimativa de custos para o Projeto						
	2 Aprovação do Plano de Negócio							Comunica aos envolvidos, fornecendo aprovação para o projeto			O projeto recebe a aprovação do comitê diretivo do projeto
FEL 2	3 Plano de Execução de FEL 2	Define a estrutura organizacional de gestão do projeto	Fornecer o escopo detalhado de FEL 2	Fornecer cronograma de atividades	Apresenta estimativa de Custos de FEL 2						
	4 Análise de Solução	Analisa e define entre as alternativas de estudo qual será aplicada		Fator analisado para escolha de alternativa	Fator analisado para escolha de alternativa						O processo de análise de solução envolve as partes interessadas
	5 Aviso Análise de Solução Preferencial										Contém a aprovação da alternativa pelas partes interessadas
	6 Cronograma Master do Projeto			Fornecer o prazo de desenvolvimento das atividades							
	7 Plano de Estratégia de Contrato						Fornecer a estratégia de contratação para Engenharia, Execução		Define o processo de aquisição de recursos		
	8 Avaliação de Impacto Ambiental e Socioeconômico (RESMAP)								Estuda os riscos relacionados à Saúde, Segurança e Meio		

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Quadro 14 – Entregas da metodologia FEL associadas ao Guia PMBOK.

Fases FEL	Produtos	Áreas de Conhecimento PMBOK									
		Integração do Projeto	Escopo	Tempo	Custos	Qualidade	Recursos Humanos	Comunicações	Riscos	Aquisições	Partes Interessadas
FEL 2	9 Carta do Projeto										Fornecer às partes interessadas um entendimento do trabalho que precisa ser feito para alcançar o objetivo
	10 Relatório de Estudo de FEL 2	Apresenta os resultados do trabalho realizado em FEL 2							Identifica os riscos que deverão ser considerados no projeto		
	11 Plano de Execução de FEL 3	Define a estrutura organizacional de gestão do projeto	Fornecer o escopo detalhado de FEL 3	Fornecer cronograma de atividades	Apresenta estimativa de Custos de FEL 3						
	12 Custo Total de Investimentos				Apresenta a estimativa de custos total do projeto						
	13 Autorização de Fundos de Investimentos - FEL 3										Liberação dos stakeholders dos fundos para iniciar a fase de Engenharia Básica
FEL 3	14 Documentação Técnica de FEL 3		Definições de Engenharia (Desenhos, plantas, layouts das instalações)								
	15 Plano de Gestão de Riscos								Identificar, registrar e analisar os riscos		
	16 Plano de Aquisições e Contratos									Apresenta o processo de gestão da aquisição e logística de recursos	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Quadro 15 – Entregas da metodologia FEL associadas ao Guia PMBOK.

Fases FEL	Produtos	Áreas de Conhecimento PMBOK										
		Integração do Projeto	Escopo	Tempo	Custos	Qualidade	Recursos Humanos	Comunicações	Riscos	Aquisições	Partes Interessadas	
FEL 3	18	Programa de Saúde, Segurança e Meio Ambiente						Elaboração do programa de treinamentos, com cronograma de recrutamento		Fornece o processo para controle de Saúde, Segurança e Meio Ambiente		
	19	Plano de Preparação para Operação	Fornece o plano de transição da fase de execução para operação									
	20	Plano de Execução do Projeto (PEP)		Fornece o plano de gerenciamento de escopo	Fornece o plano de gerenciamento de cronograma	Fornece o plano de gerenciamento de custos	Fornece o plano de gerenciamento da qualidade	Fornece o plano de gestão de recursos humanos	Todos os planos do projeto são apresentados à Equipe de Gestão do Projeto	Fornece o plano de gestão de riscos	Fornece o plano de gestão de aquisições	
	21	Estimativa de Custos Final de FEL 3 (-10%, +10%)				Apresenta a estimativa de custos para a fase de execução e Engenharia Detalhada						
	22	Contrato de Entrega do Projeto										Alinha com as partes interessadas o plano de operação
	23	Relatório de Estudos de FEL 3	Apresenta os resultados do trabalho realizado em FEL 3									
	24	Carta de Projeto Final							Comunica aos stakeholders uma visão global do projeto, para garantir a compreensão do que será executado			Comunica aos stakeholders uma visão global do projeto, para garantir a compreensão do que será executado
	25	Aprovação de Fundos Final										Liberação dos stakeholders dos fundos para iniciar a fase de Engenharia

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

## 7.5 Vantagem da aplicação da Metodologia FEL no Projeto ÁREA 2

Durante o desenvolvimento das fases de FEL 1 e FEL 2, foram elaboradas estimativas para o Custo Total do Projeto. A estimativa de custo do projeto da ÁREA 2 chegou a - 48,7% em FEL 2, dentro da margem esperada ( $\pm 50\%$ ) em FEL 1.

Essa variação elevada nas estimativas, se deve ao fato de que houve uma mudança de estratégia de negócio na transição das fases FEL 1 e FEL 2. Pois, a oportunidade apresentada no Plano de Negócio, tinha a pretensão de desenvolver um projeto com capacidade suficiente para 5 (cinco) anos de vida útil, contudo, após a primeira análise de solução, em FEL 2, a definição de vida útil foi alterada para uma capacidade que atendesse apenas 2 (dois) anos de operação.

Essa alteração causou um impacto significativo no projeto, principalmente na reformulação da sua estimativa de custos e cronograma (um ano de execução), e mesmo com toda esta alteração o projeto se manteve dentro da faixa de variação de custos esperada ( $\pm 50\%$ ). Com essa mudança estratégica a equipe de engenharia contratada, teve que apresentar novas propostas para análise, o que estendeu o processo de Análise de Solução por mais 5 (cinco) meses, já que inicialmente estava previsto para ser concluído em 3 (três) meses.

Mas considerando que a alteração ocorreu durante as etapas de definição do projeto (fases FEL), e quando avaliamos os custos para a realização dos estágios de planejamento e de execução, o impacto nos gastos é muito inferior no primeiro, e essa comparação pode ser percebida por meio da análise das curvas Influência x Gastos apresentada na figura 29.

Figura 29 – Curvas Influência x Gastos.



Fonte: Vale (2011).

As curvas mostram que alterações realizadas durante as fases de planejamento do projeto (ponto A), tem a capacidade de exercer grande influência no resultado final, no entanto, necessitam de gastos bem inferiores, se comparados às mudanças durante a etapa de execução (ponto B), que geram pouca influência, a custos elevados. Portanto, o momento ideal para que as mudanças ocorram, é exatamente durante as fases FEL 1, FEL 2 e FEL3, no caso do projeto em estudo, em FEL 2.

## 8 CONCLUSÃO

A utilização da metodologia FEL – *Front End Loading* demonstrou ser uma ferramenta eficiente no processo de gestão de projetos de capital. Atribuindo de forma significativa, vantagens no desenvolvimento do planejamento de um empreendimento, através das suas fases de concepção, que garantem que todos os pontos relevantes e condicionantes do sucesso sejam avaliados para otimizar os custos e o cronograma, garantindo a qualidade, a fim de evitar modificações durante a fase de execução, o que conseqüentemente, influenciaria negativamente nos custos.

O seu método de desenvolvimento consiste na preparação do produto final para operação, com objetivo claro e definido, já que o mesmo, passa por um processo de maturação, desde a identificação do “problema”, até a escolha da alternativa que melhor atenda aos requisitos socioeconômicos, financeiros e ambientais da empresa, chegando ao detalhamento da engenharia. Garantindo assim, que o seu resultado atenda as expectativas dos investidores e acionistas da empresa, trazendo-lhes o retorno desejado.

Para que seja possível compreender o funcionamento deste processo de gestão de projetos, o trabalho apresentou a aplicação da metodologia FEL em um projeto de Área de disposição de resíduo (ÁREA 2) de Indústria localizada em São Luís - MA, destacando as fases de concepção do empreendimento, que apresentam o maior nível de influência sobre o projeto final. Foram descritos os principais pontos avaliados dentro de cada etapa, bem como, apresentados os produtos desenvolvidos pela equipe de gestão do projeto na formulação dos trabalhos de Engenharia Conceitual (FEL 2), e Engenharia Básica (FEL 3).

Em relação aos custos do projeto, constatou-se que dentro de uma visão global do seu ciclo de vida, as fases de aplicação da metodologia FEL (FEL 2 e FEL 3), representam uma porcentagem de apenas, 0,72% e 4,82%, respectivamente, enquanto a etapa de Execução do projeto, consome 83,22% dos gastos totais. Observa-se que no projeto as fases de FEL 2 e FEL 3, constituem uma parcela mínima dos custos totais estimados, apresentando ainda custo zero para FEL 1, porém, apresentam um grau de influência superior ao estágio de Execução. O que pode ser afirmado, através da avaliação do estudo de caso, apresentado neste trabalho, onde foi identificado que uma alteração na estratégia de negócio do projeto da ÁREA 2, durante a transição de FEL 1 para FEL 2, trouxe significativas mudanças (redução) no cronograma e custos do projeto, que puderam ser identificadas de forma precoce, o que para os padrões do projeto e dentro da metodologia FEL representam um fator positivo, conforme as Curvas Influência x Gastos, da figura 29.

Ao final, o projeto foi analisado, conforme índice de avaliação desenvolvido pelo IPA (*Independent Project Analysis*), Índice FEL, medindo o desempenho das suas fases de planejamento, que constatou que somente com as fases de FEL 1 e FEL 2 concluídas, o projeto já apresentava um nível de definição dentro dos parâmetros considerados como melhores práticas. Ou seja, o índice FEL avaliado ao final da fase de FEL 2, obteve nota 7,25, e foi classificado como Pobre (6,75 – 5,75), dentro de 5 faixas de classificação: Deficiente (maior que 7,75), Pobre (7,75 – 6,75), Regular (6,75 – 5,75), Bom (5,75 - 4,75) e Melhores Práticas (3 e 4,75). O que representa a faixa ideal para um projeto ser classificado, ao final do estágio de FEL 2, quando as principais características de seleção de tecnologia e gestão do projeto já foram definidas, porém o seu detalhamento só ocorrerá na fase de FEL 3 (Engenharia Básica) e Execução (Engenharia Detalhada).

Além disso, foram identificados os VIPs (*Value Improving Practices*), adotados nos estágios de definições do projeto, e que agregaram melhorias significativas nos custos e cronograma do projeto, através de técnicas de construtibilidade, dimensionamento de capacidade do projeto (estocagem), e seleção de tecnologias adequadas aos sistemas construtivos.

Com o intuito de analisar o projeto em uma perspectiva de gerenciamento de projetos do Guia PMBOK, foi possível realizar uma análise da aplicação da metodologia FEL, utilizando as áreas de conhecimento do guia de melhores práticas. Através da comparação dos produtos (entregas) das fases de planejamento com cada uma das 10 (dez) áreas de conhecimento. Permitindo desenvolver uma sinergia entre a Metodologia FEL e as melhores práticas do PMI, levando a uma visão mais abrangente dos aspectos de planejamento do processo FEL.

De maneira geral, a metodologia FEL, representa uma grande aliada no processo de planejamento e concepção dos projetos de grande capital, sob uma ótica da importância de desprender esforços durante as fases iniciais, para garantir que tenha-se um projeto com nível de definições e detalhamento máximo, evitando assim retrabalhos futuros durante a fase de execução, que gerariam custos superiores se comparados às mudanças durante a etapa de planejamento, com grau de influência menor nos resultados.

## REFERÊNCIAS

AACE International Recommended Practices. **Sistema de Classificação para Estimativa de Custos – Conforme aplicado à Engenharia, Contratação e Construção para Processos Industriais**. Prática Recomendada nº 18R-97. AACE -Association for Advancement of Cost Engineering, 2016.

BARSHOP, Paul. **Capital Projects: what every executive needs to know to avoid costly mistakes na make major investments pay off**. 1. ed. New Jersey: Wiley, 2016.

CAVALCANTE, R. C., FARIAS FILHO, J. R. Inserção da manutenibilidade no gerenciamento dos projetos complexos: proposta de modelagem utilizando a Metodologia FEL. In.: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 12., 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2015.

CONSÓRCIO DE ALUMÍNIO DO MARANHÃO. **Projeto ARB 7: documentação Interna**. São Luís: Consórcio de Alumínio do Maranhão, 2016.

\_\_\_\_\_. **Projeto ARB 7. Documentação Interna**. São Luís: Consórcio de Alumínio do Maranhão, 2017.

CHOMA, A. A. **FEL e as Práticas de Gates para Projetos de Capital: special day mundo pm – projetos de infraestrutura e construção**. [S. l.: s. n.], 2010.

CIERCO, A. A. et. al. **Gestão de projetos**. 1 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2012.

FERREIRA, G. S. **Análise e desenvolvimento de projetos de empreendimentos minerais: Um estudo sobre a aplicação da Metodologia Front End Loading**. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

GALVÃO JR., P. R.; ANDERY, Paulo. Avaliação da fase de concepção de empreendimentos de capital. In.: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 2012.

GIBSON, G. et al. “What is Pre Project Planning, Anyway?”. **J. Mgmt. in Engineering**, v.22, n.1, p. 35-42, 2006.

GOOGLE EARTH. **Nota (São Luís-MA)**. 2016. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em: 10 maio 2017.

GRIFFITH, A. F.; YAROSSE, M. E. Stage-gates for project definition of capital projects. In.: IMPA WORLD CONGRESS, 19., 2005, New Delhi, India. **Annals...** New Delhi, India, 2005.

INDEPENDENT PROJECT ANALYSIS (IPA). **Valor do Front-End Loading para o negócio: Seminário Front-End Loading**. IPA, 2004.

\_\_\_\_\_. **Análise de Risco e Benchmarking**. IPA, 2017. Disponível em: <<http://www.ipaglobal.com/services/risk-analysis-and-benchmarking>> Acesso em: 17 mar. 2017.

LIBÂNIO, P. E. A. et al. **O papel estratégico da consolidação das aquisições dos projetos de capital na fase de desenvolvimento.** [S.l.]. [2012].

MERROW, E. W. Mega field developments require special tactics, risk, management. **Offshore Magazine**, 2003.

MORAES, F. R. G. **Contribuição ao estudo da concepção de projetos de capital em mega empreendimentos.** 2010. 220 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Universidade Federal de Belo Horizonte (UFMG), Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Belo Horizonte, 2010.

MOTTA, M. O.; et al. Alinhando os objetivos técnicos do projeto às estratégias de negócio: contribuição da metodologia FEL no pré-planejamento de grandes empreendimentos. **Revista Gestão Industrial**, Paraná, v. 07, n. 04, p. 99-117, 2011.

NAKANO, Gerson; et al. **Estudo comparativo entre as metodologias do PMI e da IPA no gerenciamento de projetos na área petroquímica.** 2006. 112f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação lato-sensu MBA em Gerência de Projetos) – Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2006.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Rio Grande do Sul: Universidade FEEVALE, 2013.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK).** 5. ed. Pennsylvania: PMI, 2013.

\_\_\_\_\_. **Sobre o PMI: o que é PMI.** PMI, 2017. Disponível em: <<https://brasil.pmi.org/brazil/AboutUS/WhatIsPMI.aspx>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

RAD, Parviz F.; LEVIN, Ginger. **Project Portfolio Management: tools and techniques.** New York: International Institute for Learning, 2006.

RAMOS, Wilson José. Aplicação de VIPs em Projetos de Capital. **Mundo PM – Project Management**, ed. 63, Teoria, p. 54-59, jun./jul. 2015.

ROCHA NETO, Carlos Ferreira da; JAMIL, George Leal; VASCONCELOS, Maria Celeste Reis Lobo de. Influências culturais na adoção da gestão de projetos: um estudo qualitativo em empresas de consultoria e desenvolvimento em TI. **Journal of Information Systems & Technology Management**, São Paulo, v.6, n.2, p. 143-172, abr. 2009.

ROMANO, Fabiene V. Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, [S.l.], v. 1, n.1, p. 23-46, nov. 2006.

ROMERO, Fernando; ANDERY, Paulo. FEL – Front End Loading e LPDS – Lean Delivery Production System: para concepção de projetos de empreendimentos. **Mundo PM – Project Management**, ed. 24, Teoria, p. 14-20, dez./jan. 2009.

\_\_\_\_\_. **Gestão de Megaprojetos: uma abordagem Lean.** Rio de Janeiro: Brasport, 2016.

SANTIAGO, L. P; et. al. Potencializando o planejamento de projetos: abordagem de uma metodologia de planejamento no contexto do padrão PMBOK. In.: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2008.

SPANGLER, R. C. **Front End Loading (FEL) and Process Engineering Workflow**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia e Faculdade de Administração da Escola de Pós-Graduação da Universidade do Kansas, Kansas, 2005.

TAPIA, Carlos; et al. Benchmarking entre projetos: apoiando o sucesso na execução de projetos. **Mundo PM – Project Management**, ed. 25, Teoria, p. 52-57, fev./mar. 2009.

\_\_\_\_\_; BORGES, Ricardo. Excelência na entrega de pequenos projetos. **The IPA Institute, Advanacing Project knowledge**, 2006.

VALE. **Metodologia Front End Loading**. Valer – Educação Vale. [S.l]: Companhia Vale do Rio Doce, 2011.

VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2016.

## ANEXO A – Avaliação da Aplicação de VIPs no Projeto

## Avaliação da Aplicação de VIPs no Projeto

<b>Value Improving Practices - VIPs</b>	<b>Descrição</b>	<b>Aplicação</b>		<b>Fase (FEL 1, FEL 2 ou FEL 3)</b>	<b>Resultado</b>
<b>1 Construtibilidade</b>	Análise do projeto para reduzir custos ou prazos durante a execução. Deve ser aplicado durante os estágios de FEL e continuar na fase de execução.	SIM	NÃO		
<b>2 Definição de Padrões e Especificações</b>	Padrões e especificações de engenharia que são aplicados para aumentar a eficiência da operação, reduzindo custos operacionais e garantindo segurança dos operários.	SIM	NÃO		
<b>3 Capacidade do Projeto (Design-to-Capacity)</b>	Dimensionamento da capacidade máxima com avaliação e otimização de custos.	SIM	NÃO		
<b>4 Otimização energética</b>	Objetiva escolher o método energético mais econômico com otimização dos custos.	SIM	NÃO		
<b>5 Manutenção Preditiva</b>	Prevenção de falhas através da manutenção de equipamentos, reduzindo custos e riscos de acidentes.	SIM	NÃO		
<b>6 Modelagem de Confiabilidade</b>	Determinar as condições mais favoráveis economicamente, para o dimensionamento das instalações dentro dos padrões de operação.	SIM	NÃO		
<b>7 Simplificação de Processos</b>	Eliminação de processos que não geram valor.	SIM	NÃO		
<b>8 Seleção de Tecnologia</b>	Avaliação da possibilidade de aplicação de uma tecnologia superior a que já é utilizada.	SIM	NÃO		
<b>9 Engenharia de Valor</b>	Aplicação de sistemas que não agregam valor, visando eliminá-los ou modificá-los.	SIM	NÃO		
<b>10 Minimização de Resíduos</b>	Identificação e eliminação de fontes potenciais de resíduos, através de adoção de método ou equipamento.	SIM	NÃO		

## ANEXO B – Avaliação do Índice FEL

### Questionário

#### 1. Foram avaliadas e consideradas as características do solo para definição do Layout do projeto?

- a) Sim, foram realizadas investigações geotécnicas completas. (Definitivo - 1)
- b) Sim, com dados de investigações geotécnicas incompletas, mas com condições de avaliar a resistência do solo. (Preliminar - 2)
- c) Sim, não foram realizados estudos específicos, mas as características do solo são conhecidas. (Assumido - 3)
- d) Não foram realizadas investigações geotécnicas, pois não se aplicam ao projeto. (Deficiente - 4)

#### 2. O projeto considerou os requisitos ambientais (licenças e permissões)?

- a) Sim, todas as licenças necessárias para a construção já foram aprovadas. (Definitivo - 1)
- b) Sim, apesar de ainda não terem sido aprovadas, as licenças já foram submetidas à aprovação. (Preliminar - 2)
- c) Sim, tem-se conhecimento das licenças, mas estas ainda não foram submetidas à aprovação. (Assumido - 3)
- d) Não, os requisitos ambientais não foram considerados. (Deficiente - 4)

#### 3. O projeto considerou os requisitos de saúde e segurança?

- a) Sim, o estudo de análise de riscos e operabilidade foi concluído. (Definitivo - 1)
- b) Sim, mas o estudo de análise de riscos e operabilidade não foi concluído. (Preliminar - 2)
- c) Não, a equipe não demonstrou um esforço para a análise de riscos. (Assumido - 3)
- d) Não, estes requisitos não se aplicam ao projeto. (Deficiente - 4)

#### 4. Qual a situação dos planos de locação e instalação?

- a) Todos os equipamentos foram locados (tubulações, motores, bombas), através de desenhos eletrônicos. (Definitivo - 1)
- b) Apenas os equipamentos de maior porte foram detalhados no layout. (Preliminar - 2)
- c) O layout do plano de locação foi desenvolvido a partir de um projeto análogo. (Assumido - 3)
- d) Não possui plano de locação e instalações. (Deficiente - 4)

#### 5. Qual a situação dos plano de execução do projeto?

- a) Alinhamento funcional das estratégias de contratação e aquisição, cronograma integrado, com recursos definitivos e CPM, plano de execução completo. (Definitivo - 1)
- b) Plano de execução com estratégia de contratação e cronograma contendo os principais marcos. (Preliminar - 2)
- c) Equipe definida com identificação de alguns marcos e estratégias. (Assumido - 3)
- d) Não apresenta estratégia de contratos, equipe de projeto e cronograma. (Deficiente - 4)

#### 6. Qual o status de Engenharia do projeto?

- a) O projeto apresenta especificações completas de engenharia, com desenhos, escopo e diagramas detalhados. (Especificações completas - 1)
- b) O projeto apresenta escopo, e diagramas com pouco nível de detalhamento. (Estudo Avançado - 2)
- c) O projeto apresenta escopo, e seleção de tecnologia definidos. (Estudo Limitado - 3)
- d) Não foram desenvolvidos trabalhos de design de engenharia. (Deficiente - 4)