

GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE SUBESTAÇÕES COLETORAS: UM ESTUDO DE CASO DA SUBESTAÇÃO COLETORA CACIMBAS

[\[ver artigo online\]](#)

Andreia Cardoso Alves ¹

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que analisa o gerenciamento do projeto da Subestação Coletora (SE) Cacimbas, situada nos municípios de Ubajara e Ibiapina, no estado do Ceará e pertencente ao Complexo Eólico Bons Ventos da Serra 2 (BVS 2). O objetivo é apresentar a metodologia de gerenciamento de projetos e o uso do software de apoio MS Project, durante a concepção do planejamento e acompanhamento da Obra. O estudo é pautado em bibliografias pertinentes e em dados de levantamento de campo. Os resultados da pesquisa fornecem informações sobre a elaboração do planejamento e dados de acompanhamento que fomentam a importância do gerenciamento de projetos e do uso do MS Project para gerentes de obra.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projeto. Planejamento. Acompanhamento. Subestação Elevadora. MS Project.

MANAGEMENT OF COLLECTOR SUBSTATION PROJECTS: A CACIMBAS COLLECTION SUBSTATION CASE STUDY

ABSTRACT

This article presents the results of a research that analyzes the project management of the Collecting Substation (SE) Cacimbas, located in the municipalities of Ubajara and Ibiapina, in the state of Ceará and belonging to the Wind Complex Bons Ventos da Serra 2 (BVS 2). The objective is to present the project management methodology and the use of the MS Project support software, during the conception of the planning and follow-up of the Work. The study is based on relevant bibliographies and field survey data. The survey results provide information on the planning preparation and follow-up data that support the importance of project management and the use of MS Project for site managers..

Keywords: Project Management. Planning. Go along. Elevator Substation. MS Project.

1 Engenheira Civil (UFPI), Especialista em Gerenciamento de Obras e Tecnologia das Construções (UNICID) e em Avaliações e Perícias em Engenharia (UNICID) – (andreiacardoso_eng@hotmail.com)



INTRODUÇÃO

Em razão do período de forte escassez de chuvas, registrado na década de 2010, e do alto custo das usinas termelétricas, tem-se percebido, no Brasil, nos últimos anos, uma constante busca por fontes alternativas de geração de Energia, sobretudo por aquelas que demonstrem viabilidade ambiental e econômica. Nesse sentido, tem despontado no mercado a geração Eólica, que utiliza ação do vento para produção de Energia. Esta alavancada tem ocorrido de maneira mais precípua na região Nordeste, dada sua posição favorável quanto a este recurso natural. Nos últimos 10 anos, por exemplo, vários parques eólicos foram construídos, na região; o que maximizou a participação das usinas eólicas, na matriz de Energia Elétrica.

Estes Parques, também conhecidos como Complexo Eólicos, se constituem num espaço com alta concentração de Aerogeradores (AEGs), que são, por sua vez, dispositivos destinados a conversão da energia cinética em energia elétrica. Esta energia é transmitida por meio de redes coletoras (normalmente em média tensão) até Subestações Coletoras (SEs), que fazem, por seu turno, a transformação para alta tensão. Destas SE's, partem Linhas de Transmissão (LTs) que são, dentro desta estrutura, os meios transportadores da Energia produzida e transformada até os grandes centros consumidores da demanda.

Naturalmente, dada a alta complexidade deste tipo investimento e a grande quantidade de empresas envolvidas, um bom planejamento e controle são condições “*sine qua non*” para o sucesso do Projeto. Nesse contexto, conhecimento e técnicas de gerenciamento de Projeto são largamente difundidos e aplicados, tendo como fulcro maior o Guia de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK) do Project Management Institute (PMI), e tendo como ferramentas de auxílio os softwares destinados para construção de cronogramas, controle de custos e acompanhamento do processo construtivo.

Por conseguinte, este artigo ambiciona desenvolver um estudo acerca da aplicabilidade e da importância das técnicas do PMI e do uso de softwares no Planejamento, Monitoramento, Execução e Controle de uma obra de Subestação. Para tal, será exibido o caso real da construção da SE Coleta Cacimbas, pertencente ao Complexo Eólico Cacimbas, situado nos municípios de Ubajara e Ibiapina, no Estado do Ceará.

2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo analisar a utilização e o êxito das melhores práticas do Project Management Institute (PMI) e do software MS Project, no Planejamento, Monitoramento e Controle da Construção de um Subestação Coletora de 34,5/230kV.

3. O GERENCIAMENTO DE PROJETOS

3.1 Definição de Projeto

Para Vargas (2014, p. 3), um

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 predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade.

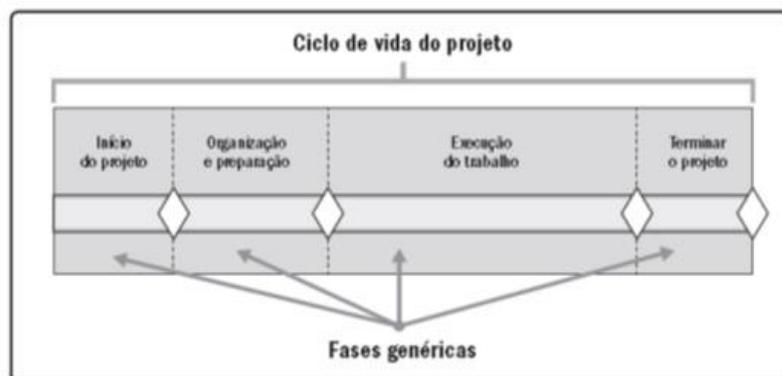
O PMI (2018, p. 4) apresenta também conceito similar e ressalta que “Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único” .

3.2 O Ciclo de vida de um Projeto

O ciclo de vida de um Projeto típico pode ser agrupado, segundo o PMI (2018, p.548), numa estrutura básica de 4 fases, a saber:

- Início do Projeto;
- Organização e preparação;
- Execução do trabalho;
- Encerramento do Projeto.

Figura 1: Ciclo de vida do Projeto



Fonte: PMI (2018, p. 548)

3.3 O Gerenciamento de Projetos baseado no Guia PMBOK

3.3.1 Conceito de Gerenciamento de Projetos

“Gerenciamento de Projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do Projeto a fim de cumprir seus requisitos. O gerenciamento de Projetos é realizado através da aplicação e integração apropriadas dos processos de gerenciamento de Projetos identificados para o Projeto”. (PMI, 2018, p.10).

O gerenciamento de Projetos é um conjunto de ferramentas que permitem que a empresa desenvolva um conjunto de habilidade, incluindo conhecimento e capacidades individuais, destinado ao controle de eventos não repetitivos, únicos e muitas vezes complexos, dentro de um cenário de tempo, custo qualidade predeterminados. (VARGAS, 2016, p.7)

Para Almeida (2009, p. 18), “gerenciar um projeto significa, resumidamente, planejar a sua execução antes de iniciá-lo e, então, acompanhar a sua execução” .

3.3.2 O Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)

Em meados do século XX, os gerentes de projeto começaram a buscar o reconhecimento do gerenciamento de projetos como profissão. Um aspecto desse trabalho envolveu obter um acordo sobre o conjunto de conhecimentos (BOK, sigla em inglês de “body of knowledge”) em gerenciamento de projetos. Este conjunto de conhecimentos acabou ficando conhecido como Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (PMBOK). O Project Management Institute (PMI) produziu uma linha de base de gráficos e glossários para o PMBOK. Os gerentes de projeto logo perceberam que nenhum livro sozinho poderia conter o PMBOK inteiro. Portanto, o PMI desenvolveu e publicou Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). (PMI, 2018, p.1).

O PMBOK é um “guia de gerenciamento de projetos internacionalmente reconhecido [...] que fornece os conceitos fundamentais de gerenciamento de projetos”. (VARGAS, 2016, p. 47). Na época de execução da SE Cacimabas, o PMBOK encontrava-se em sua sexta edição, publicada em 2018, em inglês.

4. CONSTRUÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE CRONOGRAMAS E O USO DO MS PROJECT

4.1 Cronograma Integrado Gantt-PERT/CPM

Para Vargas (2016, p. 227), desenvolver o cronograma é a etapa que tem “como objetivo determinar a data de início e término de cada atividade, uma vez que os recursos, as durações e as interdependências já estão estabelecidos.

4.2 Identificação do escopo e Estrutura Analítica de Projeto

O escopo é a totalidade do Projeto. “É o processo de desenvolvimento de uma descrição detalhada do Projeto e do produto” . (PMI, 2018, p.706).

Para Almeida (2009, p. 39), “o escopo refere-se à definição das fronteiras entre determinadas tarefas, atividades, contratos, atribuições, responsabilidades e missões. Ele define onde termina um trabalho e começa outro” .

4.3 Recursos

“Todo e qualquer projeto, simples ou complexo, pequeno e grande, de curta ou longa duração, requer a utilização de recursos, sejam eles humanos, de materiais ou de equipamentos. (NOCÊRA, 2010, p.123)

“Dá-se o nome de recursos aos insumos necessários à realização de uma atividade. Os recursos podem ser de diversas categorias: Mão-de-obra [...], Material [...]; Equipamento [...]; dinheiro. (MATTOS, 2010, p. 229).

Quando os quantitativos de recursos são plotados, num gráfico de quantidade x tempo, no formato de colunas, denomina-se o resultado gráfico de histogramas de recursos. Nesse sentido, Mattos (2010, p. 231) ressalta que “histograma do recurso é o gráfico de colunas que representa a quantidade requerida dos recursos por unidade de tempo” .

4.4 Duração

A quantidade e correta alocação de recursos são fatores essenciais para um Projeto, sobretudo na fase de cálculo da duração das tarefas e montagem dos histogramas de recursos.

Para Nocêra (2010, p. 123), “a duração de uma atividade está intimamente ligada à quantidade de recursos alocada à atividade, bem como à produtividade de cada um dos recursos e as características próprias da atividade” .

Mattos (2010, p. 47), a seu tempo, ressalta que “toda a atividade do cronograma precisa ter uma duração associada a ela. A duração é a quantidade de tempo _em horas, dias, semanas ou meses_ que a atividade leva para ser executada” .

A duração de uma atividade é, portanto, “o tempo necessário para que ela possa ser realizada. Pode ocorrer em semanas, dias, horas e minutos, dependendo de cada Projeto” . (VARGAS, 2016, p.193).

“Os métodos usuais para estimar as durações das atividades são: Estimativa única; Estimativa análoga e Estimativa paramétrica” (Nocêra, 2010, p.128)

A estimativa única é usada quando existe “uma única opinião a respeito da duração da atividade” . (Nocêra, 2010, p.128)

A estimativa análoga, por sua vez, nasce da “identificação, em projetos anteriores, de atividades similares às do projeto em questão, para projeção da duração da atividade” . (Nocêra, 2010, p. 128)

Normalmente, utiliza-se a estimativa análoga quando não existem composições ou projetos executivos que possam balizar o cálculo de duração da tarefa. A estimativa paramétrica, por seu turno, faz uso de fórmula para cálculo das durações, tomando como referência os quantitativos da tarefa a ser executada, a produtividade esperada, a jornada de trabalho e o número de recursos alocados. Abaixo, apresenta-se a fórmula proposta por Mattos para cálculo da duração de uma tarefa:

Figura 2: Fórmula para cálculo da duração

$$\text{DURAÇÃO} = \frac{\text{QTDE}}{\text{PRODUTIVIDADE} \times \text{QTDE DE RECURSOS} \times \text{JORNADA}}$$

Fonte: Mattos (2010, p.82)

Onde:

- Duração= Duração da tarefa em dias;

- Qtde= é a quantidade de serviço a ser feita na unidade de medida do serviço (Ex: m3, m2, kg, etc.);
- Produtividade= Produtividade da tarefa
- Qtde de Recursos= Número de recursos alocados para executar a tarefa;
- Jornada= Jornada diária em horas.

Notadamente, a produtividade é item indispensável na estimativa paramétrica, podendo ser obtida por meio de composições de preços, de estimativas oriundas da expertise do Engenheiro e ou da apropriação histórica em campo do serviço. A produtividade pode ser definida como a “taxa de produção de uma pessoa ou equipe ou equipamento, isto é, a quantidade de unidade de trabalho produzida em um intervalo de tempo específico, normalmente hora” . (MATTOS, 2006, p. 70)

Por salutar, ressalta-se ainda que, no cálculo das durações das tarefas, é preciso atentar para algumas recomendações técnicas de órgão americanos que “impõem a duração mínima seja de 1 dia, e a máxima o dobro da periodicidade da atualização da rede _ se a atualização for semanal, a duração máxima é de duas semanas [...]. (MATTOS, 2010, p.63)

Do exposto, é perceptível que, na estimativa paramétrica das durações, a quantidade do serviço, a produtividade e o número de recursos são variáveis que afetam diretamente na duração esperada da tarefa. Contudo, outras variáveis também devem ser analisadas e consideradas, dependendo da natureza do Projeto.

Para Nocêra (2010, p. 127), algumas destas variáveis podem ser “preparação do ambiente para execução da atividade, a alocação de recursos materiais no tempo adequado, o tempo de preparação dos equipamentos e materiais e até fatores externos, como a ocorrência de chuvas”.

4.5 Relação de Interdependência

Para Vargas (2016, p. 204), as relações de interdependência têm como objetivo “relacionar as atividades, estabelecendo precedências para que atividades interdependentes sejam identificadas e o cronograma do Projeto seja determinado. Uma atividade que comece ou finalize antes que a outra possa começar é chamada predecessora. Uma atividade que dependa do início ou do final de outra atividade é chamada sucessora” .

Almeida (2009, p.56) ressalta: “Toda tarefa componente deve, necessariamente, possuir antecessora(s) e sucessora(a), com exceção da primeira tarefa do Projeto que só tem sucessora(s) e da última que só antecessora(s)”.

Sob o prisma acima aludido, Mattos (2010, p. 97) afirma que “esse passo de planejamento precisa ser bem executado porque o produto final, que é o cronograma com as datas previstas para cada atividade, é obviamente afetado pela sequência definida”.

No ensejo, Mattos destaca ainda, em sua obra “Planejamento e Controle de Obras” que as ligações entre as tarefas podem ser de quatro tipos:

1. Início-início: significa que as duas tarefas ligadas iniciam ao mesmo tempo;
2. Término-Início: significa que a tarefa sucessora começa assim que a predecessora finalizar;
3. Início-Término: significa que a atividade sucessora termina assim que a predecessora inicie;
4. Término-término: as duas tarefas ligadas terminam concomitantemente.

“A essas ligações podem ser acrescentadas defasagens: TI+7 dias, II+ 1 semana, IT+3 dias, TT-1 dia, etc.”. (MATTOS, 2010, p.130)

Estas defasagens são conhecidas como lags e foram também definidas por ALMEIDA (2009, P.58) como “intervalo de tempo [...] entre duas tarefas específicas, não gerando custos para o Projeto por não existir participação de recurso [...]”.

4.6 Caminho Crítico

“O caminho crítico é a sequência de atividade que concorrem para a determinação da duração total”. (MATTOS, 2010, p.153).

Este caminho das tarefas que definem a duração do Projeto é também conhecido como Cadeia Principal e foi descoberto, na década de 1950, na indústria química norte-americana, pelos matemáticos Morgan Walker e James Kelley. Eles chamaram, ao método utilizado para identificação e cálculo da “Cadeia Principal”, de Critical Path Method (Método do Caminho Crítico), também reconhecido sob a sigla CPM.

Ainda na mesma década, o Program Evaluation na Revis Technique (Técnica de Avaliação e Revisão de Programas), cuja sigla é PERT, aprimorou mais o CPM, incorporando

a ideia de durações probabilísticas (duração otimista, pessimista e mais provável) aos Projetos. “Foi no PERT que surgiu o termo “caminho crítico” , embora o CPM é que o tenha incorporado ao nome”. (MATTOS, 2010, p. 112).

Dentro do diagrama de rede, o caminho crítico de uma tarefa é exatamente onde os tempos mais cedo e mais tarde são iguais, ou seja, onde ocorre a menor folga total. “É extremamente importante a identificação do caminho crítico do Projeto, visto que é este que determina a duração total do Projeto e, portanto, a probabilidade de um impacto em qualquer tarefa componente impactar o projeto como um todo”. (ALMEIDA, 2009, p. 60).

4.7 MS Project

O Microsoft Project é um software de gerenciamento de projetos que permite o desenvolvimento e acompanhamento de cronogramas para Projetos. Neste programa, é possível criar as tarefas do Projeto, definir as durações das tarefas, fazer a vinculação entre tarefas (relação de interdependência), fazer a alocação de recursos (material, trabalho e custo), efetuar a gestão de recursos, emitir de relatórios de análise de valor agregado, acompanhar Projetos (atualização do andamento das tarefas do cronograma com possibilidade de reprogramação e aferição de impactos), emitir histogramas, inserir observações nas tarefas e, por fim, guardar todo o histórico de andamento do empreendimento desde o início até seu término, num único arquivo.

López (2008, p. 11) apresenta o Microsoft Project como “uma ferramenta eficaz e flexível, [...] que, além de contar com interface gráfica e amigável, vem sofrendo melhorias e dispondo de novos e poderosos recursos para permitir a administração de projetos, sejam simples ou complexos” .

Para Vargas e Rocha (2017, p. 2), o Microsoft Project tem despontado, há algum tempo, como “uma das principais ferramentas de gerenciamento de projetos disponível no mercado. Sua similaridade com outros produtos da família office, desde a interface até os recursos, tornaram-no um líder de vendas em sua categoria”. Não obstante, o fato de trabalhar com o conceito de cronograma integrado Gantt-PERT/CPM foi também um fator preemptório para a popularização e disseminação do MS Project.

No tocante ao ciclo de vida de um Projeto, o Project é utilizado especialmente nas fases II e III, a saber: Planejamento e Monitoramento e Controle.

Figura 3: O Project no ciclo de vida de um Projeto



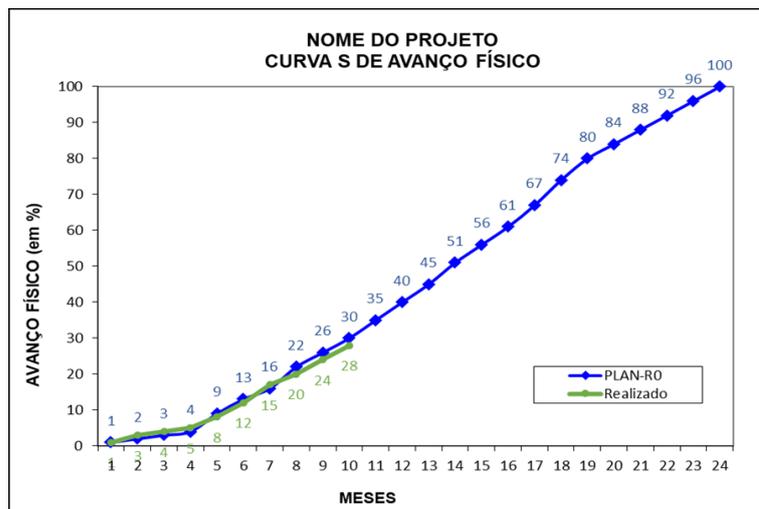
Fonte: VARGAS, 2017, p.5

5. CURVAS S PARA PLANEJAMENTO E CONTROLE

É possível, ao gerente de Projeto, reportar o andamento de um empreendimento de inúmeras formas; como, por exemplo, informando o avanço quantitativo das tarefas, em suas diferentes unidades de serviço, ou ainda indicando seus custos realizados e planejados, num determinado momento. Contudo, num Projeto que possua várias tarefas, esta forma de comunicar avanço pode se tornar morosa e pouco óbvia para profissionais sem formação em Engenharia. Além disso, existiria forte probabilidade de minimização da visibilidade do Projeto ao longo do tempo, com desvios ou adiantamentos não sendo vistos, eventualmente, da maneira mais oportuna.

Com efeito, é necessário que as tarefas possuam um referencial de medida único e que possa ser somado, de modo a totalizar o avanço planejado ou realizado de um Projeto, ao longo do tempo. Tal referencial pode ser o trabalho (Homem-hora) demandado para realização das tarefas ou ainda o valor monetário de cada atividade. Em qualquer contexto, quando plotados num gráfico, de forma acumulada e no decorrer do tempo, estes dados (trabalho ou custo) tomam a forma de uma curva popularmente conhecida como Curva S.

Figura 4: Exemplo de Curva S



Fonte: Elaborada pela autora

A alcunha de Curva S se dá pelo formato do gráfico, cuja linha lembra a letra “S”. De qualquer forma, esta curva é, em última análise, uma curva de Gauss acumulada, ou seja, trata-se de uma curva que apresenta distribuição normal, quando seus dados não estão acumulados, no decorrer do tempo. Dito isto, depreende-se que:

“O nível de atividade de um Projeto típico assemelha-se a uma distribuição normal, ou seja, uma curva de Gauss: o trabalho executado geralmente começa em ritmo lento com poucas atividades simultâneas; passa progressivamente a um ritmo mais intenso, com várias atividades ocorrendo paralelamente; e, quando se aproxima do fim, a quantidade de trabalho começa a decrescer. Esse mesmo aspecto lento-rápido-lento é verificado com o custo ao longo do andamento da obra”. (MATTOS, 2010, p. 257).

6. SE COLETORA CACIMBAS

6.1 Apresentação do empreendimento

A Subestação Coletora (SE) Cacimbas faz parte do Complexo Eólico Bons Ventos da Serra 2 (BVS 2) e está localizada nos municípios de Ubajara e Ibiapina, no estado do Ceará.

6.2 Desenvolvimento do Cronograma da SE Cacimbas

a) Identificação do Escopo e dos Requisitos

O desenvolvimento do cronograma do Projeto, pela Equipe de Planejamento, seguiu os processos de planejamento preconizados pelo PMI e se iniciou pela análise dos documentos oriundos da licitação, tais como: proposta comercial, planilha orçamentária, composições de preço, composição de BDI, composição dos encargos sociais, contrato, cronograma sintético contratual e marcos contratuais de datas. Após esta etapa, a equipe identificou os requisitos de custo e de prazo e delimitou, de acordo com os dados contratuais, o escopo do Projeto.

A planilha orçamentária, os projetos básicos, o detalhamento e as restrições de escopo contidos no texto da Proposta Comercial e o contrato da obra foram elementos essenciais para a identificação da abrangência do Projeto, pela equipe de Planejamento. De posse deles, foi constatado que a obra possuía dois grandes grupos de entrega, a saber: Obra Civil e Montagem Eletromecânica. No pacote de Obra Civil, o Projeto abarcava os seguintes itens:

- Terraplanagem;
- Fundações Setor de 230kV;
- Fundações Setor de 34,5kV;
- Canaletas;
- Parede Corta-fogo e Trafo;
- CSAO – Caixa Separadora de água e óleo;
- Edificações:
 - Casa de comando;
 - Casa Apoio;
 - Casa GMG ;
 - Guarita.
- Drenagem;
- Casa de Abrigo dos Extintores;
- Meio-fio, sarjetas, calçadas e pavimentação dos acessos interno da SE;
- Execução de Cercas;
- Britagem do pátio.

No pacote eletromecânica, por sua vez, notou-se que o Projeto alcançava os seguintes pacotes de trabalho:

- Transformador de Potência Trifásico 230/34,5kV:
 - Unidade 1;
 - Unidade 2.
- Setor de 230kV
 - Pátio;
 - Montagem dos Equipamentos;
 - Conexão com Barramento;
 - Instalação de Eletrodutos, caixas de comando e interligação;
 - Lançamento dos cabos de Força, Comando e Controle;
 - Conectorização dos Equipamentos.
- Setor de 34,5kV
 - Montagem das Estruturas e do Barramento;
 - Montagem dos Equipamentos de Pátio;
 - Conexão com o Barramento;
 - Instalação de Eletrodutos, caixas de comando e interligação;
 - Lançamento dos cabos de Força, Comando e Controle;
 - Conectorização dos Equipamentos.
- Malha de Aterramento
 - Principal
 - Rabichos
- Demais Sistemas Patio
 - Montagem do GMG
 - Iluminação / Tomadas / Extintores
 - Fibra Óptica
 - SPDA
- Montagem nas Edificações (Casa de Comando e Controle)
 - Montagem dos Painéis e SPCS
 - Montagem dos Painéis do SAE
 - Montagem do Retificador / Bateria

- Montagem do Painel de telecom
- Montagem dos Painéis de Medição e Faturamento

No que tange às restrições do escopo, percebeu-se que os projetos básicos e executivos estavam fora dos pacotes de entrega da contratada para executar a SE, estando sob a égide de outra contratada da dona do empreendimento. Além dos projetos, também ficaram fora do escopo da contratada as atividades de comissionamento e o fornecimento dos painéis internos à Casa de Comando e dos equipamentos de pátio (Transformador de Corrente (TC), Transformador de Potencial (TP), Transformadores Elevadores, Disjuntores (DJ) e Isoladores de Pedestal (IP)).

Figura 5: Detalhamento de parte do Escopo

	Resp.	Nome da tarefa
16		▸ Suprimentos
155		▸ Construção e Montagem
156	SUC	▸ Obra Civil
157	SUC	▸ Mobilização e Construção de Canteiro
158	SUC	Mobilização (Documentação)
159	SUC	Liberação do Terreno e Emissão de Licenças (Cliente)
160	SUC	Instalação do Canteiro
161	SUC	▸ Serviços Preliminares
162	SUC	Levantamento topográfico
163	SUC	Medição de Resistividade
164	SUC	Sondagem
165	SUC	▸ Terraplanagem
166	SUC	Limpeza camada vegetal (esp=30cm)
167	SUC	Escavação, carga e transporte de material de 1ª cat., DMT 1800m a 2000m
168	SUC	Compactação de aterro

Fonte: própria (2016)

A partir da análise do contrato e do cronograma sintético apresentado, na licitação, detectou-se também que a data final de entrega do empreendimento era 18/03/2017. Finalmente, por meio do Orçamento desenvolvido na fase de iniciação, foi possível obter o custo inicial que deveria ser o limitador e norteador do Orçamento Executivo.

b) Montagem da Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

A Estrutura Analítica do Projeto foi montada a partir da divisão do escopo, pelo método top-to-bottom, em pacotes de trabalho menores e compatíveis com o nível de controle que se ambicionou implantar na SE Cacimbas. Nesse contexto, estruturou-se, primeiramente, a

EAP no nível 2², onde o gerente e as demais partes interessadas poderiam identificar os marcos e os fases macro do Projeto³.

Figura 6: EAP do Projeto em nível 2

Nome da tarefa
SE CACIMBAS 34,5/230KV
▸ Marcos Contratuais
▸ Projetos
▸ Suprimentos
▸ Construção e Montagem

Fonte: própria (2016)

Na sequência, buscou-se esmiuçar, com fulcro nos projetos básicos⁴ e na planilha orçamentária, as entregas existentes imediatamente abaixo do nível 2. E, como resultado, obteve-se novas etapas ou fases macro (figura 24).

Figura 7: EAP em nível 3

Nome da tarefa
▸ SE CACIMBAS 34,5/230KV
▸ Marcos Contratuais
▸ ID's para Gerenciadora
▸ Projetos
▸ Suprimentos
▸ Equipamentos e Paineis (escopo: cliente)
▸ Estruturas de Concreto
▸ Super-Estrutura Edificações
▸ Paineis
▸ Materiais de SPDA
▸ Luminárias e tomadas de pátio
▸ Combate à Incêndio (extintores)
▸ Esquadrias
▸ Drenagem
▸ Materiais de Montagem (fabricação e entrega)
▸ Construção e Montagem
▸ Obra Civil
▸ Montagem Eletromecânica
▸ Comissionamento

Fonte: própria (2016)

² Notar que o nível 1 é a totalidade do Projeto, ou seja, é a própria SE Coletora.

³ Apesar do item Projetos e de alguns itens de suprimentos não fazerem parte do escopo da SUC, a empresa julgou salutar colocá-los no CF, de modo a mensurar eventuais impactos promovidos por estes em suas atividades.

⁴ Cronograma foi totalmente desenvolvido sobre projetos básicos. Os projetos executivos foram sendo elaborados e entregues para a contratada durante a execução da Obra.

Este trabalho de desmembramento do escopo em parte menores continuou e chegou até nível 7 de decomposição; embora nem todas as partes da EAP tenham chegado neste nível. Como já dito, a decomposição efetuada teve como parâmetro o controle que se desejava fazer, quando da etapa de execução da obra. Este trabalho, contudo, foi prejudicado pela ausência de Projetos Executivos, o que obrigou, em muitos casos, a equipe de planejamento a lançar mão projetos de outros empreendimentos, de modo a ter um parâmetro das atividades que seriam executadas.

Ademais, a contratada não pode fazer uso de planejamento por ondas sucessivas, pois a gerenciadora da obra foi clara quanto a inalterabilidade da EAP após aprovação do Cronograma Físico a ser utilizado para monitoramento e controle. Logo, a única saída cabível foi montar a EAP com base nos documentos existentes e em Projetos similares de outros empreendimentos.

c) Definição das durações

As durações das tarefas foram calculadas de acordo com particularidade de cada fase macro do empreendimento. Essencialmente, utilizou-se três métodos para a definição da duração, quais sejam:

- I. Cálculo das durações em função do quantitativo do serviço, da produtividade, da quantidade de recursos alocados e da jornada diária de trabalho (ver fórmula apresentada no item 4.4);
- II. Estimativa baseada na expertise técnica de profissionais com larga experiência, em Subestações;
- III. Histórico de durações compilados, pela empresa, para diferentes tipos de serviços executados em obras similares.

Para a fase de projetos, a Construtora contratada considerou as durações informadas, pela contratante, para a elaboração do projeto civil e do projeto eletromecânico. Esta fase não foi detalhada em cada um de seus documentos, dada quantidade de linhas que geraria na EAP e a dificuldade de acompanhar seu andamento.

No que tange ao grupo macro de Suprimentos, a equipe de planejamento estimou as durações dos principais insumos⁵, com base em dados de fornecedores e em dados históricos do Setor de Compras da empresa. No caso, especificamente, dos equipamentos e painéis, cujo fornecimento não era do escopo da contratada, a equipe de planejamento solicitou à gerenciadora da obra que informasse as datas previstas de entrega.

Para o grupo macro de Obras, por sua vez, o cálculo das durações seguiu os três métodos descritos acima. Os itens que já possuíam quantitativos definidos e pouca possibilidade de alteração, quando da emissão do projeto executivo, foram calculados de acordo com a fórmula citada no item 4.4. Os outros itens, a seu tempo, tiveram suas durações definidas a partir de consulta ao Gerente do Projeto, ao Gerente de Execução (responsável pela execução das obras) e ao engenheiro indicado, na ocasião, para ser o residente da obra.

Com relação, finalmente, ao limite máximo e mínimo das durações (ver item 4.4), a equipe de planejamento considerou o mínimo de 1 dia para as durações do Projeto. Em contrapartida, embora tenha determinado uma frequência de atualização semanal para o cronograma, a equipe desconsiderou o limite máximo de 10 dias (que é o dobro da frequência de acompanhamento).

Tal arbítrio decorreu da necessidade de adaptar os pacotes de trabalho a uma quantidade possível para ser monitorada e controlada pela equipe de planejamento. Deste modo, uma decomposição que levasse em conta pacotes de até 10 dias, engendraria um número de linhas no CF incompatível com o número de recursos destinados ao acompanhamento.

d) Montagem do Cronograma Físico no MS Project

Uma vez definidas a EAP e as durações das tarefas, a equipe de planejamento passou para a etapa de inserção destes dados no MS Project., dispondo-os nas colunas de entrada “nome da tarefa” e “duração”, respectivamente. Finalizado este *input*, iniciou-se a fase de determinação da dependência entre as tarefas. Com efeito, foram definidas inicialmente todas as predecessoras das tarefas, ou seja, todas as atividades que devem vir antes para que a atividade em questão seja executada. Estas relações de precedência foram feitas, no MS Project, na coluna “predecessoras” e seguiu direção de “cima para baixo” (da segunda para a última tarefa), na EAP do cronograma.

⁵ Apenas os insumos considerados como de maior risco e impacto no andamento das tarefas foram decompostos na EAP, dentro da fase macro de Suprimentos.

Na sequência, foram estabelecidas todas as sucessoras, isto é, todas as atividades que sucedem uma tarefa em questão. As sucessoras foram indicadas de “baixo para cima”, na EAP⁶. Concluída a fase de input das predecessoras e sucessoras, coube a equipe a verificação da rede montada no MS Project, com especial cuidado para não deixar nenhuma atividade sem predecessora (exceto a primeira tarefa do CF) e sem sucessora (exceção feita para a última tarefa que sempre fica sem sucessora).

Depois disso, a equipe iniciou amarração das tarefas que identificavam a finalização de um dado pacote de trabalho (Exemplo: reaterro de uma fundação do setor 34,5kV) com os marcos de término de fases do Projeto (Exemplo: amarração do tipo TT da atividade de reaterro de uma fundação do Setor 34,5kV com o marco contratual de entrega das fundações de pátio). Logo após, a equipe particularizou o marco de entrega da obra e utilizou o campo de “informações da tarefa”, aba “avançado” para digitar a data limite de entrega do Projeto, a saber: 18/03/2017.

Figura 8: Data Limite inserida na atividade

A imagem mostra a janela "Informações da tarefa" do Microsoft Project, na aba "Avançado". O campo "Data limite" está preenchido com "Sáb 18/03/17" e circulado em azul. Outros campos visíveis incluem "Nome" (Entrega da SE comissionada e conectada à rede da Subestação Coletora), "Duração" (0 dias), "Tipo de restrição" (O Mais Breve Possível), "Data da restrição" (ND), "Tipo de tarefa" (Duração fixa), "Calendário" (Nenhum), "Código de EDT" (1.1.10), "Método do valor agregado" (% física concluída) e "Marcar tarefa como marco" (checkbox marcado). Botões "Ajuda", "OK" e "Cancelar" estão visíveis na base da janela.

Fonte: própria (2016)

O objetivo da verificação das relações de interdependência e fixação da data limite foi obter, a partir do MS Project, o cálculo das folgas e a determinação do caminho crítico. Em

⁶ O Project preenche a coluna de sucessoras automaticamente após o input de algum dado de precedência. Assim, a fase de indicação das sucessoras foi, essencialmente, uma análise do que já estava preenchido com eventual input de novo dado.

especial, interessava a equipe ver a folga total, de modo a saber quais atividades tinha folga negativa, ou seja, haviam passado da data limite de 18/03/2017. Evidentemente, as tarefas que se apresentaram, nesta situação, precisaram ser revisadas e tiveram suas durações reduzidas e alocação de recursos reforçada. Esta etapa foi repetida até obtenção de margem de atraso total (coluna do MS Project que traz a folga total) nula e verificação de adimplemento da data de término do contrato.

Do exposto, a equipe finalizou a etapa de elaboração do cronograma físico, no MS Project e, a esta altura, já possuía total condições de determinar o caminho crítico do Projeto, os início e término planejados de cada tarefa, os início e término mais cedo e mais tarde de cada atividade e as folgas admitidas, pelo Projeto. Restava, agora, submeter o CF em MS Project à análise e aprovação da Gerência de Execução da Construtora contratada e, finalmente, a Gerenciadora da contratante. Com efeito, a gravação da linha de base ainda teria que esperar até total aquiescência das partes citadas.

6.3 Desenvolvimento do Histograma

O histograma de recursos do tipo mão-de-obra, equipamentos e veículos da SE Coletora Cacimbas foi montado a partir da quantidade de recursos estimada para cada atividade do Projeto. Neste particular, o Project foi elemento essencial para input dos dados; pois, através dele, emitiu-se o histograma inicial do Projeto devidamente somado e plotado, no decorrer do tempo.

Para o montar o histograma, a partir do MS Project, a equipe identificou cada tarefa e inseriu, no MS Project, o recurso necessário para executá-la. Ao finalizar a inserção dos recursos, a equipe gerou o histograma de recursos e o compilou, numa planilha em excel.

Figura 1: Inserção de recursos no MS Project

GRÁF	164	SUC	Sondagem	5	
	165	SUC	Terraplanagem	5	
	166	SUC	Limpeza camada vegetal (esp=30cm)	5	
IO DE TAREFAS	Nome: Terraplanagem				
	Duração: 54 dias				
	Início: Seg 18/07/16				
	Término: Qui 15/09/16				
	Id.	Nome do recurso	Unidades	Trabalho	Id.
	35	Motoniveladora 12M (plan)	1	384h	
	21	Trator D6 (plan)	1	384h	
	55	Trator de pneus com grade de disco (plan)	1	384h	
	22	Retroescavadeira (plan)	1	384h	
	37	Escavadeira Hidraulica (plan)	1	384h	
	38	Pá carregadeira (plan)	1	384h	
	26	Caminhão Pipa 15.000l (plan)	2	768h	
	39	Caminhão Truck 12m3 (plan)	4	1.536h	
	36	Rolo Compactador (plan)	1	384h	
	3	Operador de máquinas (plan)	7	2.688h	
6	Motorista (plan)	7	2.688h		
2	Servente (plan)	2	768h		
135	Facão (plan)	2	768h		
181	Foice (plan)	4	1.536h		

Fonte: própria (2016)

6.4 Desenvolvimento da Curva S

O critério de mensuração solicitado pela Gerenciadora teve como parâmetro a duração das tarefas e comparação destas durações com o somatório de todas as durações do Projeto. Além disso, a Gerenciadora também solicitou que a Construtora contratada adotasse um peso máximo de 40% para obra civil, 10% para projetos, 20% para suprimentos e 30% para montagem eletromecânica.

Nesse contexto, a Construtora teve que somar a duração de cada pacote de trabalho e acumular estas durações nos diversos níveis da EAP. Na sequência, a equipe de planejamento da contratada iniciou cálculo do % de peso de cada tarefa, conforme exemplo da figura abaixo:

Figura 10: Cálculo dos Pesos Físicos

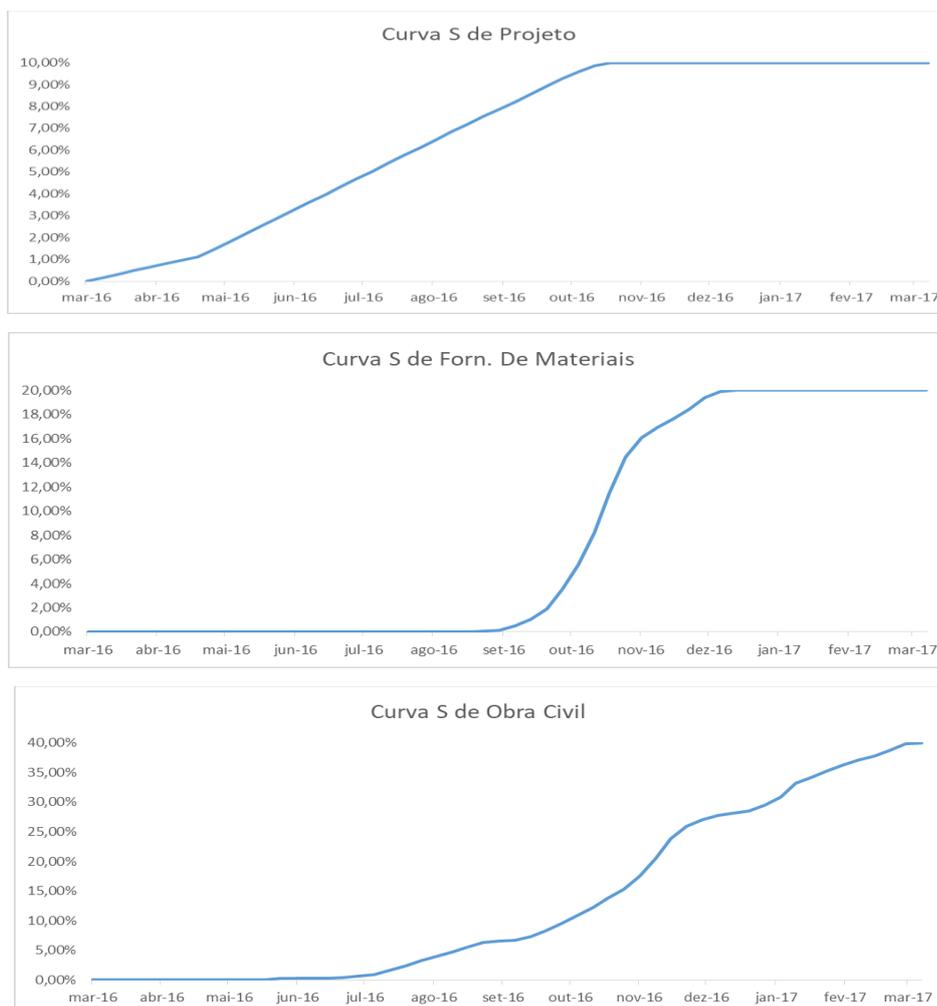
	A	B	C	D	E
217	Construção e Montagem		1872,9	55,96%	
218	Obra Civil		1293,9	40,00%	
219	Mobilização e Construção de Canteiro		52,61	1,63%	1,63%
220	SUC	Mobilização (Documentação)	9,23	17,54%	0,29%
221	SUC	Liberação do Terreno e Emissão de Licenças (Cliente)	0	0,00%	
222	SUC	Instalação do Canteiro	43,38	82,46%	1,34%
223	Serviços Preliminares		11,09	0,34%	0,34%
224	SUC	Levantamento topográfico	4,62	41,66%	0,14%
225	SUC	Medição de Resistividade	1,85	16,68%	0,06%
226	SUC	Sondagem	4,62	41,66%	0,14%
227	Terraplanagem		92,31	2,85%	2,85%
228	SUC	Limpeza camada vegetal (esp=30cm)	4,62	5,00%	0,14%
229	SUC	Escavação, carga e transporte de material de 1ª cat., DMT 1800m a 2000m	43,38	46,99%	1,34%
230	SUC	Compactação de aterro	44,31	48,00%	1,37%

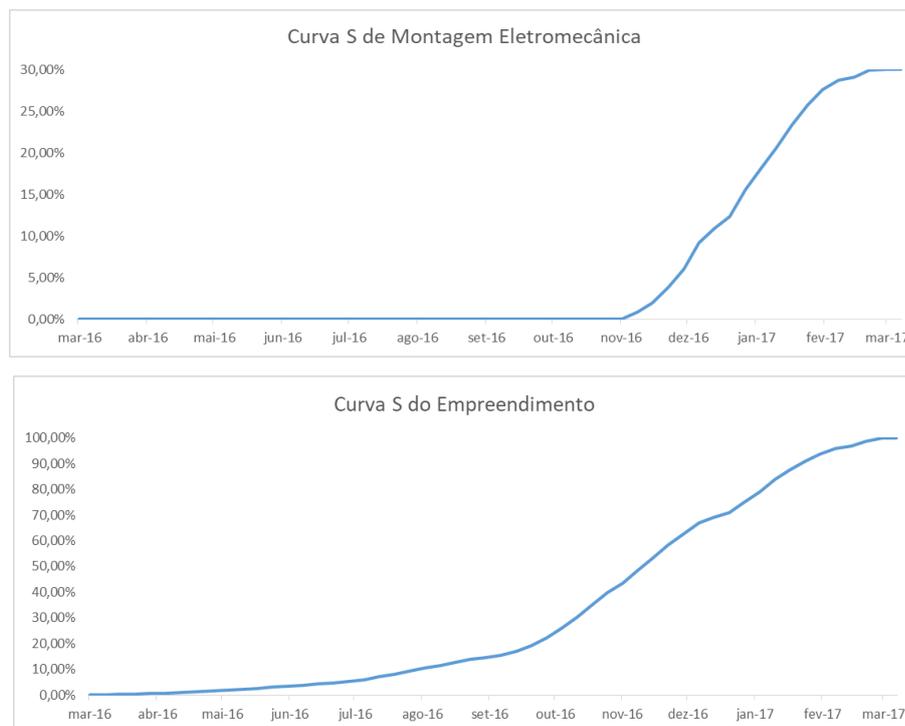
Fonte: própria (2016)

No caso acima, a tarefa “Escavação, carga e transporte de material de 1ª cat., DMT 1800m a 2000m” possuía duração prevista de 43,38 dias. Esta tarefa pertencia ao item de nível 4 “Terraplanagem” que apresentava, por sua vez, 92,31 dias de duração acumulada (somatório de duração de suas tarefas). Logo, a duração da tarefa de escavação sobraçava 46,99% do item de terraplanagem ($=43,88 \text{ dias} / 92,31 \text{ dias}$). Por outro lado, o nível de terraplanagem representava apenas 2,85% de peso físico dentro de obra civil ($= (92,31 \text{ dias} / 1293,9 \text{ dias}) * 40\%$), o que gerou um peso final para a atividade de escavação de 1,34% ($=46,99\% \times 2,85\%$).

O cálculo acima foi efetuado para todas as tarefas do Projeto e gerou as curvas S apresentadas abaixo:

Figura 11: Curvas S da SE Coletora





Fonte: própria (2016)

6.5 Desenvolvimento do Orçamento Executivo

O orçamento da SE Cacimbas foi elaborado tendo em vista os recursos de mão-de-obra, veículos, equipamentos, materiais e serviços que seriam necessários para cada tarefa. Com efeito, a equipe de planejamento fez uso das composições, dos histogramas já gerados e da lista de materiais e serviços elaboradas no orçamento inicial do empreendimento.

Evidentemente, a ausência de projetos executivos, nesta fase do empreendimento, representou um limitador para a previsão de custos com materiais, haja vista não ser possível precisar com exatidão os custos de materiais. E, até mesmo, os recursos do tipo trabalho previstos nos histogramas estavam sujeitos à alteração, quando da elaboração dos projetos executivos.

Dessa maneira, a equipe tomou decisão de utilizar, durante a fase de execução e de monitoramento e controle, o método de nova estimativa para cálculo da Estimativa para Término, ou seja, do orçamento para término do empreendimento. Tal decisão permitiria avaliar o impacto real das mudanças de histogramas e da lista de materiais.

Além do orçamento, a equipe de planejamento elaborou também o fluxo dos custos previsto, ou melhor, a distribuição dos custos no decorrer do tempo. O critério utilizado para

elaboração deste fluxo foi puramente econômico, isto é, com base no momento onde ocorreriam as obrigações (mês de competência). Logo, as previsões do fluxo de custos mostravam as obrigações da empresa no decorrer do tempo; porém, não exibiam o desembolso de fato a ser efetuado (fluxo de caixa).

Por oportuno, destaca-se que foi elaborado também o orçamento e o fluxo das despesas da Construção do canteiro e da Administração Local necessária para gerenciamento das quatro obras a serem executadas pela Construtora contratada, a saber: Bay, RMT, LT e SE. Para efeito de visualização do impacto de custos da Administração no orçamento da SE, utilizou-se um critério de rateio, baseado no preço de venda total do complexo. Assim, a SE Coletora, como abarcava 31% do preço venda, ficou também com 31% do custo referente à Administração Local.

6.6 Planejamento das Aquisições

Nesta fase, o gerente elencou os itens a serem comprados, o limite máximo de preços, a data de entrega dos materiais e a forma de compra (com faturamento direto para o cliente ou com faturamento direto para a construtora contratada). Além disso, o gerente desenvolveu, junto à equipe de compra, uma planilha denominada “Mapa de Suprimentos”, cujo objetivo era acompanhar o processo de compras dos itens mais relevantes (críticos) do contrato. Por fim, foi também desenvolvido um formulário padrão para as compras com faturamento direto e um processo para regulamentação das cotações, escolha e aprovação dos fornecedores, rotina de reuniões, emissão dos pedidos, elaboração de contratos e acompanhamento das aquisições e da logística de entrega.

6.7 Planejamento da Qualidade e da Segurança

A empresa, nesta etapa, fez juntada dos processos e formulários de qualidade e de segurança que já possuía e que se destinava para este tipo de obra. Tais processos foram adaptados para o empreendimento, pelos respectivos chefes da Segurança e da Qualidade.

6.8 Execução, Monitoramento e Controle

Neste estágio do ciclo de vida da SE Cacimbas, ocorreu a elaboração dos Projetos Executivos (escopo de outra contratada da BVS), a execução das Obras Cíveis, da Montagem Eletromecânica, a aquisição de recursos (material, mão-de-obra, veículos e equipamentos) e o

monitoramento e controle de todas estas etapas. Afim de melhor gerenciar estas fases, o Gerente do Projeto definiu, ainda no Grupo de Processo de Planejamento, o Plano de Gerenciamento do Projeto, cujas diretrizes balizaram o acompanhamento e a execução das atividades.

6.8.1 Execução, monitoramento e controle da Obra: Julho/2016 à Novembro/2016

Na fase de execução das obras civis, a equipe administrativa (engenheiro, técnicos, auxiliares administrativos, almoxarifes e encarregados) e as equipes de campo foram devidamente implantados na obra, de acordo com quantidades definidas em histogramas e com as atividades delineadas no cronograma físico da obra. Assim, em 18/07/2016, a construtora contratada iniciou a fase de terraplanagem do platô da Subestação, finalizando-a, dentro da final esperada, a saber: 15/09/2016.

Pode-se citar como fatores que contribuíram para o atendimento tempestivo da tarefa de terraplanagem os seguintes pontos:

- Alocação em tempo hábil das máquinas e dos veículos;
- Alocação correta e tempestiva de mão-de-obra direta (operadores, motoristas e serventes);
- Recebimento dos projetos executivos e das notas dentro do prazo previsto;
- Atendimento da produção, com base em CF executivo.

Cumprir destacar que o monitoramento e controle desta fase de obra, bem como das demais que a sucederam foi efetuado por meio de reunião semanal para atualização de cronograma e definição de ações de correção, quando da percepção de qualquer desvio. Além desta conferência, havia também a reunião semanal com gerenciadora, onde a construtora contratada apresentava seu desempenho físico e discorria sobre os temas de segurança, qualidade e suprimentos (todas as reuniões eram registradas em formulário padrão de ata de reunião). Toda semana, em conformidade com o PGP, a contratada enviava ainda para as partes envolvidas o Relatório semanal do empreendimento, no qual constava o cronograma físico atualizado, os histogramas atualizados, a curva de avanço e o mapa de suprimentos (planilha com controle das compras dos itens mais relevantes do contrato). Diariamente, e enviava-se ainda a Programação e Produção Diária (PPD), contendo o planejamento diário das tarefas e o realizado do dia anterior e o Relatório Diário de Obra (RDO). O formulário do

PPD era de responsabilidade do gestor da obra e sua distribuição para as equipes de campo também era atividade de sua competência.

Após a terraplanagem, o CF da obra indicava o início das atividades de fundações dos Transformadores de força, em 21/09/2016, e das fundações do setor 230kV, começando pelas bases dos disjuntores, em 26/09/2016. A base dos transformadores foi iniciada, conforme data planejada; contudo, as fundações do setor 230kV enfrentaram problemas, na programação; dado que o projeto das fundações do referido setor atrasou.

Somente em 03/10/2016, as fundações dos disjuntores do setor 230kV puderam, de fato, ser iniciadas, o que gerou, naturalmente, revisão nas programações do CF da obra. Além disso, as fundações dos pórticos e dos suportes de equipamentos também sofreram revisão de datas. Isto porque o processo de elaboração de projetos e a fabricação das estruturas de concreto dos pórticos atrasaram e as estruturas que deveriam estar na obra, a priori, em 17/11/2016, apresentaram, nas atualizações de cronograma realizadas em setembro de 2016, juntamente com a equipe de suprimentos, previsão de chegada no interregno de 21/12/2016 à 11/01/2017.

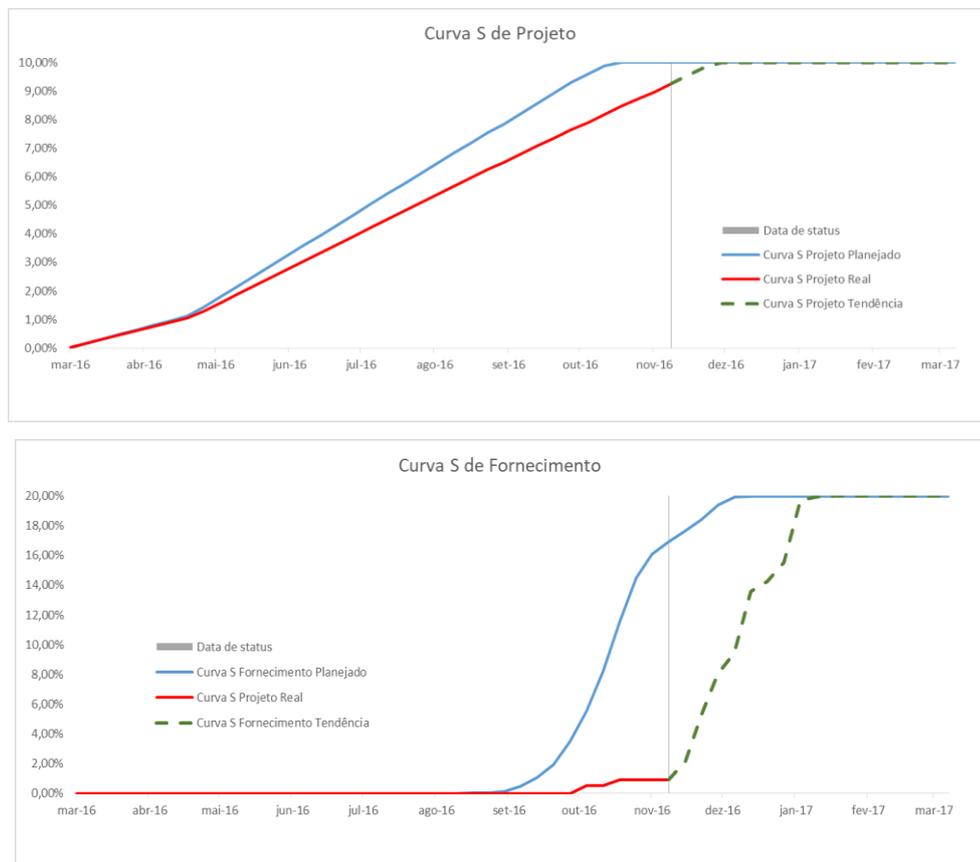
Ademais, o atraso na entrega das estruturas de concreto também alcançou as estruturas pertencentes ao setor 34,5kV, as quais igualmente tiveram que passar por revisão de datas. Evidentemente, já se sabia, naquela altura, que os atrasos na entrega das estruturas dos pórticos e dos suportes dos equipamentos poderiam gerar deslocamento da data final, pois estas estruturas faziam parte do caminho crítico da obra.

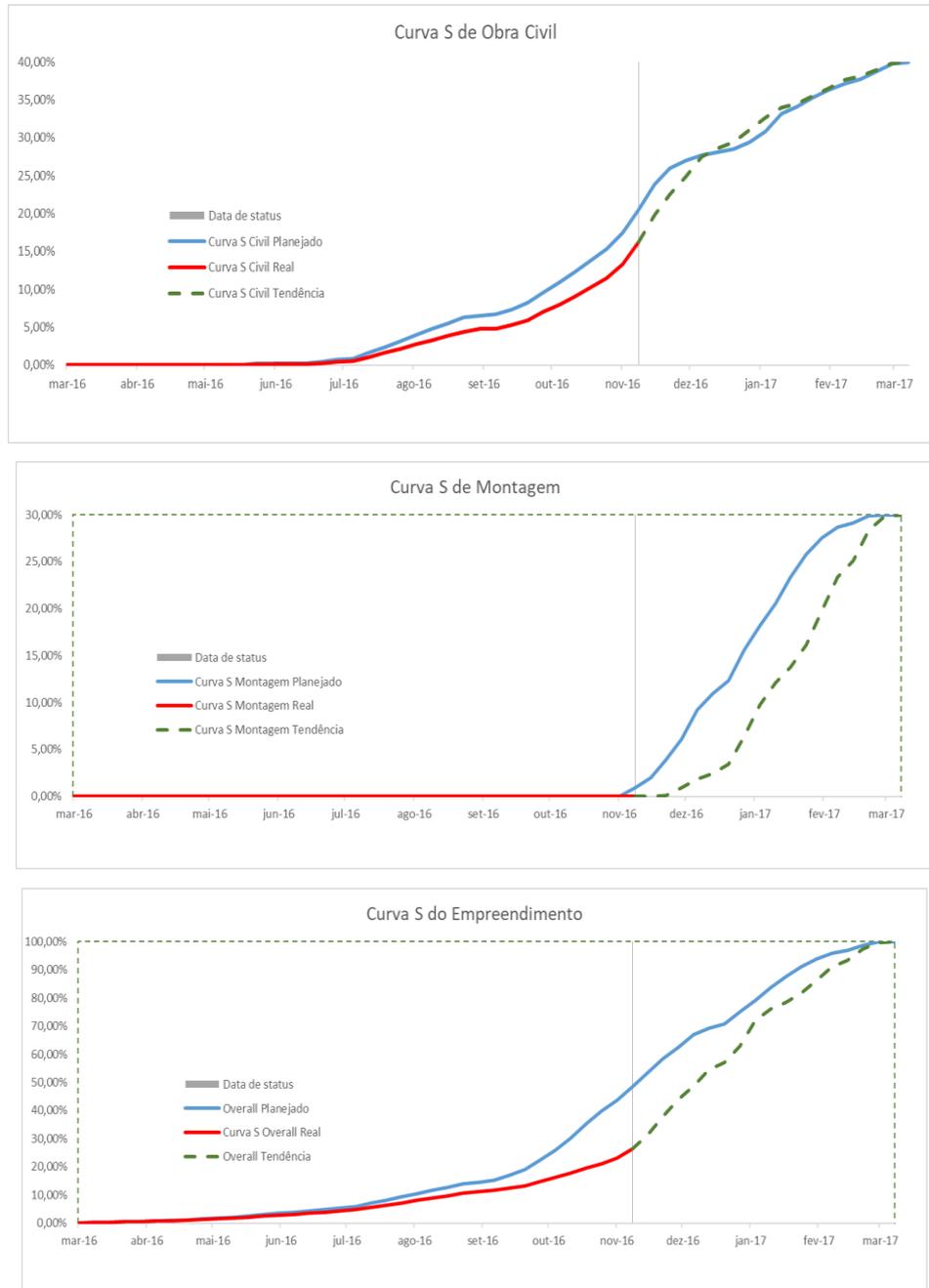
Outro ponto que prejudicou as obras civis e afetou o caminho crítico foi o projeto de fundação da casa de comando, cuja entrega ocorreu fora da data planejada para execução da tarefa. De fato, a obra iniciou as fundações da casa de comando em 11/11/2016, cerca de um mês depois do início planejado (início planejado era 10/10/2016). Salienta-se que a casa de comando, à guisa das estruturas dos pórticos, também pertenciam ao caminho crítico do Projeto e que em seu início atrasado gerou forte necessidade de revisão do CF.

Observou-se também um discreto atraso no item de montagem dos transformadores, cuja data inicial era de 29/11/2016 e que, com o atraso na chegada dos citados equipamentos, foi procrastinado para 08/12/2016. Por outro lado, itens, como canaletas, drenagem, fundação da parede corta-fogo e construção da caixa separadora de água e óleo, ficaram dentro do planejado e exibiram performance, até final de novembro, conforme esperado.

Apesar de algumas tarefas terem sido executadas tempestivamente, os atrasos ocorridos em tarefas críticas obrigaram a equipe de planejamento a reprogramar, no MS Project, praticamente todo o cronograma, de modo a manter a data final do empreendimento, o que implicou na mudança de algumas premissas, como trabalho aos sábados (inicialmente, não reputado), acréscimo de recursos do tipo mão-de-obra e paralelismo entre várias atividades. A curva de avanço da obra, obtida do software MS Project, apresentou, após esta revisão, comportamento “descolado” da linha de base e com indicativo de acentuado esforço de trabalho para manutenção da data final.

Figura 12: Curvas S em 21/11/2016





Fonte: própria (2016)

Após reprogramação e análise das curvas, a equipe constatou que não havia possibilidades de recuperação da linha de base original; pois, naquela altura, o Projeto indicava atraso de 21,93%, e demonstrava tendência de não se coadunar novamente com a curva original. Isto posto, procedeu-se com gravação de nova LB, para fins de obtenção de um novo parâmetro de comparação entre o avanço planejado e o avanço realizado.

Figura 13: % de Atraso, ao final de novembro de 2016

	Av. Plan. Acum.	Av. Acum. Realizado	Desvio
Projetos Básicos e Executivos	10,00%	9,25%	0,75%
Forn. Material	16,92%	0,90%	16,02%
Obra Civil	20,52%	16,27%	4,25%
Mont. Eletromecânica	0,91%	0,00%	0,91%
Empreendimento	48,35%	26,42%	21,93%

Fonte: própria (2016)

6.8.2 Execução, monitoramento e controle da Obra: Dezembro/2016 à Março/2017

Em dezembro e janeiro, as fundações dos setores 230kV e 34,5KV seguiram dentro do planejado, chegando, em alguns casos (como as fundações dos postes do setor 34,5kV), até estarem adiantadas com relação ao planejado. A parede corta-fogo e a CSAO também acompanharam a nova linha de base gravada em novembro e, à guisa do ocorrido nas fundações do setor 34,5kV, chegaram a esboçar adiantamento em algumas de suas tarefas.

A Casa de Comando, por outro lado, enfrentou problemas na aquisição e entrega das lajes, o que culminou num atraso de 3 semanas para início desta tarefa. Evidentemente, tal atraso gerou impacto na montagem dos painéis de vedação lateral (a alvenaria desta edificação foi feita com painéis isotérmicos) e nos acabamentos internos da edificação. Naturalmente, a montagem das baterias e retificadores, dos painéis de Sistema de Proteção e Controle, dos painéis de Telecom, dos painéis de medição e controle e dos painéis de Sistema Auxiliar findaram por sofrerem igual atraso, dado que suas predecessoras eram os acabamentos internos da Casa de Comando (1ª demão de pintura, piso e canaletas). Em 31/03/2017, a Casa de Comando exibia previsão de término em 19/04/2017, em face dos atrasos retro citados.

Outra edificação que teve seu andamento impactado foi a casa de apoio, cujo Projeto foi modificado por solicitação do cliente e demorou cerca de 3 meses para ser finalizado, negociado contratualmente (houve mudança no escopo e esta alteração gerou aumento dos custos) e ter seus materiais comprados. Assim, a superestrutura da casa de apoio que deveria ter sido iniciada em 13/12/2016, começou tão somente em 21/03/2017 e o término da edificação se alterou de 27/01/2017 para 29/04/2017.

No tocante à drenagem, houve início dentro do planejado e andamento de 98% conforme esperado; porém, o término de cerca de 2% foi comprometido, haja vista que alguns dispositivos de drenagem e alguns trechos de dutos não puderam ser executados em razão da montagem das estruturas de concreto dos pórticos e dos equipamentos de pátios. Naquela altura, fazia-se necessário deixar alguns pontos do Setor 230kV livres para movimentação do guindaste e dos caminhões muncks.

A Montagem Eletromecânica do Setor 230kV, a seu turno, iniciou com 5 dias de atraso, pela instalação das estruturas de concreto. Tal montagem se estendeu 15 dias além do planejado, pois a equipe de montagem enfrentou problemas como “quebra” do guindaste, período chuvoso e, até mesmo, atraso na entrega de parte dos suportes de concreto das Chaves Seccionadoras. Com relação à montagem dos equipamentos, a obra teve problemas na entrega dos acessórios de fixação dos equipamentos no capitel, o que levou a um atraso de cerca de 3 semanas para término da montagem dos equipamentos.

A conexão dos equipamentos de pátio com o barramento ocorreu, parcialmente, dentro do planejado; entretanto, viu-se impactada no que se refere à conexão de 3 TC's (Transformadores de Corrente), 3 TP's (Transformadores de Potência) e 3 PR's (Pára-raios), cuja execução dependia da chegada da linha de transmissão que interligava à SE Cacimbas à SE de Tianguá. A chegada da LT estava prevista para 05/06/2017, o que deslocou a previsão de execução para 06/06/2017.

Os eletrodutos e caixas de comando e interligação iniciaram com 3 dias de atraso; porém, foram finalizados com cerca de duas semanas de antecipação. Já a atividade de lançamento de cabos exibiu atraso na aprovação do Projeto e foi finalizada em 21/03/2017.

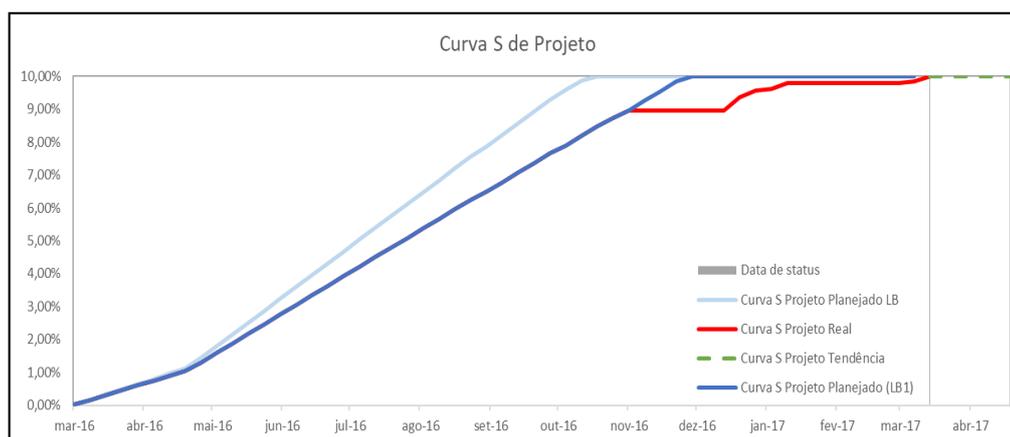
A montagem eletromecânica do Setor 34,5kV, por sua vez, teve seu início bastante atrasado com relação à linha de base 01, pois a entrega das estruturas de concreto (postes, vigas e anéis) sofreu atraso de cerca de 30 dias, em face de problemas no processo de fabricação. Portanto, a montagem das estruturas de concreto, que estava prevista para iniciar em 07/01/2017, foi para 06/02/2017 e terminou, de fato, em 15/03/2017 (5 semanas de atraso com relação à linha de base 01). Este atraso “empurrou” as tarefas de montagem dos equipamentos (iniciada somente em 02/03/2017 e com cerca de 61% de avanço em 31/03/2017), conexão com o barramento (iniciada em 24/03/2017 e com aproximadamente

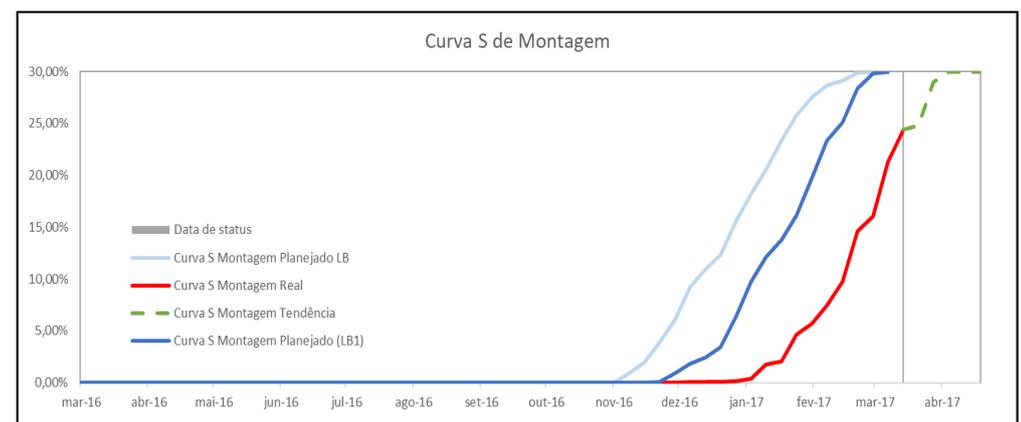
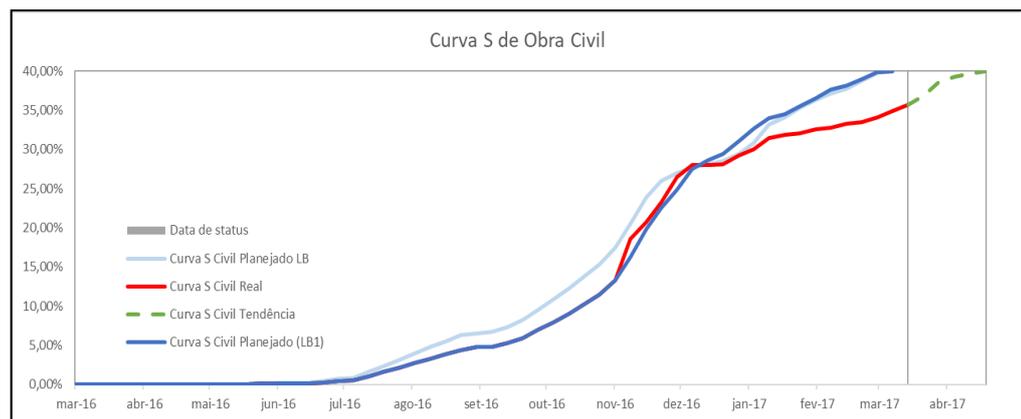
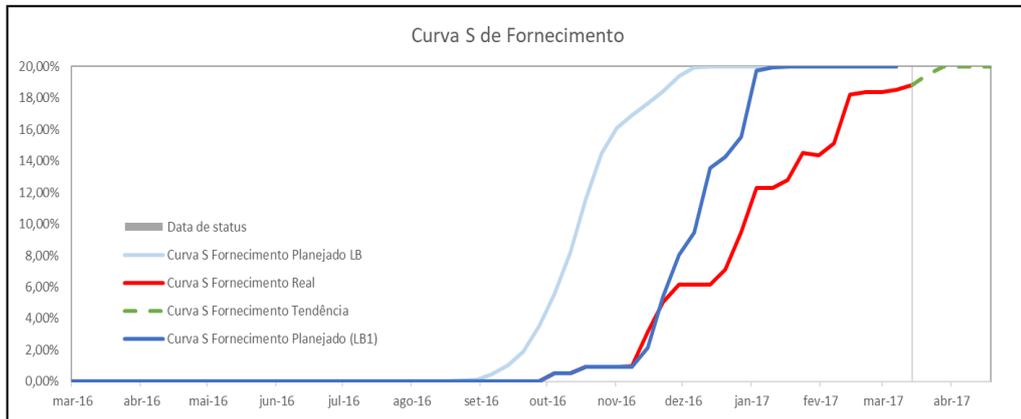
17% de avanço em 31/03/2017), instalação dos eletrodutos (iniciada em 17/03/2017 e com 46% de avanço) e lançamento de cabos (iniciada em 11/03/2017 e com 85% de avanço).

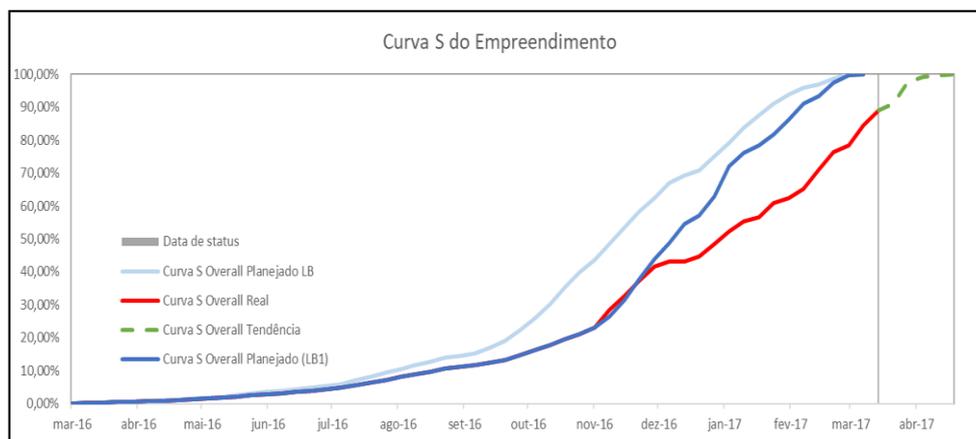
Finalmente, no tocante à montagem dos painéis, baterias e retificador, ressalta-se que estas tarefas, como descrito nos parágrafos anteriores, receberam impacto do atraso na Casa de Comando e iniciaram apenas em 24/02/2017 (6 semanas depois do previsto na Linha de Base 1). Em 31/03/2017, estas atividades haviam avançado 58% fisicamente e esboçavam previsão de término em 13/04/2017.

Do exposto, é perceptível que as mudanças de projeto, os atrasos em fornecimento e o atraso na emissão de alguns projetos deslocaram várias tarefas da Linha de Base gravada em novembro. Além disso, é notável que os novos atrasos na entrega das estruturas de concreto do Setor 34,5kV e na entrega das lajes da Casa de Comando acabaram por engendrar impacto irreversível na data de término do empreendimento, uma vez que estas tarefas faziam parte do caminho crítico da obra. Nesse contexto, a curva S de avanço não seguiu como esperado e exibiu formato novamente “descolado” da Linha de base, em 31/03/2017.

Figura 14: Curvas S em março/2017







Fonte: própria (2017)

Logicamente, a data final contratual de 18/03/2017 não pode ser adimplida e o empreendimento, no final de março de 2017, apresentava previsão de término em 08/06/2017. Frisa-se que as atividades de obra civil exibiam, naquele momento, previsão de término em 29/04/2017, em face do atraso nos projetos da Casa de Apoio (esta edificação, conforme descrito nos parágrafos anteriores, teve seu processo construtivo interrompido por conta de alterações de projeto e de escopo contratual, tendo sido reiniciada em 21/03/2017) e por conta do atraso na superestrutura da casa de comando. Já na parte de montagem, a previsão de término era de 17/04/2017, com exceção das tarefas de conexão de TCs, TPs e PRs, cuja previsão estava em 08/06/2017, por conta de dependência com atividade de outro Projeto, a saber: ancoragem da Linha de Transmissão.

Em todo caso, a equipe de planejamento, juntamente com a equipe de execução do empreendimento, monitorou todos estes atrasos e procedeu com reagendamento das tarefas, por meio do software MS Project, quando da atualização semanal de cronograma, efetuou mensuração dos riscos (a equipe analisava se a utilização de hora extras reduziria atrasos ou se apenas aumentaria os custos), elaborou de plano de ação para minimizar os riscos (os planos de ação abarcavam medidas para acréscimo de mão-de-obra apenas nos momentos em que os insumos chegassem e uso de horas extras somente nas tarefas críticas) e remodelou os histogramas, de maneira a asseverar mobilização de efetivo quando o esforço de trabalho realmente se fizesse necessário. Estas ações visavam reduzir, naturalmente, possíveis riscos negativos, haja vista que o atraso no término implicava em extensão da permanência da equipe da Administração Local.

Figura 15: % Avanço Físico em Março/2017

	Av. Plan. Acum.	Av. Acum. Realizado	Desvio
Projetos Básicos e Executivos	10,00%	10,00%	0,00%
Forn. Material	20,00%	18,81%	1,19%
Obra Civil	40,00%	35,68%	4,32%
Mont. Eletromecânica	30,00%	24,42%	5,58%
Empreendimento	100,00%	88,91%	11,09%

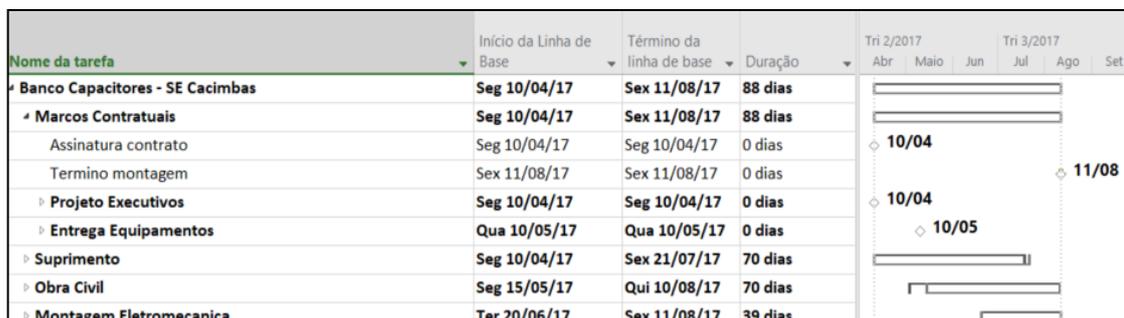
Fonte: própria (2017)

6.8.3 Execução, monitoramento e controle da Obra: Abril/2017 à Agosto/2017

Em março de 2017, o empreendimento havia alcançado 88,91% de avanço realizado e exibia previsão de término em 08/06/2017. Contudo, no mês de abril, a construtora contratada foi convidada para apresentação de proposta destinada à construção dos Bancos de Capacitores da SE Cacimbas. A instalação destes equipamentos configurava mudança no escopo original do contrato e representava para a construtora uma possibilidade de aumentar suas receitas e aproveitar a equipe já existente no local para construção dos citados Bancos. Assim, em 10/04/2017, a construtora executora da SE foi reputada como vitoriosa no processo licitatório para a construção dos Bancos de Capacitores (BC) e iniciou o processo construtivo em 04/05/2017.

No novo contrato, a empresa negociou finalização dos BCs para 11/08/2017 e firmou tratativa para entrega dos demais serviços pendentes da SE Coletora na mesma data. Nesse sentido, a equipe de Obra Civil e de montagem passou a laborar de modo compartilhado nos serviços dos BCs e na SE Coletora. Evidentemente, várias tarefas da SE Coletora foram reagendadas, de maneira a viabilizar o compartilhamento com a nova obra. Por exigência da Gerenciadora, o BC foi tratado em cronograma individualizado, ou seja, separado da SE.

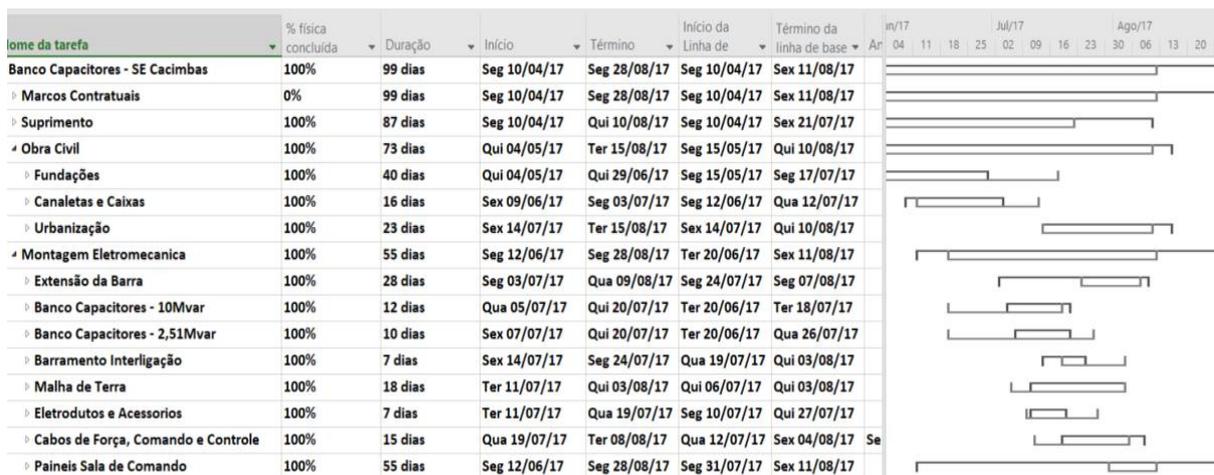
Figura 16: CF dos Bancos de Capacitores



Fonte: Própria (2017)

Os BCs foram iniciados pelas fundações, em 04/05/2017, e apresentaram adiantamento durante toda a etapa de Obras Civis, exibindo, inclusive, término das fundações antes do previsto. Entretanto, em face de atraso na entrega dos cabos de controle, a montagem eletromecânica acabou não conseguindo acompanhar o bom andamento das obras civis e o BC só pode ser finalizado em 28/08/2017.

Figura 17: CF dos BCs após finalização dos Serviços



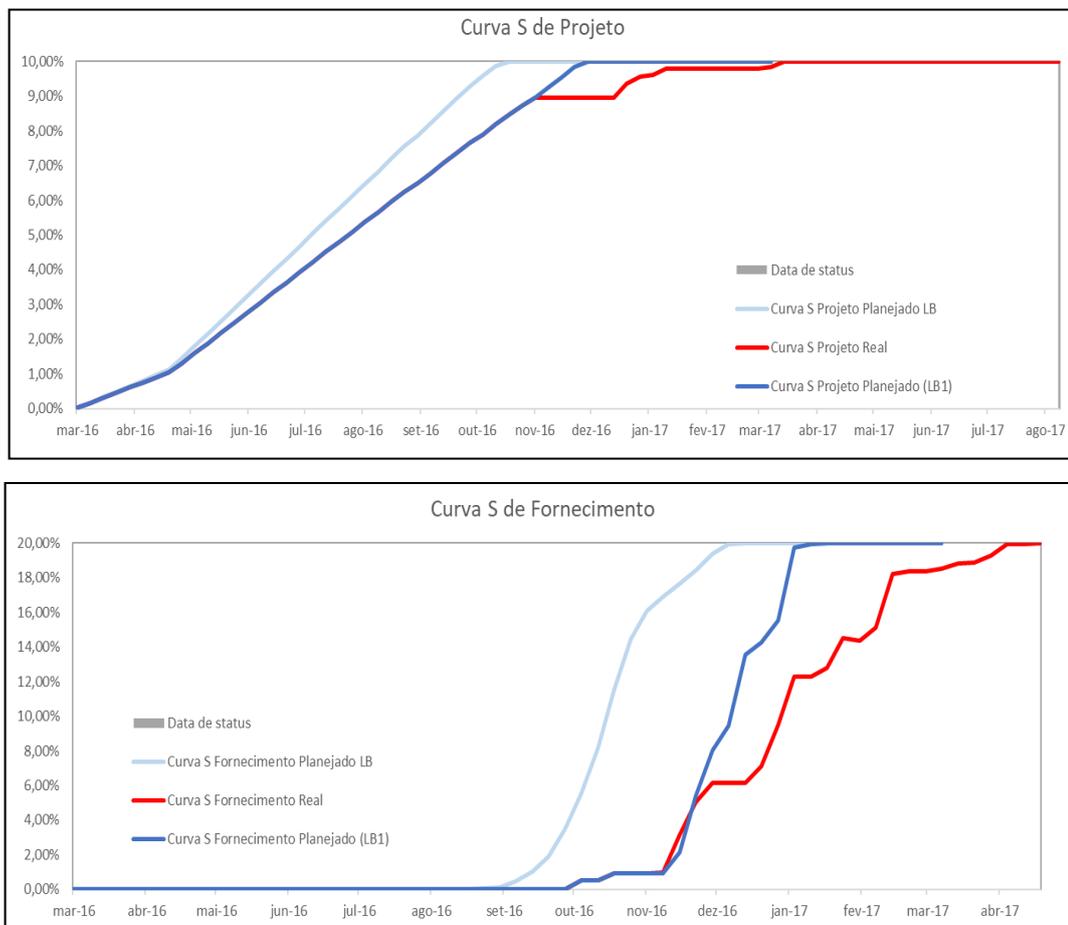
Fonte: própria (2017)

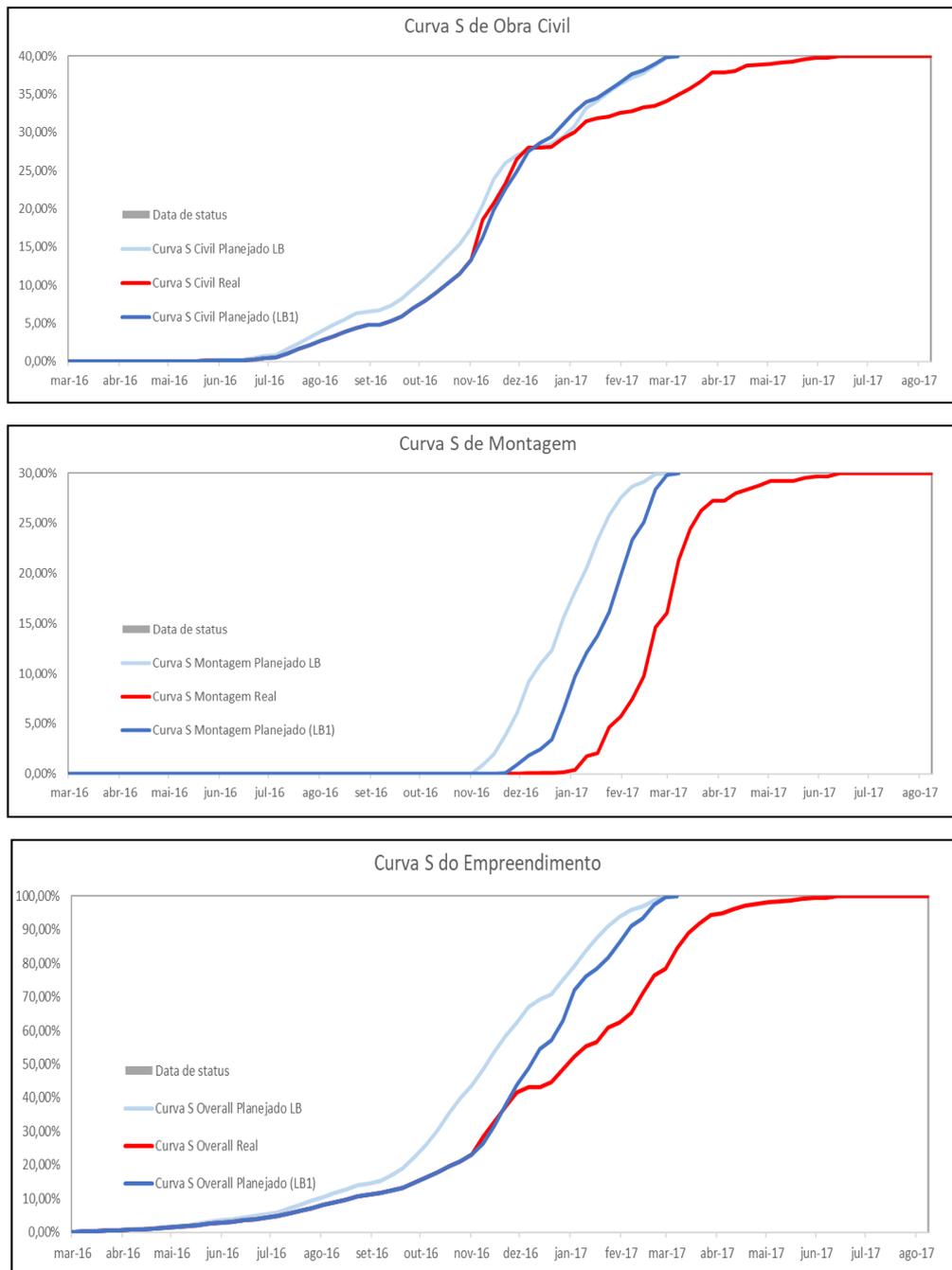
Já a SE Coletora, como possuía poucos serviços pendentes na parte eletromecânica, foi concluída em 30/06/2017. A Casa de Comando foi entregue em 01/06/2017 e a Casa de Apoio foi finalizada em 14/07/2017 com a última demão de pintura acrílica. Entretanto, em razão da entrega das luminárias de emergência, a Casa de Apoio só pode ser considerada como 100% concluída em 17/08/2017. No que tange ao item de urbanização, as calçadas foram finalizadas em 16/06/2017, os muros e cercas em 01/08/2017 (os muros apresentavam pendência, por

conta da movimentação das máquinas e veículos) e a britagem do pátio em 18/08/2017 (a britagem dependia do término das obras civis dos Bancos de Capacitores e da instalação dos suportes dos equipamentos).

De todo modo, as curvas S de avanço assumiram desenho final deslocado de suas respectivas linhas de base e apresentaram o reflexo de todo o impacto engendrado por atrasos em projetos, alterações em projetos (Ex: casa de apoio) e atrasos na entrega de materiais (Ex: cabos de controle dos BCs, estruturas de concreto dos pórticos, lajes da SE, cabos de malha de terra, etc.). Nas figuras abaixo, ilustra-se o formato final das curvas S da SE Cacimbas.

Figura 18: Curvas S de Avanço da SE Cacimbas





Fonte: própria (2017)

7. RESULTADOS

Do exposto, percebe-se que as técnicas de gerenciamento de projetos do PMI foram fundamentais para o planejamento, monitoramento, controle e encerramento do empreendimento. Através destas técnicas, foi possível para a equipe delimitar o escopo, identificar as partes interessadas, planejar e executar a comunicação, planejar os custos,

planejar e executar o controle de custos, planejar as tarefas do Projeto, planejar e executar o monitoramento das tarefas, mensurar os riscos, planejar e executar respostas aos riscos, etc.

Nesse quadro contextual, a ferramenta MS Project foi de elevada relevância, pois todas as reprogramações de atividades e revisões de histogramas eram elaboradas a partir dela. Com o MS Project, a equipe verificava também como a data final do Projeto estava se comportando a cada atraso ou a cada medida mitigadora de riscos negativos.

Ademais, o MS Project permitiu o acompanhamento do Projeto por meio de curvas de avanço físico, onde se via, semanalmente, o progresso atingido (realizado) pela Subestação e o progresso esperado (planejado). Estas curvas, por seu formato gráfico, traduziam sinteticamente o avanço do projeto e exibiam ainda a tendência de progresso do mesmo.

Por conseguinte, se se fizer uma comparação entre Projetos gerenciados com esta metodologia e Projetos gerenciados pelo livre talante dos gerentes, ver-se-á que os Projetos administrados pelas técnicas do PMI demonstram maior segurança para os envolvidos e que apresentam largo benefício no controle físico e financeiro, dado que utilizam técnicas já testadas em outros empreendimentos. Numa análise, por exemplo, dos atrasos da SE Cacimbas e das mudanças de escopo, se percebe que a documentação destes atrasos e destas mudanças permitiu uma compreensão do problema e possibilitou a formulação de respostas, visando restabelecer o custo e o prazo do Projeto. Além disso, os riscos ocorridos e suas respostas serviram como exemplo para toda a equipe e certamente lhes darão boa noção de como agir para evitar situações similares ou de como administrá-las caso elas sejam inevitáveis.

Isto posto, é possível citar-se vários benefícios do uso da metodologia do PMI para a SE Cacimbas, tais como:

- Sistematização dos Processos;
- Elaboração e acompanhamento da obra por meio de cronograma e curvas de avanço com ampla comunicação entre as partes envolvidas;
- Maior produtividade e conhecimento das equipes de campo que, com o uso do MS Project e da Programação e Produção Diária (PPD) sabiam o que deveriam executar e o quanto haviam executado no final de cada dia;

- Maior comunicação entre as partes, em razão de reunião gerenciais semanais e do acompanhamento de campo diário com emissão do PPD para todos os interessados;
- Maior visibilidade dos prazos e da data final do empreendimento;
- Melhor identificação dos riscos e de seus impactos;
- Emissão de respostas aos riscos sob a lente de custo e de prazo;
- Criação de formulários, como o PPD, os modelos de atas reunião, a matriz de comunicação, as planilhas de controle de suprimentos, etc. que poderão ser usados pela equipe em Projeto similares;
- Maior disseminação da metodologia do PMI entre Equipe de Engenharia e Investidores com possibilidade de melhorias em processos, quando da repetição do uso desta metodologia em Projetos similares.

Nesse sentido, é bastante notável a importância das técnicas do PMI para o êxito do Projeto da SE Cacimbas. Em adição, percebe-se que o uso da ferramenta MS Project foi de extrema valia, na medida em que possibilitava visibilidade do progresso do empreendimento e de sua tendência para término.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo mostrar a aplicabilidade das técnicas de Gerenciamento de Projetos propostas pelo PMI e a utilização do software de apoio MS Project no planejamento, execução, monitoramento e controle da Subestação Coletora Cacimbas. Durante sua elaboração, o presente artigo possibilitou à autora fazer uma análise mais aprofundada do tema e demonstrar, por meio de gráficos, cronogramas e outros artifícios a importância das técnicas do PMI na construção de uma Subestação.

No estudo de caso escolhido, viu-se como a metodologia do PMI pode ser benéfica no controle de custo e prazo, dando as partes envolvidas uma visibilidade do presente, do passado e do futuro do empreendimento e apresentando formas seguras de conhecer e gerenciar um Projeto. Por oportuno, salienta-se que os resultados encontrados no estudo de caso da SE Cacimbas não podem ser generalizados e que cada Projeto possui suas vicissitudes. Por outro lado, os resultados obtidos podem servir para fomentar a discussão

sobre o tema e para incentivar a aplicação continuada das técnicas do PMI em Projetos similares. Além disso, nota-se que a documentação produzida (cronogramas, PPD, atas de reunião, relatórios semanais, histogramas, etc.) pode também ser tomada como diretriz para outros Projetos, permitindo adequações e melhorias em processos.

Nesse contexto, este artigo pode moldar-se como base para outros Projetos e, nestes casos, sugere-se a análise dos dados sob outros pontos de vista, de modo a expor diferentes problemáticas e respectivas soluções. A fim de melhor descortinar o tema, sugere-se, inclusive, a utilização de outras metodologias, como o Prince2 (PRojects IN Controlled Environments). Naturalmente, os resultados de ambos os métodos (PMI e Prince2) poderão ser cotejados, em pesquisas futuras, e isto aumentará o arcabouço de conhecimento sobre Gerenciamento de Projetos.

Ademais, a utilização continuada da metodologia do PMI ou de outras técnicas permitirá o aperfeiçoamento de processos e a padronização de tipos de riscos e respostas, tendo em vista a manutenção dos interesses partes envolvidas. Outro ponto é que proporcionará a construção de uma base de conhecimento mais sólida e mais ampla sobre a metodologia de Gerenciamento de Projetos de Subestações Coletoras, fomentando discussões e melhorias de processos e criando profissionais cada vez mais aptos e mais preparados para a administração deste tipo de empreendimento.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, Jorge. **Técnicas de Planejamento e Controle**. 1. ed. Rio Grande: Petrobrás, 2009.

MATTOS, Aldo Doréa. **Como preparar orçamentos de obras**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2006.

MATTOS, Aldo Doréa. **Planejamento e controle de Obras**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2010.

NOCÊRA, Rosaldo de Jesus. **Teoria e prática de planejamento e controle de obras**. 1. ed. Santo André: RJN Books, 2010.

PMI. **Um Guia de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos: Guia PMBOK**. 6. Ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2018.

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

VARGAS, Ricardo Viana; ROCHA, Allan Christian. **Microsoft Project 2016:** Standard, Professional & Pro para Office 365. 1. Ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.