



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO
ENGENHARIA CIVIL**

MATHIAS ROBSON PINTO DA SILVA

**A UTILIZAÇÃO DO MS PROJECT COMO FERRAMENTA DE
ACOMPANHAMENTO DO AVANÇO FÍSICO EM UMA OBRA DE UMA
SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 69kV:**

Uma análise do avanço calculado pelo esforço e pela duração

FORTALEZA

2021

MATHIAS ROBSON PINTO DA SILVA

A UTILIZAÇÃO DO MS PROJECT COMO FERRAMENTA DE
ACOMPANHAMENTO DO AVANÇO FÍSICO EM UMA OBRA DE UMA
SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 69kV:

Uma análise do avanço calculado pelo esforço e pela duração

Esta monografia apresentada no dia 13 de dezembro de 2021 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil do Centro Universitário FAMETRO – UNIFAMETRO – tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo:

FORTALEZA

2021

MATHIAS ROBSON PINTO DA SILVA

A UTILIZAÇÃO DO MS PROJECT COMO FERRAMENTA DE
ACOMPANHAMENTO DO AVANÇO FÍSICO EM UMA OBRA DE UMA
SUBESTAÇÃO ELÉTRICA DE 69kV:

Uma análise do avanço calculado pelo esforço e pela duração

Esta monografia apresentada no dia 13 de dezembro de 2021 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil do Centro Universitário FAMETRO - UNIFAMETRO – tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo:

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Danielle Kely Saraiva de Lima
Orientador – Centro Universitário FAMETRO - UNIFAMETRO

Prof. Me. Adriano Sampaio Lima
Membro - Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

Prof. Me. Nelson de Oliveira Quesado Filho
Membro - Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

S725u

Silva, Mathias Robson Pinto da.

A utilização do MS Project como ferramenta de acompanhamento do avanço físico em uma obra de uma subestação elétrica de 69kv: uma análise do avanço calculado pelo esforço e pela duração. / Mathias Robson Pinto da Silva. – Fortaleza, 2021.

34 f.; 30 cm.

Monografia - Curso de Graduação em Engenharia Civil, Unifametro, Fortaleza, 2021.

Orientador: Profª. Dra. Danielle Kely Saraiva de Lima.

1. Energia elétrica. 2. Estrutura analítica do Projeto (EAP). 3. Cadeia de suprimentos. I.
Título.

CDD 658.5

À minha mãe Isma de Castro, que acreditando no meu potencial me instruiu a iniciar o Ensino Superior e avançar na busca dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela capacitação e oportunidades diárias de superação e constância, pelos Seus grandes feitos e por Sua graça redentora em minha vida. Por Sua proteção para com a minha família e intervenção em minha carreira profissional e acadêmica.

Há duas formas de viver a vida: uma é acreditar que não existe milagre, a outra é acreditar que todas as coisas são um milagre.

Albert Einstein

RESUMO

Existem diversos critérios para a avaliação física de uma obra, estes critérios dependem diretamente do escopo, prazos e custos do projeto. No escopo serão definidos os recursos materiais e condicionais para a execução das atividades, bem como todas as atividades contratadas. Considerando que o avanço físico será a base para a medição da obra, nesse trabalho será apresentado dois dos métodos que a ferramenta *MS Project* dispõe para o cálculo desse avanço no cronograma, a saber as colunas %concluída e %trabalho concluído. Considerando que para a construção da subestação 69kV houve aquisição de equipamentos com uma extensa duração na cadeia de suprimentos diretos (aquisição, transporte e entrega) e prazos para entrega de projetos, espera-se que o avanço físico tenha maior assertividade quando acompanhado através do esforço realizado pelos recursos atribuídos, se comparado ao avanço calculado com a duração da execução do empreendimento, através da EAP. As atividades contratadas, tendo seus recursos atribuídos dentro dos custos pactuados entre as empresas parceiras, devem receber um prazo para suas execuções, sendo, portanto, o aumento de escopo, atrasos e empecilhos desta mesma natureza, condicionantes para o aumento dos custos do objeto de contrato, isto é, o encarecimento da obra. O objetivo geral desse trabalho é apresentar dois métodos de avaliação física de uma obra de uma subestação 69kV e apontar em quais disciplinas da EAP é mais viável utilizá-los, levando em consideração o calendário do projeto e o caminho crítico da obra.

Palavras-chave: Avaliação física, MS Project, Duração, Trabalho.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: A EAP	20
Figura 2: Pacotes de atividades no nível 3	21
Figura 3: As atividades de cada pacote.....	22
Figura 4: As colunas %trabalho concluído e %concluída	25
Figura 5: O peso dos projetos não iniciados.....	27
Figura 6: O peso dos projetos quando concluídos.....	28
Figura 7: O peso dos entregáveis.....	28
Figura 8: O peso dos entregáveis quando não foram iniciados.....	29
Figura 9: Os recursos atribuídos à execução	30
Figura 10: Os recursos atribuídos ao comissionamento	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Curva S.....	18
Gráfico 2: A avaliação física da obra.....	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA.....	12
1.2	PROBLEMATIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	13
1.3	HIPÓTESE	14
1.4	OBJETIVOS.....	14
1.4.1	OBJETIVO GERAL.....	15
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	A ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO (EAP)	15
2.2	A AVALIAÇÃO FÍSICA CONFORME A LINHA DE BASE.....	16
2.3	A AVALIAÇÃO FÍSICA CONFORME AS REPROGRAMAÇÕES.....	17
2.4	A AVALIAÇÃO FÍSICA DAS DISCIPLINAS DO DICIONÁRIO DA EAP	18
3	METODOLOGIA.....	19
3.1	PRODUZINDO A EAP	19
3.2	COMPARANDO DURAÇÃO & TRABALHO	23
3.3	AVALIAÇÃO FÍSICA DOS PROJETOS DE ENGENHARIA	25
3.4	AVALIAÇÃO FÍSICA DOS SUPRIMENTOS E ENTREGÁVEIS.....	28
3.5	AVALIAÇÃO FÍSICA DA FABRICAÇÃO, CONSTRUÇÃO E MONTAGEM ..	29
3.6	O PESO ESTIMADO PARA O COMISSIONAMENTO	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do tema

As Revoluções Industriais que ocorreram nos séculos XVIII e XIX fomentaram cada vez mais a necessidade humana do consumo de energia elétrica nos âmbitos fabris. Sendo assim, surgiu também a necessidade da construção de subestações elétricas para suprir as demandas de abastecimento de grandes maquinários, equipamentos e processos industriais. De acordo com Duailibe (apud Rodolfo Lacerda, 2017), uma subestação “é um conjunto de equipamentos industriais interligados entre si com o objetivo de controlar o fluxo de potência, modificar tensões e alterar a natureza da corrente elétrica.” Esses equipamentos ainda possuem a estabilidade para evitar falhas e fragmentação na extensão da rede.

É importante frisar que o grande consumidor, utilizador final da energia da subestação 69kV, recebe energia em média tensão diretamente da rede da concessionária local. Por confidencialidade, a empresa real será nomeada neste trabalho com o *pseudo* nome MRP. A MRP é uma empresa do ramo industrial, localizada na região metropolitana de Fortaleza, fabricante de materiais para a produção de energia sustentável. As análises nesse trabalho não abordarão temáticas como licenças ambientais e de outros órgãos públicos, mas somente o gerenciamento do cronograma de obras com a aquisição de projetos e suprimentos, a construção e montagem da subestação e o comissionamento dos equipamentos.

Com o passar dos anos, o gerenciamento na Indústria da Construção Civil (ICC) se tornou, indubitavelmente, parcela colaborativa e essencial ao bom andamento de qualquer empreendimento imobiliário. A visão da necessidade da assertividade no planejamento executivo, redução de custos, atendimento ao escopo, qualidade dos resultados e controle dos prazos são metas totalmente ligadas às atividades de um gerenciador de obras (GOLDMAN, 2004).

Uma das principais atribuições dentro de um organograma de gerenciamento é a atribuição do planejador. O planejador da obra ou a equipe de planejamento, incluindo todos os graus de hierarquia, isto é: auxiliares, técnicos, analistas, coordenadores, supervisores etc., é/são o(s) principal(is) responsável(is) pelo controle do cronograma físico-financeiro do projeto. No planejamento da subestação

apresentada nesse trabalho há somente um colaborador na função de planejador, sendo este, portanto, o responsável por desenvolver, detalhar, setorizar e manusear o cronograma da obra na ferramenta *MS Project*, segundo as especificações da Estrutura Analítica do Projeto (EAP) ofertada pela Contratante.

Uma das ferramentas que tem se difundido nos últimos anos no âmbito da construção civil é o *MS Project*, ferramenta utilizada para acompanhamento físico das atividades da Contratada responsável pela empreitada desta obra. Esse *software*, além de ter em sua interface as possibilidades de observar o caminho crítico para diminuição de riscos, desperdícios de insumos e mão de obra, se apresenta também como fração majoritária fundamental para o planejamento físico e financeiro da obra. É importante destacar que esse planejamento é um embasamento comum para a medição de contratos de sistemas de preço único ou empreitada global. (ARQUITETA, 2017)

O *MS Project* funciona como um conjunto de planilhas no qual o planejador atribui e detalha atividades dentro de uma EAP, separadas por níveis de itens e subitens, chamados de atividades resumo e subatividades, respectivamente. Na interface da ferramenta contém uma planilha com linhas e colunas. Nas linhas, o manuseador poderá adicionar quaisquer informações que achar viável, a depender da posição da célula na coluna. As colunas podem ser nativas do *MS Project*, padronizadas com fórmulas de cálculos automáticos e significativos para o respectivo critério da própria coluna, seja ele trabalho, duração, custo ou datas de início e término. As colunas também são apresentadas com formatos modificáveis pelo usuário, tendo atribuições de números, textos ou filtros específicos de um determinado nicho da ferramenta (recursos, modos de tarefa ou tipos de restrição, por exemplo).

1.2 Problematização e justificativa

Existem diversos critérios para a avaliação física de uma obra, estes critérios dependem diretamente do escopo, prazos e custos do projeto. No escopo serão definidos os recursos materiais e condicionais para a execução das atividades, bem como todas as atividades contratadas. As atividades contratadas, tendo seus recursos atribuídos dentro dos custos pactuados entre as empresas parceiras,

devem receber um prazo para suas execuções, sendo, portanto, o aumento de escopo, atrasos e empecilhos desta mesma natureza, condicionantes para o aumento dos custos do objeto de contrato, isto é, o encarecimento da obra (PMBOK, 2017).

Considerando que o avanço físico será a base para a medição da obra, nesse trabalho será apresentado dois dos métodos que a ferramenta *MS Project* dispõe para o cálculo desse avanço no cronograma, a saber as colunas %concluída e %trabalho concluído.

Analisar as vantagens e desvantagens dos dois métodos e apontar quais os casos em que há mais viabilidade de aplicação são necessidades vigentes no âmbito do gerenciamento. Essas necessidades existem porque o planejamento inicial da obra, baseando-se no escopo inicial do projeto, deve ser o mais assertivo possível para que não haja atrasos, desperdícios e modificações decorrentes no fluxo da rede de precedência das atividades para não haver sobreposição de tarefas.

Esse trabalho visa, além do que já foi citado, apontar formas de aproximar o máximo possível os dados informados no *MS Project* do que realmente foi executado na planta do empreendimento.

1.3 Hipótese

Diante dos diversos critérios de medição, quando o avanço físico da obra é acompanhado através das colunas %concluída ou %trabalho concluído do *MS Project* surgem condicionantes ao escopo de cada projeto. Considerando que para a construção da subestação 69kV houve aquisição de equipamentos com uma extensa duração na cadeia de suprimentos diretos (aquisição, transporte e entrega) e prazos para entrega de projetos, espera-se que o avanço físico tenha maior assertividade quando acompanhado através do esforço realizado pelos recursos atribuídos, se comparado ao avanço calculado com a duração da execução do empreendimento, através da EAP.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral desse trabalho é apresentar dois métodos de avaliação física de uma obra de uma subestação 69kV e apontar em quais disciplinas da EAP é mais viável utilizá-los, levando em consideração o calendário do projeto e o caminho crítico da obra.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analisar as vantagens e desvantagens quando a obra desta subestação elétrica de 69kV é acompanhada através da duração das atividades;
- Analisar as vantagens e desvantagens quando a obra desta subestação elétrica de 69kV é acompanhada através do esforço dos recursos atribuídos;
- Analisar os formatos em que a EAP deve ser produzida levando em consideração o faturamento direto dos projetos de engenharia e aquisição dos suprimentos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

Qualquer ferramenta utilizada para acompanhar um cronograma de execução deve apresentar, por mais reduzido que seja, um modelo de cálculo de avanços para todas as decomposições da EAP.

A EAP é criada através do processo de desdobramento de cada uma das fases ou disciplinas do projeto. O intuito dessas decomposições é tornar todas as componentes mais detalhadas e gerenciáveis possível. Nela, é possível ter uma visualização estruturada de todas as entregas (conclusão de atividades) na linha do tempo do empreendimento (PMBOK, 2017).

O trabalho planejado é contido dentro do nível mais baixo de componentes da EAP, que são denominados pacotes de trabalho. Um pacote de trabalho pode ser usado para agrupar as atividades onde o trabalho é agendado, estimado, monitorado e controlado. No contexto da EAP, o trabalho se

refere a produtos de trabalho ou entregas que são o resultado da atividade e não a atividade propriamente dita (PMBOK, 2017, p. 157)

Portanto, a EAP é a base do cronograma. O dicionário da EAP e os pacotes de trabalho serão as componentes que terão os avanços inseridos ou calculados pela ferramenta escolhida para elaborar o cronograma.

2.2 A Avaliação Física conforme a Linha de Base

Para Goldman (2004) a avaliação física da obra deve considerar o peso financeiro de itens, serviços por item orçamentário, prazo de entrega(duração), eventos da medição ou trabalho executado em relação ao total de recursos atribuídos.

Segundo o guia PMBOK (2017, p. 205 – 207):

Desenvolver o Cronograma é o processo de analisar sequências de atividades, durações, requisitos de recursos e restrições de cronograma para criar o modelo de cronograma para execução, monitoramento e controle do projeto. O principal benefício deste processo é a geração de um modelo de cronograma com datas planejadas para a conclusão das atividades do projeto. Este processo é realizado ao longo do projeto. O desenvolvimento de um cronograma aceitável do projeto é um processo iterativo. O modelo de cronograma é usado para definir as datas planejadas de início e fim das atividades e marcos do projeto com base nas melhores informações disponíveis. O desenvolvimento do cronograma pode requerer a análise e revisão das estimativas de duração, de estimativas de recursos e reservas de duração para criar um cronograma do projeto aprovado que pode servir como linha de base para acompanhar o seu progresso.

A Linha de Base é a 'memória' das informações que o projeto continha quando foi iniciado. A avaliação física é, portanto, o percentual realizado da obra ao decorrer do tempo e da execução do que havia sido planejado. Para deduzir se a obra está com um avanço positivo, atrasada ou conforme o previsto é necessário estabelecer qual o melhor modelo de avaliação física para todas as atividades contidas no cronograma. O modelo escolhido deve ser comparado a este referencial de

planejamento de execução da obra chamado de Linha de Base do cronograma. Sendo assim, é possível então produzir percentuais previstos para os pacotes de atividades, tendo seus prazos e/ou recursos atribuídos e distribuídos em toda a duração do empreendimento.

2.3 A avaliação física conforme as reprogramações

Deve-se sempre levar em consideração que durante a execução podem existir mudanças no escopo contratado, mudanças dos custos contratados decorridas da mudança de escopo e mudanças dos prazos contratados. Para planejar bem e controlar todas essas mudanças que venham a ocorrer, a primeira ação a realizar é gravar a Linha de Base após o cronograma ter sido produzido conforme o escopo contratado (SILVA e SANTOS, 2015, p. 111).

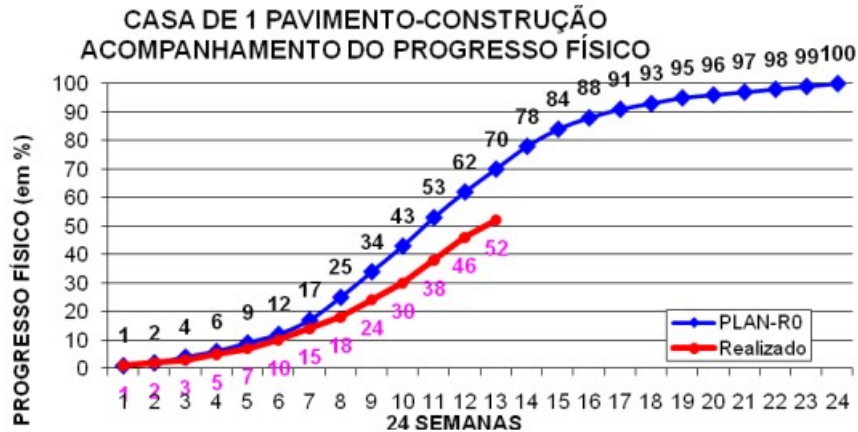
Todas essas alterações e interferências que surgem no andamento da obra, devem ser gerenciadas com o intuito de transparecer o real avanço físico, de acordo com o *status* que a corporação padroniza para acompanhamento, a saber, os formatos de *status* são: diário, semanal, quinzenal ou mensal.

As atividades planejadas inicialmente para serem executadas podem ser utilizadas para fornecer percentuais previstos de acordo com o *status*. Em contraposto a isto, as atividades que sofrem interferências durante a execução, apresentam percentual realizado diferente do previsto. Esses percentuais, previsto e realizado, respectivamente, podem ter seus valores distribuídos no tempo em um gráfico com uma Curva “S”.

A Curva “S” é chamada dessa forma porque apresenta um conjunto de valores, dentro de um período estimado que engloba evoluções variáveis com percentuais ou números concretos de avanço físico ou financeiro de uma obra, tratando de execução e faturamento, respectivamente. Esses valores são apresentados de forma cumulativa tendo variações exponenciais e logarítmicas no decorrer do tempo. Essa acumulação de valores, quando colocadas no cartesiano, apresentam um formato da letra “s”, por isso o título da curva (LIMA e COUTINHO, 2006).

Segundo Lima e Coutinho (2006) a Curva “S” de avaliação física tem o padrão apresentado na tabela 1.

Gráfico 1: Curva S



Fonte: Lima e Coutinho, 2006

2.4 A avaliação física das disciplinas do dicionário da EAP

O dicionário da EAP é o nível de linhas que resume todos os pacotes de atividades contidos em cada parcela do empreendimento. Normalmente o dicionário é apresentado em formato de disciplinas ou fases.

Além das interferências citadas, há ainda interferências decorridas de atrasos de natureza imprevista como revisões de projetos de engenharia, atrasos na fabricação/entrega de equipamentos e outras que afetam o avanço físico. Essas interferências colaboram com a divergência entre os valores do previsto e do realizado informados na curva "S".

Há ainda que ponderar a existência de outros fatores que afetam o acompanhamento do avanço físico. Na EAP existem disciplinas como Engenharia (fornecimento de projetos), Suprimentos (fornecimento de equipamentos e materiais) e Implantação (construção e montagem), acrescidas ainda de Marcos (liberações). A avaliação física de todos os pacotes de atividades e fornecimento varia de acordo com a disciplina e o critério de contratação, por exemplo: os projetos podem ter o modelo de avaliação física baseado no peso que representam no orçamento total da obra ou podem ter a avaliação física baseada no modelo da duração estimada para a execução e/ou fornecimento. De forma análoga, a entrega de equipamentos pode receber avanço de acordo com o peso do valor financeiro atribuído a eles, dividido pelo custo total da obra ou mesmo de acordo com o prazo de entrega. Isso também

ocorre na construção e montagem, em algumas atividades é impossível o acompanhamento utilizando o mesmo modelo comparativo de suas predecessoras.

Mattos (2019) escreve em seu livro Planejamento e Controle de Obras:

Como fica impraticável somar o andamento das atividades em termos de seus quantitativos (pois não é possível somar metro quadrado de alvenaria com metro cúbico de concreto), deve-se recorrer a um parâmetro que permita colocar o avanço das atividades em um mesmo referencial, por exemplo, trabalho (homem-hora) ou custo (dinheiro). A evolução de um projeto, particularmente na construção civil, não se desenvolve de modo linear no que tange à aplicação dos recursos. O comportamento é geralmente lento-rápido-lento.

Sendo assim, a avaliação física pode ocorrer utilizando os modelos dos pesos de duração, custos ou trabalho. O trabalho é o somatório das horas de esforço dos recursos atribuídos às atividades, esses recursos podem ser mãos de obra ou equipamentos e maquinários, atribuídos conforme os pesos estimados e a produtividade de cada um dentro do prazo da atividade. O trabalho também é conhecido como esforço ou empenho. Para os três modelos, duração, custos ou trabalho, existem vantagens e desvantagens quanto às suas aplicações em determinadas disciplinas dentro da EAP.

3 METODOLOGIA

3.1 Produzindo a EAP

O cronograma da construção desta subestação foi submetido ao processo de gerenciamento que ocorre logo após a reunião de *Kick-off*, tendo sua primeira produção já utilizando o *template* de EAP fornecido pelo setor de gerenciamento de obras da empresa MRP. O *template* fornecido foi produzido e padronizado de acordo com o projeto executivo do empreendimento adquirido, portanto, embora a empresa utilize um padrão de EAP, para cada novo projeto ela necessita ser readequada.

Conforme o PMI (2017, p. 157) “[...] fatores ambientais da empresa que podem influenciar o Criar EAP incluem [...] padrões de EAP específicos do setor que são relevantes para a natureza do projeto [...]”. Sendo assim, a EAP padrão fornecida

para a construtora desta subestação já foi predefinida com as atividades que farão parte do escopo desta.

Na figura 1, apresentada abaixo, contém o nível 2 da estrutura de tópicos da EAP fornecida. A estrutura de tópicos é um filtro que tem a atribuição de nivelar quais pacotes de atividades pertencem a um conjunto dentro da atividade resumo. Através da estrutura de tópicos é possível entrar linearmente para os níveis mais detalhados das atividades, sendo assim quanto maior o nível escolhido, mais detalhadas estarão as atividades.

Figura 1: A EAP

Nome da tarefa	% trabalho concluído	% concluída	Duração	Início	Término
▸ SUBESTAÇÃO - MRP	33%	77%	172 dias	12/07/21	08/03/22
▸ ENGENHARIA	0%	99%	135 dias	12/07/21	14/01/22
▸ SUPRIMENTOS	0%	86%	145 dias	30/07/21	17/02/22
▸ IMPLANTAÇÃO	35%	40%	172 dias	12/07/21	08/03/22
▸ AUTOMAÇÃO	0%	0%	85 dias	01/11/21	25/02/22
▸ COMISSIONAMENTO A FRIO	11%	9%	128 dias	09/09/21	07/03/22

Fonte: Autor

Na figura são apresentadas as disciplinas principais do empreendimento, retirada do *MS Project*. Essas disciplinas são adicionadas por duas razões que facilitam o gerenciamento: separar a execução das atividades no canteiro do fornecimento de projetos e equipamentos e organizar os pacotes de atividades pelo modelo de avanço mais viável. O *status* da obra está na 10ª semana de um total de 35 semanas. A escolha do cronograma da semana 10 deveu-se porque nessa há avanço de todas as disciplinas que serão tratadas neste trabalho, a saber Engenharia, Suprimentos, Implantação e Comissionamento. O fornecimento de projetos e equipamentos, nesta obra, ocorreu em paralelo com a construção da subestação, bem como sendo predecessor de algumas montagens, por isso é notório o percentual de avanço já existente.

Na coluna Nome da tarefa a EAP foi digitada pelo usuário da ferramenta (o gerenciador da MRP). A EAP das atividades é também a base da EAP do escopo, EAP dos custos e da EAP de precedência. Nesta coluna foram adicionadas as disciplinas, as atividades resumo e os pacotes de atividades de cada atividade resumo, sujeita ainda ao planejador adicionar todas as execuções. Os pacotes de

atividades foram setorizados pelo gerenciador da empresa cliente, mas à medida que houver maior detalhamento das atividades, o planejador da contratada também poderá setorizar as atividades para melhor compreensão e leitura dos avanços.

A figura 2 é apresentado o cronograma com os pacotes de atividades no nível 3. A disciplina Engenharia foi detalhada por pacotes que informam os tipos de projetos utilizados em todo o empreendimento. A disciplina Suprimentos foi detalhada por área de posição dos equipamentos. Essas duas disciplinas tiveram a EAP padronizada dessa forma porque a execução das atividades fica mais organizada, desse modo há facilidade em monitorar as interferências que venham a ocorrer durante a obra.

Figura 2: Pacotes de atividades no nível 3

Nome da tarefa	% trabalho concluído	% concluída	Duração	Início	Término
▾ SUBESTAÇÃO - MRP	33%	77%	172 dias	12/07/21	08/03/22
▾ ENGENHARIA	0%	99%	135 dias	12/07/21	14/01/22
▸ ARQUITETURA	100%	100%	10 dias	12/07/21	23/07/21
▸ CIVIL	100%	100%	10 dias	12/07/21	23/07/21
▸ ELETROMECCÂNICO	100%	100%	10 dias	12/07/21	23/07/21
▸ INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	100%	100%	100 dias	12/07/21	26/11/21
▸ EQUIPAMENTOS	100%	100%	10 dias	12/07/21	23/07/21
▸ MEDIÇÃO E FATURAMENTO	100%	100%	1 dia	12/07/21	12/07/21
▸ TERRAPLANAGEM	100%	100%	1 dia	12/07/21	12/07/21
▸ BOMBEIROS	100%	100%	1 dia	12/07/21	12/07/21
▸ DRENAGEM	100%	100%	5 dias	12/07/21	16/07/21
▸ PROTEÇÃO E SELETIVIDADE	0%	0%	15 dias	27/12/21	14/01/22
▾ SUPRIMENTOS	0%	86%	145 dias	30/07/21	17/02/22
▸ EQUIPAMENTOS PÁTIO	0%	86%	145 dias	30/07/21	17/02/22
▸ EQUIPAMENTOS CASA DE COMANDO	0%	86%	121 dias	30/07/21	14/01/22
▾ IMPLANTAÇÃO	35%	40%	172 dias	12/07/21	08/03/22
▸ OBRAS CIVIS	32%	43%	99 dias	12/07/21	25/11/21
▸ MONTAGENS ELETROMECCÂNICAS	46%	42%	148 dias	11/08/21	04/03/22
▸ SERVIÇOS COMPLEMENTARES	0%	0%	103 dias	15/10/21	08/03/22
▾ AUTOMAÇÃO	0%	0%	85 dias	01/11/21	25/02/22
▸ Sistema Supervisorio	0%	0%	80 dias	01/11/21	18/02/22
▸ Aprovação Sistema Supervisorio	0%	0%	5 dias	21/02/22	25/02/22
▾ COMISSIONAMENTO A FRIO	11%	9%	128 dias	09/09/21	07/03/22
▸ EQUIPAMENTOS PÁTIO	19%	18%	123 dias	09/09/21	28/02/22
▸ EQUIPAMENTOS CASA DE COMANDO	0%	0%	2 dias	14/02/22	15/02/22
▸ CABOS ELÉTRICOS	0%	0%	21 dias	07/02/22	07/03/22

Fonte: Autor

Na figura acima é possível observar que a disciplina Implantação também possui pacotes de atividades detalhados em sua EAP. Sabendo que alguns equipamentos só podem ser montados após a liberação de algumas obras civis, é mais viável que

as montagens sejam separadas para que o marco de entrega das obras civis também seja monitorado.

A automação foi detalhada por sistema e o comissionamento foi detalhado, assim como os suprimentos, por área de entrega.

A coluna Duração, assim como as colunas de avaliação física (%trabalho concluída e %concluída), é alimentada pelo planejador da obra semanalmente. Na duração, o conjunto de atividades resumo recebe, automaticamente, a duração contemplada entre a menor data da primeira atividade até a maior data de execução da última atividade, a isto se dá o nome de caminho crítico. Todas as atividades que afetam a duração inicial projetada fazem parte do caminho crítico da obra. Existem ainda as atividades que ocorrem em paralelo à estas, mas que não fazem parte do caminho crítico, desde que não atrasem o suficiente para ser reagendadas para datas superiores às dele.

Todos os pacotes de atividades atualizam automaticamente, exceto as suas subatividades a serem executadas, como mostra a figura 3.

Figura 3: As atividades de cada pacote

Nome da tarefa	% trabalho concluído	% concluída	Duração	Início	Término
▲ IMPLANTAÇÃO	35%	40%	172 dias	12/07/21	08/03/22
▲ OBRAS CIVIS	32%	43%	99 dias	12/07/21	25/11/21
▷ MOBILIZACAO DO CANTEIRO	100%	100%	10 dias	19/07/21	30/07/21
▷ LOCAÇÃO	100%	100%	5 dias	12/07/21	16/07/21
▲ PORTICOS	100%	100%	22 dias	19/07/21	17/08/21
▲ Fincamento dos Postes	100%	100%	10 dias	19/07/21	30/07/21
Escavação	100%	100%	9 dias	19/07/21	29/07/21
Implantação dos Postes	100%	100%	4 dias	22/07/21	27/07/21
Regularização do Terreno	100%	100%	3 dias	28/07/21	30/07/21
▲ Aparelhamento dos Postes	100%	100%	8 dias	06/08/21	17/08/21
Posicionamento de Aneis	100%	100%	3 dias	06/08/21	10/08/21
Chumbamento de Aneis	100%	100%	6 dias	06/08/21	13/08/21
Acabamento	100%	100%	2 dias	16/08/21	17/08/21
▷ CASA DE COMANDO	26%	36%	54 dias	12/08/21	26/10/21
▷ BASES DOS TRAFOS	93%	88%	26 dias	09/08/21	13/09/21
▷ BASE PARA O DISJUNTOR	100%	100%	4 dias	10/09/21	15/09/21
▷ PAREDE CORTA FOGO	2%	2%	26 dias	16/09/21	21/10/21
▷ BACIA DE CONTENÇÃO	100%	100%	4 dias	09/09/21	14/09/21
▷ CAIXA SEPARADORA DE ÓLEO	0%	0%	19 dias	22/10/21	17/11/21
▷ DUTOS E CANALETAS	1%	1%	50 dias	17/09/21	25/11/21
▷ PATIO ACABAMENTO	49%	58%	84 dias	19/07/21	11/11/21

Fonte: Autor

Na figura acima é apresentado as Obras Civis da Implantação, detalhadas até o nível 6, este é o último nível apresentado no pacote Pórticos. É possível perceber que este pacote é dividido em outros dois pacotes menores; Fincamento e Aparelhamento dos Postes. Esses dois pacotes menores são subdivididos em atividades a ser executadas. De forma análoga ocorre para todas as fases das Obras Civis e nas montagens eletromecânicas.

Na figura 3 é possível observar que o pacote Fincamento dos Postes tem duração de 10 dias (úteis) entre a primeira e a última data de suas atividades, a saber 19/07 e 30/07, respectivamente. Apesar das três atividades desse pacote terem duração de 9 dias, 4 dias e 3 dias, a duração total do pacote não é a soma desses prazos, mas somente a diferença entre a primeira e a última data das três atividades, pois em determinados dias as atividades ocorreram em paralelo.

As colunas Início e Término obedecem a mesma regra da Duração, afinal a duração é calculada através da diferença entre o maior término e o menor início das atividades, portanto a atividade resumo também tem como data de início a menor data dos pacotes de níveis maiores dentro dela e a data de término é a maior data dos pacotes de níveis maiores dentro dela. Dessa forma é possível saber quais pacotes ou atividades fazem parte do caminho crítico, independente de qual nível esteja o pacote ou a atividade.

3.2 Comparando Duração & Trabalho

Alguns itens do escopo contratado, como fornecimento de projetos e equipamentos de grande porte, que estimam grandes durações para serem produzidos e entregues/transportados, são as principais vertentes das análises desse trabalho, bem como o comissionamento dos equipamentos adquiridos. Baseando-se nisso foi estabelecido, já na produção da EAP, alguns parâmetros para estimar pesos a determinadas atividades, fazendo que estas representem um percentual parcial em comparação ao percentual total da obra (100%).

Sendo assim, em obras de subestações é comum que a produção de projetos e fabricação/transporte dos equipamentos tenham um longo prazo, tendo, portanto, um grande percentual de representatividade (peso) no cronograma quando o planejador/manuseador da ferramenta decide que em seu cronograma físico a obra

será acompanhada baseando-se na duração. A figura 2 apresenta o peso que os projetos e equipamentos têm na avaliação física, representado pela coluna %concluída.

Quando o critério de avanço é a duração, os próprios prazos definem os pesos que cada pacote de atividades ou grupo de atividades resumo têm em relação ao percentual total do projeto, considerando sempre a rede de precedência. Isso ocorre porque a duração total do empreendimento será apresentada no *MS Project* baseando-se no calendário do projeto (dias do ano a serem trabalhados) e a primeira e última data das atividades resumo, pois a ferramenta contabiliza a duração total como denominador, fundamentando-se sempre, sem exceções, no caminho crítico de toda a obra. Quando uma ou mais atividades recebem 100% de avanço manualmente, as atividades resumo automaticamente calculam o peso que a duração daquela atividade possui em relação à duração total.

O percentual só se torna cumulativo no projeto quando as atividades individualmente recebem percentual de avanço, pois caso não sejam realizadas, não serão objeto de medição, isto é, as suas durações não foram adicionadas ao cálculo geral, portanto devem ser reagendadas. É comum, inclusive na obra acompanhada nesse trabalho, que os projetos de engenharia e suprimentos fornecidos no escopo da própria construtora/montadora, recebam seus avanços baseando-se na duração, porque normalmente esses projetos não possuem trabalho por serem faturamento direto da empresa MRP. O cálculo utilizado na coluna %concluída é feito através da seguinte fórmula:

$$\%concluída = \text{duração acumulada concluída} / \text{duração total do projeto}$$

Em que a duração acumulada concluída é estimada baseando-se em todos os avanços que foram dados nas atividades, dentro do caminho crítico. Sendo assim, somente as atividades que não recebem avanço, as que não fazem parte do caminho crítico e as que não possuem duração não afetam no cálculo do percentual de obra concluído. Para fins deste cálculo, a duração total do projeto é inversamente proporcional ao seu % concluído, ou seja, quanto maior for a duração total do projeto, menor será o peso que as atividades possuem no percentual da obra como todo, mas isso só ocorre quando as atividades são reagendadas e o caminho crítico possui duração maior. Quando o critério de avanço é o esforço (também nomeado

como empenho ou trabalho e representado pela coluna %trabalho concluído na figura 3) há a necessidade de atribuição de recursos.

O peso é medido em Hora-homem (Hh) ou Hora-máquina (Hm), sendo assim, o avanço é calculado de forma análoga à duração, no entanto os pesos influenciarão de forma diferente no avanço da obra no decorrer do tempo, pois uma atividade que dura 10 dias, por exemplo, pode ter um peso maior em comparação à outra que dura 20 dias. Um exemplo que ocorre nesta obra são as entregas dos projetos que não recebem atribuição de recursos, mas possuem duração para serem realizadas, sendo assim somente têm influência no avanço se o critério utilizado for o das durações e não o critério do empenho concluído.

3.3 Avaliação física dos projetos de engenharia

Na figura 4 é apresentada a avaliação física dos projetos através das colunas %trabalho concluído e %concluída.

Figura 4: As colunas %trabalho concluído e %concluída

Nome da tarefa	% trabalho concluído	% concluída
▾ SUBESTAÇÃO - MRP	33%	77%
▾ ENGENHARIA	0%	99%
▷ ARQUITETURA	100%	100%
▷ CIVIL	100%	100%
▷ ELETROMECCÂNICO	100%	100%
▷ INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	100%	100%
▷ EQUIPAMENTOS	100%	100%
▷ MEDIÇÃO E FATURAMENTO	100%	100%
▷ TERRAPLANAGEM	100%	100%
▷ BOMBEIROS	100%	100%
▷ DRENAGEM	100%	100%
▷ PROTEÇÃO E SELETIVIDADE	0%	0%
▾ SUPRIMENTOS	0%	86%
▷ EQUIPAMENTOS PÁTIO	0%	86%
▷ EQUIPAMENTOS CASA DE COMANDO	0%	86%
▷ IMPLANTAÇÃO	35%	40%
▾ AUTOMAÇÃO	0%	0%
▷ Sistema Supervisorio	0%	0%
Aprovação Sistema Supervisorio	0%	0%
▾ COMISSIONAMENTO A FRIO	11%	9%
▷ EQUIPAMENTOS PÁTIO	19%	18%
▷ EQUIPAMENTOS CASA DE COMANDO	0%	0%
▷ CABOS ELÉTRICOS	0%	0%

Fonte: Autor

Os pacotes de atividades não têm seus níveis maiores e mais detalhados, pois na semana do status, quase todos os projetos já foram entregues, então a disciplina Engenharia possui avaliação física muito próxima de 100%. As demais disciplinas estão sendo apresentadas na figura, pois através delas é possível comparar o peso de avaliação física que os projetos possuem quando o cronograma apresenta recursos atribuídos (contorno vermelho) e quando não apresenta (contorno azul).

Na figura 4 é possível observar que entre os 10 pacotes de atividades da disciplina Engenharia, somente o pacote Proteção e Seletividade não foi concluído até a semana 10 de obra.

Na coluna %concluída é possível deduzir que todos os avanços dos pacotes representam 99% de tudo que foi previsto para ser realizado na disciplina Engenharia, no entanto, na coluna %trabalho concluído, mesmo com os avanços de vários pacotes serem 100%, a disciplina Engenharia ainda apresenta 0% de avanço. Isso ocorre porque a coluna %trabalho concluído também é dinâmica com a coluna %concluída, isto é, a coluna %trabalho concluído replica todos os avanços de 100% que forem alimentados na coluna %concluída, em contraposto a isto, tudo que não recebe 100% de avanço na coluna %concluída, não é calculado nos pacotes de atividades e nem na disciplina Engenharia como todo, na coluna %trabalho concluído.

Nessa fase do empreendimento, o cronograma apresenta 77% de suas atividades realizadas, se os pacotes de atividades da Engenharia forem alimentados com 0% de realizado, na coluna %concluída, é possível analisar qual o peso que todos os avanços da entrega dos projetos possuem na avaliação física total do empreendimento.

Na figura 5, a seguir, é possível averiguar essa análise.

Figura 5: O peso dos projetos não iniciados

Nome da tarefa ▼	% trabalho concluído ▼	% concluída ▼
▾ SUBESTAÇÃO - MRP	33%	20%
▾ ENGENHARIA	0%	0%
▷ ARQUITETURA	0%	0%
▷ CIVIL	0%	0%
▷ ELETROMECCÂNICO	0%	0%
▷ INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	0%	0%
▷ EQUIPAMENTOS	0%	0%
▷ MEDIÇÃO E FATURAMENTO	0%	0%
▷ TERRAPLANAGEM	0%	0%
▷ BOMBEIROS	0%	0%
▷ DRENAGEM	0%	0%
▷ PROTEÇÃO E SELETIVIDADE	0%	0%

Fonte: Autor

Na figura acima é possível ver claramente que a entrega dos projetos não afeta a avaliação física da obra, caso o modelo escolhido para avaliação seja o do empenho realizado. Nota-se ainda que após a retirada dos avanços os projetos já entregues reduziram em mais de 50% de tudo que havia sido executado até a fase atual da obra.

A figura 6 apresenta todos os projetos com 100% de avanço realizado, postos na coluna %concluída e replicado automaticamente para a coluna %trabalho concluído. O percentual total de 33% de avanço permanece intacto, no entanto a coluna do método das durações informa que 78% do que foi previsto para a duração total do empreendimento, foi realizado.

Figura 6: O peso dos projetos quando concluídos

Nome da tarefa	% trabalho concluído	% concluída
▸ SUBESTAÇÃO - MRP	33%	78%
▸ ENGENHARIA	100%	100%
▸ ARQUITETURA	100%	100%
▸ CIVIL	100%	100%
▸ ELETROMECCÂNICO	100%	100%
▸ INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	100%	100%
▸ EQUIPAMENTOS	100%	100%
▸ MEDIÇÃO E FATURAMENTO	100%	100%
▸ TERRAPLANAGEM	100%	100%
▸ BOMBEIROS	100%	100%
▸ DRENAGEM	100%	100%
▸ PROTEÇÃO E SELETIVIDADE	100%	100%

Fonte: Autor

3.4 Avaliação física dos suprimentos e entregáveis

Quando a avaliação física dos entregáveis considera a coluna %concluída, todas as análises aplicadas à entrega dos projetos também são válidas, conforme apresentado na figura 7.

Figura 7: O peso dos entregáveis

Nome da tarefa	% trabalho concluído	% concluída
▸ SUBESTAÇÃO - MRP	33%	77%
▸ ENGENHARIA	0%	99%
▸ SUPRIMENTOS	0%	86%
▸ EQUIPAMENTOS PÁTIO	0%	86%
Entrega de TPs	100%	100%
Entrega de TCs	100%	100%
Entrega de Chave Seccionadora (Entrada)	100%	100%
Entrega de Chaves Seccionadoras (Transformadores)	100%	100%
Entrega dos transformadores 12,5MVA	100%	100%
Entrega de Disjuntor 72,5kV	0%	0%
Entrega dos pára-raios	100%	100%

Fonte: Autor

A não ocorrência da Entrega de Disjuntor impossibilita que a coluna %trabalho concluído replique os percentuais da coluna %concluída, tampouco apresenta no pacote de atividades o peso que cada entrega possui, já que essas entregas não receberam atribuição de recurso.

Na figura 8 há o comparativo em que a entrega dos equipamentos do pátio teve seus percentuais zerados, deduzindo qual o peso que essas entregas possuem na avaliação física do empreendimento, através da coluna %concluída.

Figura 8: O peso dos entregáveis quando não foram iniciados

Nome da tarefa	% trabalho concluído	% concluída
▾ SUBESTAÇÃO - MRP	33%	73%
▸ ENGENHARIA	0%	99%
▾ SUPRIMENTOS	0%	43%
▾ EQUIPAMENTOS PÁTIO	0%	0%
Entrega de TPs	0%	0%
Entrega de TCs	0%	0%
Entrega de Chave Seccionadora (Entrada)	0%	0%
Entrega de Chaves Seccionadoras (Transformadores)	0%	0%
Entrega dos transformadores 12,5MVA	0%	0%
Entrega de Disjuntor 72,5kV	0%	0%
Entrega dos pára-raios	0%	0%

Fonte: Autor

Sendo assim, é possível verificar que as entregas desses equipamentos, que já receberam avanços, possui 4% de peso na avaliação física, quando utilizado o modelo das durações. Os 43% de avaliação que constam na disciplina Suprimentos, representam os avanços do pacote Equipamentos Casa de Comando, que não é apresentado na figura acima.

3.5 Avaliação física da fabricação, construção e montagem

Para analisar a avaliação física das atividades que possuem recursos atribuídos, foi escolhido o pacote de atividade chamado Base dos trafos, mas o modelo e a análise são análogos para todos os pacotes das disciplinas Implantação e

Automação. Esse pacote possui suas atividades de maior nível localizadas no nível 5, este é o nível em que as atividades são alimentadas manualmente com os avanços reais da obra. Nas atividades resumo localizadas nos níveis menores, o cálculo do percentual obedece ao critério dos pesos de todos os pacotes dentro daquela atividade resumo.

Na figura 9 é possível verificar que os recursos atribuídos geram o peso das atividades realizadas no pacote Bases dos trafos e nos pacotes dos níveis menores em que este está inserido, isto é, Obras Civis, Implantação e Subestação – MRP (Pacote que resume o projeto inteiro).

Figura 9: Os recursos atribuídos à execução

Nome da tarefa	% trabalho concluído	% concluída	Nomes dos recursos	Trabalho	Duração
▾ SUBESTAÇÃO - MRP	33%	77%		18.300,03 hrs	172 dias
▸ ENGENHARIA	0%	99%		0 hrs	135 dias
▸ SUPRIMENTOS	0%	86%		0 hrs	159 dias
▾ IMPLANTAÇÃO	35%	40%		17.052,03 hrs	172 dias
▾ OBRAS CIVIS	32%	43%		9.060,6 hrs	99 dias
▸ MOBILIZACAO DO CANTEIRO	100%	100%		287,98 hrs	10 dias
▸ LOCAÇÃO	100%	100%		80 hrs	5 dias
▸ PORTICOS	100%	100%		600 hrs	22 dias
▸ CASA DE COMANDO	26%	36%		1.453,33 hrs	54 dias
▾ BASES DOS TRAFOS	93%	88%		346 hrs	26 dias
Escavação	100%	100%	Operador de retroescavadeira	98 hrs	5 dias
Concreto Magro	100%	100%	Pedreiro[0,5];Auxiliar de pedr	12 hrs	1 dia
Forma	100%	100%	Auxiliar de pedreiro;Pedreiro	48 hrs	3 dias
Armação	100%	100%	Auxiliar de pedreiro;Pedreiro	108 hrs	3 dias
Concretagem	100%	100%	Auxiliar de pedreiro[2];Pedre	56 hrs	2 dias
Desforma	0%	0%	Auxiliar de pedreiro	8 hrs	1 dia
Acabamento	0%	0%	Auxiliar de pedreiro;Pedreiro	16 hrs	1 dia

Fonte: Autor

Na figura acima existem diversas informações importantes. A duração também pode ser utilizada para fins de avaliação física, mesmo nesses pacotes que receberam atribuição de recursos. Outra informação que a figura apresenta trata-se da diferença entre a avaliação física total de todo o pacote Bases dos trafos, pois na coluna %trabalho concluído a avaliação é de 93%, mas na coluna %concluída o avanço é 88%. Isso ocorre porque o empenho, representado na figura pela coluna Trabalho, é diferente para todas as atividades desse pacote, mesmo as atividades que possuem a mesma duração como Fôrma e Armação, possuem quantidades diferentes de recursos atribuídos. Sendo assim, essa diferença de trabalho possui

peso diferente quando o avanço das atividades é considerado para fins do cálculo de avaliação física do pacote Bases dos trafos.

3.6 O peso estimado para o comissionamento

O Comissionamento, assim como a Implantação, é uma disciplina que também pode ter a avaliação física realizada através das duas colunas já citadas. A única interferência é se a comissão dos equipamentos e sistemas tiver grande presença no caminho crítico, pois qualquer atraso na execução poderá causar grandes defasagens na avaliação física total do empreendimento.

Conforme exposto na figura 10 é possível também averiguar que mesmo atividades que possuem durações iguais, têm atribuições diferentes de recursos e por esse motivo possuem pesos diferentes na avaliação física total do pacote ou da disciplina.

Figura 10: Os recursos atribuídos ao comissionamento

Nome da tarefa	% trabalho concluído	% concluída	Nomes dos recursos	Trabalho	Duração
▾ SUBESTAÇÃO - MRP	33%	77%		18.300,03 hrs	172 dias
▸ ENGENHARIA	0%	99%		0 hrs	135 dias
▸ SUPRIMENTOS	0%	86%		0 hrs	159 dias
▸ IMPLANTAÇÃO	35%	40%		17.052,03 hrs	172 dias
▸ AUTOMAÇÃO	0%	0%		560 hrs	85 dias
▾ COMISSIONAMENTO A FRIO	11%	9%		688 hrs	128 dias
▾ EQUIPAMENTOS PÁTIO	19%	18%		416 hrs	123 dias
Para-raios 69 kV	0%	0%	Eletricista Força e Controle;En	16 hrs	1 dia
TC 69 kV	0%	0%	Eletricista Força e Controle;En	64 hrs	1 dia
TP 69 kV	0%	0%	Eletricista Força e Controle;En	48 hrs	1 dia
Secionadoras de Alta Tensao	70%	70%	Eletricista Força e Controle;En	112 hrs	2 dias
Disjuntores de Alta Tensao	0%	0%	Eletricista Força e Controle;En	48 hrs	1 dia
Trafo de Potência	0%	0%	Eletricista Força e Controle;En	128 hrs	2 dias
▾ EQUIPAMENTOS CASA DE COMANDO	0%	0%		208 hrs	2 dias
TSA	0%	0%	Eletricista Força e Controle;En	64 hrs	1 dia
Sistema de Servico Auxiliar	0%	0%	Eletricista Força e Controle;En	16 hrs	1 dia
PMT 15 kV	0%	0%	Eletricista Força e Controle;En	112 hrs	2 dias
Banco de Baterias e Retificador	0%	0%	Eletricista Força e Controle;En	16 hrs	1 dia
▾ CABOS ELÉTRICOS	0%	0%		64 hrs	21 dias
Cabos de AT	0%	0%	Eletricista Força e Controle;En	32 hrs	1 dia
Cabos de MT	0%	0%	Eletricista Força e Controle;En	32 hrs	1 dia

Fonte: Autor

É destacada na figura a única atividade que possui avanço, o comissionamento das Seccionadoras de Alta Tensão. Apesar de apresentar 70% de avanço na coluna %trabalho concluído e na coluna %concluída, o pacote Equipamentos pátio e a

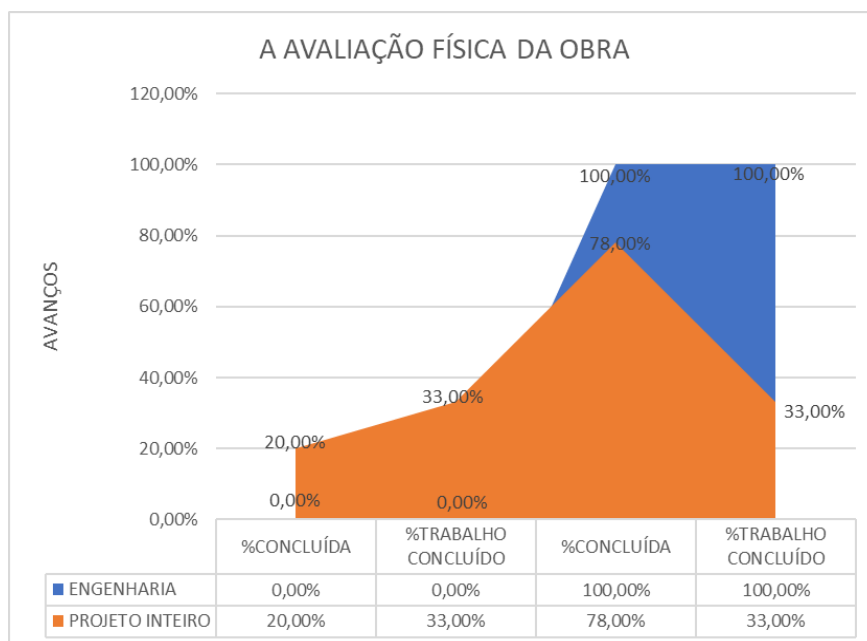
disciplina Comissionamento a frio apresentam defasagem de 1% e 2%, respectivamente, no resumo da avaliação física. Essa defasagem significa que o trabalho dessa atividade possui peso diferente do peso da duração, se comparados ao peso total do pacote e da disciplina.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante das divergências e complementos apresentados nas figuras 1 a 10 é possível traçar uma perspectiva de que quanto mais dinâmica for a EAP e o modelo de entregáveis e execução, mais difícil é para o planejador encontrar um método capaz de compilar todos os modelos de avanços.

Na tabela 1 é possível observar que os projetos de engenharia (arquitetura, estrutura de concreto, instalações, estrutura metálica, etc), bem como qualquer outra atividade ou disposição que não haja atribuição de recursos, não afetarão o percentual total da obra se o método de avaliação física escolhido for somente o trabalho. De forma oposta, caso o método escolhido seja o das durações, os projetos de engenharia, bem como os entregáveis e suprimentos das figuras 7 e 8 afetarão drasticamente a avaliação física de todo o projeto.

Gráfico 2: A avaliação física da obra



Fonte: Autor

Na tabela acima é possível observar as ponderações e peso dos projetos de engenharia no cronograma desta obra. De acordo com a tabela, caso a disciplina Engenharia receba 0% ou 100% de avanço, é indiferente para a coluna %trabalho concluído, no entanto quando esta disciplina possui 0% de avanço na coluna %concluída, todo o projeto detém 20% de avanço e quando a disciplina conclui com 100% de avanço, o projeto inteiro eleva-se para 78% de avaliação física. Sendo assim, nesta obra é possível concluir que no caminho crítico, os projetos de engenharia possuem 58% de toda a duração da obra, o que pode ser um grande problema, pois a montagem e instalação de equipamentos na subestação não serão vistos como parcelas relevantes para o avanço físico.

De acordo com o PMBOK, uma técnica utilizada para contornar essa situação é a do valor agregado (EVM – *Earned Value Management*). Este método é utilizado para acompanhar obras dinâmicas, como a desta subestação de 69kV, em que há grande interatividade entre a entrega dos projetos, suprimentos e execução. O EVM integra todas as partes do projeto, isto é, os prazos, custos e escopo.

Contudo, embora este método agregue todas as necessidades do projeto e substitua eficazmente o método das durações, a ferramenta *MS Project* não dispõe de uma coluna nativa que estabeleça a interligação entre custos, trabalho e duração, havendo a necessidade de gerenciar a metodologia através de uma de suas colunas alteráveis (texto ou número).

Considerando a quantidade de linhas e atividades da Linha de Base do cronograma desta obra, não foi necessário recorrer à curva financeira para que a medição e a avaliação física ocorressem de forma satisfatória, isto porque todos os projetos, equipamentos e montagens foram bem definidos e estimados no início do projeto. Sabendo que para a utilização do valor agregado como método para o avanço físico, seria necessário criar uma coluna texto ou número e requerer grande dedicação e mão de obra do planejador toda semana, foi levantada a possibilidade de utilizar uma coluna texto e acompanhar os avanços somente através do percentual de trabalho concluído. Isso porque a coluna texto seria criada de qualquer forma, a diferença estaria na necessidade de utilizar os custos como paridade para a avaliação física. A possibilidade foi aceita e está sendo utilizada, sendo assim, a avaliação física do projeto inteiro só é afetada pelo trabalho realizado pelos recursos enquanto as disciplinas de Engenharia e Suprimentos têm seus

avanços calculados através das durações de suas atividades e subatividades, como fica explícito na figura 10.

5 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos, conclui-se que para a avaliação física da obra da Subestação Elétrica de 69kV desta empresa abordada não pode ser acompanhada através do método das durações, isto porque apresentaria valores irreais de avanço.

O método mais real e aplicável seria o método do valor agregado, considerando as fases iniciais da obra, no entanto, devido à indisponibilidade desta metodologia na ferramenta *MS Project*, foi viável utilizar uma coluna texto que integrasse os avanços das durações para os projetos de engenharia e suprimentos e o trabalho realizado para a execução física da obra.

Esses percentuais de avanços para as quatro disciplinas, incluindo o comissionamento que recebeu critério de avaliação do trabalho de seus recursos atribuídos, são visualizados somente no nível 2 de abertura do cronograma, mas não refletem na avaliação física total do projeto, existente no nível 1.

Para todos os fins, o critério de avanço físico utilizado na medição da obra foi somente o do trabalho realizado, sendo os projetos e suprimentos somente disciplinas que apresentam percentuais analíticos de avanços e não determinam parcelas do pagamento de avanço por parte da MRP.

REFERÊNCIAS

- A importância do MS Project na área das engenharias.** A Arquiteta, 2017. Disponível em <https://www.arquiteta.com.br/blog/ms-project/>. Acesso em: 03 de Setembro, 2021.
- BORGES, Carlos; ROLLIM, Fabiano. **Gerenciamento de projetos aplicado: conceitos e guia prático.** São Paulo: Brasport, 2016.
- CAMARGO, Marta. **Gerenciamento de projetos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.
- CARVALHO, Marly Monteiro de; RABECHINI Jr., Roque. **Fundamentos em gestão de projetos: Construindo competências para gerenciar.** 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- CARVALHO, Marly Monteiro de; RABECHINI Jr., Roque. **Gerenciamento de projetos na prática: Casos Brasileiros.** São Paulo: Atlas, 2006.
- CASAROTTO F., Nelson, FAVERO, José Severino, CASTRO, João Ernesto E. - **Gerência de Projetos / Engenharia Simultânea** - Ed. Atlas, 1999.
- CLELAND, David I.; IRELAND, Lewis R. **Gerenciamento de Projetos.** Rio de Janeiro, LTC, 2007.
- CLEMENTE, Ademir. **Projetos Empresariais e Públicos.** 3ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira.** 4.ed. São Paulo: Pini Ltda, 2004.
- LIMA, T. T; COUTINHO, I. A. **Aplicação da curva “S” no controle de documentos para a gestão de projetos.** Brasília: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2006.
- MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Global Standart. **Guia PMBOK: Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos.** 6. ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2017.
- SILVA, A. S; SANTOS, C. T. **A gestão de cronograma em empresas de engenharia civil: um estudo sobre os fatores determinantes.** Revista de Gestão e Projetos, [online], v. 6, n. 1, p. 111, fev. 2015, Disponível em <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5190552.pdf>. Acesso em 25 set. 2021.
- SOUSA, R. L. **Análise das etapas na construção de subestações.** Campina Grande: UFCG, 2017.