

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DO SERTÃO – EIXO DAS TECNOLOGIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JANAINA CARVALHO MENEZES

**Análise da Duração das Atividades Construtivas de Duas Subestações de Energia
Elétrica em Pernambuco: Estudo de Caso**

Delmiro Gouveia - AL

2023

JANAINA CARVALHO MENEZES

Análise da Duração das Atividades Construtivas Entre Duas Subestações de Energia Elétrica em Pernambuco: Estudo de Caso

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus Sertão, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc. Wendell José Soares dos Santos.

Delmiro Gouveia - AL

2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

M543a Menezes, Janaína Carvalho

Análise da duração das atividades construtivas entre duas subestações de energia elétrica em Pernambuco: estudo de caso / Janaína Carvalho Menezes. – 2023.

89 f. : il.

Orientação: Wendell José Soares dos Santos.
Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2023.

1. Construção civil. 2. Subestação elétrica. 3. Energia elétrica. 4. Estrutura analítica de projeto. 5. Quadro de duração de recursos. I. Santos, Wendell José Soares dos. II. Título.

CDU: 624.05

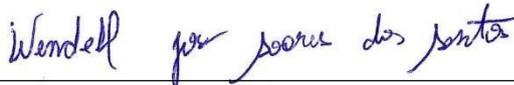
Folha de Aprovação

JANAINA CARVALHO MENEZES

Análise da Duração das Atividades Construtivas Entre Duas Subestações de Energia Elétrica em Pernambuco: Estudo de Caso

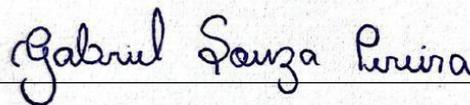
Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado/Licenciatura em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc. Wendell José Soares dos Santos

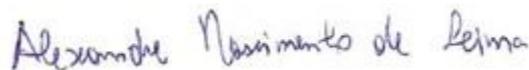


(Orientador – MSc. Wendell José Soares dos Santos, UFAL)

Banca examinadora:



(Examinador Externo – MSc. Gabriel Souza)



(Examinador(a) Interno(a) – MSc. Alexandre Nascimento de Lima)

A Deus, por todas as oportunidades que me oferece, todos os dias.

A minha mãe e amiga que sempre me apoiou e incentivou aos estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por ter me mantido na trilha certa durante o curso e durante a elaboração desse trabalho com saúde e forças para chegar até o final. Por não me deixar cair, mesmo quando inúmeras forças tentavam me derrubar. Por ter transformado minha vida durante o curso e mostrado o quão forte eu sou.

Aos meus pais João Carlos e Raimunda (In memoriam) que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória, por sempre acreditarem em mim e porque nunca mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Aos meus irmãos Joyce e Manoel pelo companheirismo de sempre, e ao meu sobrinho João por todo e tanto amor que me tem dedicado.

Ao meu primeiro orientador que por motivo de afastamento não pode continuar, o professor Rogério de Jesus pela dedicação e paciência durante o projeto.

Ao meu orientador Wendell Soares, a quem sou muito grata por aceitar esse desafio, seus conhecimentos fizeram grande diferença no resultado final deste trabalho.

A todos os meus professores do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus de Sertão pela excelência da qualidade técnica de cada um.

A todos os meus colegas de curso, pela oportunidade do convívio e pela cooperação mútua durante estes anos. Agradeço a cada um de coração pela troca de conhecimento, companheirismo e amizade. Levarei um pouquinho de cada um dentro do meu coração por toda vida.

A todos os meus amigos, conhecidos e parentes que torceram e acreditaram na minha capacidade de concluir mais uma graduação.

“A construção não seria possível sem que antes o autor dos planos não os tivesse sonhado.” (Henrique Paiva)

RESUMO

Embora a aceitação da eletricidade tenha sido bastante rápida no século 19, no século 21 no Brasil milhares de pessoas se viram sem acesso à eletricidade. Com objetivo de resolver este problema, o governo federal criou o programa social Luz Para Todos, com objetivo de levar energia elétrica às regiões rurais e/ou às casas que ainda não a tinham. Foram e ainda vem sendo feitos vários investimentos na geração de energia, construções de linhas de transmissão e construções de subestações para garantir a chegada de energia. As subestações funcionam como pontos de entrega de energia para os consumidores. Embora as subestações sejam basicamente uma instalação elétrica, sua construção requer muita mão de obra civil. Tendo em vista a importância das subestações, o presente trabalho tem como objetivo analisar o cronograma físico de duas subestações localizada nos municípios de Tacaratu e Goiana (Tejucupapo) em Pernambuco, através das atividades de precedência, analisar o tempo de cada obra pelo quadro de duração de recursos, e analisar a estrutura analítica de projeto. Um cronograma físico de obra bem executado, ajuda a verificar a necessidade de materiais, mão de obra e equipamentos. É um instrumento que permite ajustar etapas para recuperar tempos de inatividade, evitando atraso na entrega. Conforme os resultados obtidos no presente trabalho, a subestação de Tacaratu teve uma duração superior a tratada pela análise do quadro de duração de recursos, enquanto a subestação de Tejucupapo foi em direção oposta, apresentando duração inferior a estudada pela análise do quadro de duração de recursos, sendo umas das possíveis causas a logística de materiais entre as cidades das subestações e sua capital Recife, podendo ter afetado também a influência da mão de obra.

Palavras-chave: Estrutura Analítica de Projeto. Precedência. Quadro de Duração de Recursos. Subestação.

ABSTRACT

Although the acceptance of electricity was quite rapid in the 19th century, in the 21st century in Brazil thousands of people found themselves without access to electricity. In order to solve this problem, the federal government created the social program “Luz Para Todos” (Light for All), with the aim of bringing electricity to rural regions and/or to homes that did not yet have it. Several investments were and still are being made in energy generation, the construction of transmission lines and substations to guarantee the arrival of energy. Substations act as delivery points for energy to consumers. Although substations are basically an electrical installation, their construction requires a lot of civilian labor. In view of the importance of substations, this paper aims to analyze the physical schedule of two substations located in the municipalities of Tacaratu and Goiana (Tejucupapo) in Pernambuco, through the precedence activities, analyze the time of each work through the resource duration table, and analyze the analytical project structure. A well-executed physical construction schedule helps to verify the need for materials, labor and equipment. It is an instrument that allows stages to be adjusted to recover downtime, avoiding delays in delivery. According to the results obtained in this study, the Tacaratu substation had a longer duration than the one analyzed in the resource duration table, while the Tejucupapo substation went in the opposite direction, with a shorter duration than the one studied in the resource duration table, one of the possible causes being the logistics of materials between the cities of the substations and their capital Recife, which may also have affected the influence of labor.

Keywords: Project Breakdown Structure. Precedence. Resource Duration Table. Substation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de subestação isolada a ar (AIS).	22
Figura 2 – Exemplo de subestação isolada a gás (GIS).	23
Figura 3 – Planta de uma subestação isolada a gás (GIS).	23
Figura 4 – Exemplo de subestação híbrida.	24
Figura 5 – Usina hidrelétrica.	25
Figura 6 – Usina térmica a gás natural.	26
Figura 7 – Plataforma de petróleo.	27
Figura 8 – Usina térmica a carvão mineral.	28
Figura 9 – Usina nuclear.	28
Figura 10 – Usina de biomassa.	29
Figura 11 – Usina eólica.	30
Figura 12 – Usina solar	31
Figura 13 – Custos totais para a implantação das subestações.	33
Figura 14 – Estrutura Analítica do Projeto (EAP) da construção de um caso: (a) formato em árvore; (b) formato analítico; (c) mapa mental.	36
Figura 15 – Configuração básica do QDR.	37
Figura 16 – Quadro de precedência.	39
Figura 17 – Exemplo de diagrama de rede	41
Figura 18 – Localização do município de Tacaratu	43
Figura 19 – Localização do município de Goiana	44
Figura 20 – Planta de locação da subestação de Tacaratu	45
Figura 21 – Planta de locação da subestação de Tejucupapo.	45
Figura 22 – Diagrama de Sequenciação (DS) de Tacaratu – PE.	53
Figura 23 – Diagrama de Sequenciação (DS) de Tejucupapo – PE.	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – EAP da subestação de Tacaratu	48
Quadro 1 – EAP da subestação de Tacaratu (continuação)	49
Quadro 2 – EAP da subestação de Tejucupapo	50
Quadro 2 – EAP da subestação de Tejucupapo (continuação).....	51
Quadro 3 – Quadro de Sequenciação (QS) de Tacaratu – PE.....	52
Quadro 3 – Quadro de Sequenciação (QS) de Tacaratu – PE (continuação).	53
Quadro 4 – Quadro de Sequenciação (QS) de Tejucupapo – PE	54
Quadro 4 – Quadro de Sequenciação (QS) de Tejucupapo – PE (continuação).....	55
Quadro 5 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE, dados de saída	57
Quadro 5 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE (continuação), dados de saída	58
Quadro 6 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE, dados de saída	61
Quadro 6 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE (continuação), dados de saída	62
Quadro 7 – Cronograma das atividades da subestação Tacaratu	65
Quadro 7 – Cronograma das atividades da subestação Tacaratu (continuação).....	66
Quadro 8 – Cronograma das atividades da subestação Tejucupapo.....	70
Quadro 8 – Cronograma das atividades da subestação Tejucupapo (continuação).....	71
Quadro 9 – Quadro de duração das obras das subestações	76
Apêndice 1 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE, dados de entrada	80
Apêndice 1 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE (continuação), dados de entrada	81
Apêndice 2 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE, dados de entrada	84
Apêndice 2 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE (continuação), dados de entrada.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABB	Brown Boveri
AIS	Air Insulated Switchgear
CAIXA	Caixa Econômica Federal
CAPEX	Capital Expenditure
CD	Custos Diretos
CO2	Dióxido de Carbono
CPM	Critical Path Method (Método do Caminho Crítico)
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CREA-ES	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo
DS	Diagrama de Sequenciação
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GIS	Gas Insulated Switchgear
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Ee Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
KV	Quilovolt
LPT	Luz Para Todos
MG	Minas Gerais
MME	Ministério de Minas e Energia
PE	Pernambuco
PERT	Program Evaluation And Review Technique (Técnica de Avaliação e Revisão de Programas)
QDR	Quadro de Duração de Recursos
QS	Quadro de Sequenciação
SE	Subestação
SEE	Sistema de Energia Elétrica
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
SF6	Hexafluoreto de Enxofre
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos E Índices da Construção Civil
TEP	Toneladas Equivalentes de Petróleo
UFS	Universidade Federal de Sergipe
WBS	Work Breakdown Structure
ORSE	Sistema de Orçamento de Obras De Sergipe

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral.....	16
2.2	Objetivos Específicos	16
2.3	Justificativa.....	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	Histórico da Subestação.....	17
3.2	Programa Luz Para Todos.....	18
3.3	Tipos de Subestação.....	19
3.3.1	Subestação Convencional.....	21
3.3.2	Subestação Isolada a Gás ou Compacta.....	22
3.3.3	Subestação Híbrida.....	23
3.4	Fontes de Energia.....	24
3.4.1	Hidráulica.....	25
3.4.2	Gás Natural.....	25
3.4.3	Petróleo.....	26
3.4.4	Carvão.....	27
3.4.5	Nuclear.....	28
3.4.6	Biomassa.....	29
3.4.7	Eólica.....	29
3.4.8	Solar.....	30
3.5	Custo de Construção dos Tipos de Subestação.....	31
3.5.1	Custos Diretos e Indiretos.....	33
3.5.2	Estrutura Analítica de Projeto (EAP)	34
3.5.3	Quadro de Duração de Recursos (QDR)	36
3.5.4	Precedência.....	38
3.5.5	Diagrama de Rede.....	39
4	METODOLOGIA	42
4.1	Localização das Obras.....	42
4.2	Metodologia de análise.....	46
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1	Estrutura Analítica de Projeto (EAP)	48

5.2	Atividades de precedência.....	51
5.2.1	Subestação de Tacaratu – PE.....	51
5.2.2	Subestação de Tejucupapo – PE.....	54
5.3	Quadro de Duração de Recursos (QDR)	57
5.3.1	Subestação de Tacaratu – PE.....	57
5.3.2	Subestação de Tejucupapo – PE.....	61
5.3.3	Comparativo entre o tempo do cronograma e o tempo real.....	65
6	CONCLUSÃO.....	77
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
	APÊNDICE	80

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica tornou-se disponível no Brasil para uso público quase ao mesmo tempo que no exterior. Um conjunto de fatores contribuiu para isso. O engenheiro alemão Werner Siemens inventou o dínamo em 1867, o que possibilitou a utilização industrial da eletricidade. “Os meios de transmissão de energia em alta-tensão para distâncias mais longas, os transformadores e alternadores, tiveram desenvolvimento igualmente rápido. Essas conquistas possibilitaram a criação das redes para abastecer vias públicas, fábricas, comércio e residências.” (MARCOLIN, 2005). Além disso, a aceitação coletiva da eletricidade no século XIX foi bastante rápida.

Embora, a aceitação da eletricidade tenha sido bastante rápida no século XIX, em pleno século XXI no Brasil milhares de pessoas se encontravam sem acesso à energia elétrica. Dessa forma, em 2003 foi criado o programa social Luz Para Todos, com planos nacionais e estaduais e parcerias com a iniciativa privada.

As usinas geradoras de energia elétrica no Brasil desempenham um papel fundamental no país que vai muito além da geração de eletricidade: elas também são responsáveis pelo desenvolvimento econômico e social brasileiro. De acordo com dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2022), a matriz elétrica brasileira é formada majoritariamente por fonte hidráulica (56,8%), seguida pelo gás natural (12,8%), biomassa (8,2%), eólica (10,6%), solar (2,5%), carvão e derivados (3,9%), derivados de petróleo (3,0%) e nuclear (2,2%).

Uma subestação é uma instalação elétrica formada por um conjunto de equipamentos responsáveis pela transmissão e distribuição da energia elétrica, além de equipamentos de proteção e controle. Sendo elas responsáveis pela distribuição da energia elétrica. Antes de chegar às casas, a eletricidade percorre um sistema de transmissão que começa nas usinas e passa por estas estações, onde equipamentos chamados transformadores fazem o aumento ou a diminuição da tensão. Quando elevam a tensão elétrica, os transformadores evitam a perda excessiva de energia ao longo do percurso. Quando rebaixam a tensão, já nos centros urbanos, permitem a distribuição da energia pela cidade. Deste modo, as subestações funcionam como pontos de entrega de energia para os consumidores.

A subestação mesmo sendo basicamente uma instalação elétrica, na sua construção requer bastante mão de obra. Durante a sua construção há os mais diversos serviços civis, como terraplanagem, pavimentação, fundações e etc.

Um plano de construção é o primeiro passo para definir e organizar um projeto. Ele define as fases da obra e é uma combinação de diversas atividades básicas como orçamento,

cronograma e controle de obra. O planejamento e o controle de obras garantem o sucesso do empreendimento, e evitam o desperdício de tempo e dinheiro, através de ferramentas como a Estrutura Analítica de Projeto (EAP) e o Quadro de Duração de Recursos (QDR).

A EAP é uma ferramenta gráfica que organiza e simplifica graficamente o escopo do trabalho a ser realizado em um projeto, e o QDR, segundo Mattos (2010), é uma planilha que indica a duração e a quantidade de recursos necessários para realizar cada atividade da obra. Ambas as ferramentas auxiliam no planejamento de uma obra, através da decomposição em partes menores, possibilitando assim, o planejamento de cada etapa da obra, em seu respectivo período.

Dessa forma, o referido trabalho, buscou a criação e análise da Estrutura Analítica de Projeto (EAP) e o Quadro de Duração de Recursos (QDR) de duas subestações, organizando quais as atividades deveriam ser feitas para produzir as entregas do projeto.

As subestações analisadas são a de Tacaratu e a da zona rural de Goiana no distrito de Tejucupapo, ambas as cidades situadas no estado de Pernambuco.

2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

2.1. Objetivo Geral

Analisar a duração de obra de duas subestações localizada nos municípios de Tacaratu e Goiana em Pernambuco, visando contribuir para um melhor planejamento e controle dos serviços.

2.2. Objetivos Específicos

- Analisar a Estrutura de Analítica de Projeto (EAP);
- Verificar as atividades de precedência de cada obra;
- Analisar a duração de cada obra pelo Quadro de Duração de Recursos (QDR).

2.3. Justificativa

Levando-se em conta o grande aumento da concorrência do mercado da construção civil, a área do planejamento de obra vem ganhando cada vez mais importância. Obras planejadas economizam material, diminui as chances de atraso e geram um maior lucro.

O foco do trabalho é demonstrar a eficácia de um bom planejamento de obra, a partir sequência de atividades e sua precedência, para determinar a duração das mesmas, para que as vantagens de planejar possam ser empregadas em mais obras.

Culturalmente, a indústria da construção civil no Brasil não é habituada a preocupações com o planejamento, e, em muitos casos, se preocupam apenas em construir com imediatismo e empirismo, causando discutíveis execuções e obras com baixa qualidade (MATTOS, 2010).

No entanto, construir baseado em empirismo provou-se ser uma forma construtiva equivocada e obsoleta, onde é motivo de falência de muitas empresas antigas, que não se planejam adequadamente. Dessa forma, atualmente, existem vários métodos para se planejar uma obra e adequá-la ao cronograma a ser seguido.

O planejamento e o controle de obras garantem o sucesso de um empreendimento, e evitando o desperdício de tempo e dinheiro. Em função do assunto descrito anteriormente, determinou-se como relevante essa pesquisa no âmbito pessoal e acadêmico, adquirir conhecimentos para vida profissional, e no âmbito institucional contribuir com o acervo bibliográfico da Universidade Federal de Alagoas, visto que, há poucas pesquisas nessa área do conhecimento por parte dos acadêmicos do Campus do Sertão.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda sobre a história da evolução do setor elétrico e sua aceitação por parte dos brasileiros. Como também, traz uma abordagem sobre a importância das subestações, seus tipos construtivos e suas classificações.

3.1. Histórico da Subestação

Após a Revolução Industrial é possível perceber o aumento da competitividade econômica entre os países, como também a expectativa da qualidade de vida de seus cidadãos foram alteradas, esses fatores foram intensamente influenciados pela energia. (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

Essa influência da energia se torna cada vez mais decisiva, visto que, são grandes e crescentes as preocupações com o meio ambiente, ao mesmo tempo que temos um mercado totalmente globalizado. Dessa forma, o grande desafio para o desenvolvimento econômico e social que demanda de uma expressiva quantidade de energia é ter acesso aos recursos energéticos com baixos custos e preocupados com a sustentabilidade energética, com os menores impactos ambientais possíveis.

De acordo com os dados históricos, apresentados por Marcolin (2005), foi no ano de 1883 entrou em operação uma pequena usina no Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha, em Diamantina (MG). A primeira hidrelétrica instalada no Brasil, serviu por algum tempo a uma empresa mineradora. Porém, o que é considerada de fato como a primeira usina hidrelétrica do país e da América Latina a fornecer energia elétrica para iluminação pública, foi a usina Marmelos-Zero instalada no rio Paraibuna, altura da cachoeira de Marmelos, em Juiz de Fora (MG).

No início, em 1886, a ideia era ter iluminação a gás. No entanto, o industrial Bernardo Mascarenhas e o banqueiro Francisco Batista de Oliveira conseguiram mudar a concessão original para iluminação elétrica. Para isso, constituiu-se a Companhia Mineira de Eletricidade, dirigida por Mascarenhas, que começou a construir a usina em fevereiro de 1889 e a inaugurou em 5 de setembro do mesmo ano (MARCOLIN, 2005).

Ainda conforme Marcolin (2005), em termos de tecnologias, o desenvolvimento dos meios de transmissão de energia em alta-tensão para distâncias mais longas, os transformadores e alternadores, tiveram desenvolvimento igualmente rápido. Essas conquistas possibilitaram a criação das redes para abastecer vias públicas, fábricas, comércio e residências.

De acordo com Eson e Lejdeby (2013), o acrônimo de Asea Brown Boveri (ABB), fabricou sua primeira subestação, há aproximadamente 100 anos, onde os disjuntores utilizados eram volumosos e complicados, exigindo uma supervisão constante e manutenção frequente. Grande parte do século XX foi focada no desenvolvimento de novas tecnologias que ampliariam a capacidade, a disponibilidade e limitariam a manutenção.

Os registros encontrados apontam para a subestação Paula Souza, inaugurada em 1901, como a mais antiga estrutura transformadora e distribuidora de energia elétrica do estado de São Paulo. De acordo com Nascimento (2018) a inauguração se deu, junto com a usina de Santana de Parnaíba, primeira hidrelétrica a gerar eletricidade para a Cidade de São Paulo, onde eram integrantes do sistema energético da extinta Light & Power. O complexo foi considerado uma obra monumental, contando, em equipamentos, com o que havia de mais moderno e de alta potência à época. A princípio, além de contribuir para o sistema de iluminação pública, a subestação também fornecia energia para os bondes elétricos paulistanos.

No Brasil o desenvolvimento econômico de forma mais intensa ocorreu ao longo do século XX, decorrente do crescimento da industrialização, o que refletiu numa crescente demanda de energia primária.

Considerando-se apenas o período a partir de 1970, a série histórica da evolução do consumo de energia e do crescimento populacional indica que naquele ano a demanda de energia primária era inferior a 70 milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo), enquanto a população atingia 93 milhões de habitantes. Em 2000 a demanda de energia quase triplicou, alcançando 190 milhões de tep, e a população ultrapassava 170 milhões de habitantes. (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

Todavia, uma notável expansão demográfica, acompanhada de rápido aumento da taxa de urbanização, indica que a demanda de energia também aumentará de acordo com essa proporção. De acordo com Mazolini (2007) as taxas históricas de crescimento da carga no sistema brasileiro têm sido elevadas devido ao esforço de industrialização do país. Na década de 70, a taxa média de crescimento foi de cerca de 9%. Porém, no período de recessão econômica, compreendido no final da década de 80 e início da década de 90, essa taxa reduziu-se para cerca de 4%. Ou seja, a energia elétrica é considerada como um dos fatores preponderantes para o desenvolvimento econômico do país e para qualidade de vida das pessoas. Não sendo possível hoje imaginarmos uma vida sem energia elétrica.

3.2. Programa Luz Para Todos

O governo federal desenvolveu um programa de eletrificação rural para intensificar o ritmo de atendimento, antecipando assim a universalização do serviço de energia elétrica.

“De acordo com dados levantados pelo Censo 2000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), existiam no Brasil mais de 2 milhões de domicílios rurais sem acesso à energia elétrica, o que representava mais de 10 milhões de brasileiros não atendidos por esse serviço público. Agravando ainda mais esse quadro de exclusão, estimava-se que aproximadamente 90% dessas famílias possuíam renda inferior a três salários mínimos, vivendo principalmente em localidades de baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)” (MME, 2013, p. 4).

Nessa perspectiva, De Freitas e Silveira (2015), nos aponta, que a relação da energia elétrica ao desejo de avanço em termos de desenvolvimento esperado pelo Brasil, surgiu o programa Luz para Todos, com o objetivo de promover a inclusão social das famílias rurais de baixa renda por meio do fornecimento dos serviços de distribuição de energia, sempre seguindo alguns requisitos. O programa Luz para Todos é uma política pública federal coordenada pelo Ministério de Minas e Energia e operacionalizada com a participação das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – Eletrobrás e de suas empresas.

Surgiu em novembro de 2003, com o Decreto nº 4.873, do governo federal, com o nome Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – Luz para Todos (LPT). Conforme dados disponibilizados pelo Ministério de Minas e Energia (2013), inicialmente estava previsto o atendimento aos domicílios identificados pelo IBGE até o ano de 2008.

Entretanto, durante a execução do Programa Luz para Todos, os agentes envolvidos verificaram um número maior de famílias não atendidas com energia elétrica, vivendo em áreas remotas. Esse fato levou as seguintes alterações no LPT, com a publicação dos decretos nº 6.442, de 25/04/2008, nº 7.324, de 05/10/2010, nº 7.520, de 08/07/2011, nº 7.656, de 23/12/2011, nº 8.387, de 30/12/2014 e nº 9.357 de 27/04/2018, que resultaram na prorrogação do programa até 2022 e na alteração dos seus objetivos. Em 2008, o governo completou a meta de instalação em 12 estados, Alagoas, Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Sergipe e São Paulo.

A meta inicial do Programa Luz Para Todos era atingir 10 milhões de pessoas, dando acesso à energia elétrica em 2 milhões de residências. Em novembro de 2016, eram 3,2 milhões de famílias beneficiadas, atingindo assim, cerca de 15,9 milhões de pessoas. Os benefícios principais para essas famílias são na qualidade de vida, na renda familiar, na educação e no acesso as tecnologias.

3.3. Tipos de Subestação

De acordo com Muzy (2012), subestação é um conjunto de equipamentos industriais interligados entre si com os objetivos de controlar o fluxo de potência, modificar tensões e alterar a natureza da corrente elétrica, assim como garantir a proteção do sistema elétrico. Funcionando como ponto de controle e transferência em um sistema de transmissão elétrica, direcionando e controlando o fluxo energético, transformando os níveis de tensão e funcionando como pontos de entrega para consumidores industriais.

Em termos conceituais, subestação de energia é o conjunto de aparelhos, condutores e equipamentos que possuem a função de transformar as características da energia elétrica em relação a tensão e corrente, permitindo a distribuição adequada da energia nos padrões otimizados de transmissão e consumo.

Segundo Muzy (2012), a eletricidade durante o percurso entre as usinas e as cidades, passa por diversas subestações, onde transformadores aumentam ou diminuem a sua tensão. Ao elevar a tensão elétrica no início da transmissão, os transformadores evitam a perda excessiva de energia ao longo do caminho. Já, ao rebaixarem a tensão elétrica perto dos centros urbanos, permitem a distribuição da energia por toda a cidade.

Desse modo, a cadeia do sistema elétrico brasileiro pode ser definido como: geração, transmissão, distribuição e consumo.

Conforme Muzy (2012), existem quatro tipos principais de subestações elétricas. Diante disso, cada etapa pode ser classificada quanto a forma de operação das subestações empregadas.

“O primeiro tipo são as switchyard. Estas instalações conectam os geradores à rede elétrica e também fornecem energia em offsite para a planta. As switchyards tendem a ser grandes instalações e estão sujeitas ao planejamento, às finanças e aos esforços de construção diferentes dos projetos de subestações de rotina” (MUZY, 2012, p.4).

As switchyards são também chamadas de Subestação central de transmissão, são subestações, normalmente, construídas próximas à grandes geradores de energia elétrica, cujo objetivo é elevar a tensão para transmitir a energia gerada aos centros de cargas.

Outro tipo de subestação, é a de consumidor também conhecida por subestação de cliente, este tipo de subestação é responsável pelo fornecimento de energia para as casas, comércios, hospitais, alguns tipos de indústrias, entre outros consumos. A localização de

instalação se encontra na área do consumo final. Ainda conforme Muzy (2012), este tipo possui um cliente particular como a principal fonte de fornecimento de energia. Onde os requisitos técnicos e o tipo de construção dessa instalação podem variar bastante, pois depende muito dos requisitos do cliente, mais do que nas necessidades dos serviços públicos.

“O terceiro tipo de subestação envolve uma transferência de massa de energia por toda a rede e é referido como uma estação de comutação. Estas estações maiores geralmente servem como os pontos finais de linhas de transmissão provenientes das subestações switchyards. Fornecem a energia elétrica para os circuitos que alimentam as estações de distribuição e são essenciais para a confiabilidade em longo prazo e para integridade do sistema elétrico. Também permitem que grandes blocos de energia possam ser movidos por geradores aos 5 centros de carga. Essas estações de comutação são instalações estratégicas e geralmente muito caras para se construir e se manter” (MUZY, 2012, p.4-5).

Ou seja, um tipo de subestação receptora de transmissão: que são aquelas construídas próximas à grandes blocos de cargas conectados através de linhas de transmissão a uma subestação central de transmissão ou a uma subestação receptora intermediária.

“O quarto e último tipo de subestação é a de distribuição. Estes são os tipos mais comuns em sistemas de energia elétrica e fornecem os circuitos de distribuição que abastecem diretamente a clientes diversos. Eles estão normalmente localizados perto dos centros de carga, o que significa que geralmente estão localizados dentro ou perto das regiões que eles fornecem” (MUZY, 2012, p. 5).

Esta subestação é a que normalmente encontramos nos meios urbanos. Ela é responsável por receber energia transmitida pelas subestações receptoras e suprir a distribuição de energia aos consumidores por meio de alimentadores de tensão de 69 kV, 34,5 kV e 13,8 kV.

De acordo com Meireles (2010), as subestações podem ser classificadas segundo diversos critérios. Dentre eles destacam-se aqueles relacionados a: função no Sistema de Energia Elétrica (SEE); posição no SEE; tensão de operação; relação entre os níveis de tensão de entrada e saída; tipo de instalação; natureza da corrente elétrica; aspectos construtivos dos equipamentos e arranjo adotado.

A classificação pelo tipo construtivo dos equipamentos se dão da seguinte forma: subestação convencional, subestação isolada a gás ou compacta e subestação híbrida.

3.3.1. Subestação Convencional

“A subestação convencional caracteriza-se por possuir equipamentos que têm como meio isolante o ar. Este tipo de isolamento é o mais antigo nos sistemas de alta tensão e, com exceção dos transformadores que, construtivamente, possuem o isolamento a

óleo interno, todos os demais equipamentos da subestação convencional são normalmente isolados a ar. A SE convencional, conforme já comentado, é a mais empregada atualmente nas redes elétricas” (MEIRELES, 2010, p.32).

Subestações convencionais ou isoladas a ar, no inglês Air Insulated Switchgear (AIS), composta por equipamentos construtivamente independentes que são interconectados na instalação, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Exemplo de subestação isolada a ar (AIS).



Fonte: SIEMENS (2022).

3.3.2. Subestação Isolada a Gás ou Compacta

Subestações Isoladas a Gás ou Compactas, no inglês Gas Insulated Switchgear (GIS), são caracterizadas pela diminuição significativa do espaçamento entre os equipamentos e agrupamento dos componentes em módulos que são, posteriormente, encapsulados e o isolamento é feito através de um gás injetado neste encapsulamento. Conforme Meireles (2010), estas características construtivas permitem a redução do espaço de implantação com diminuição significativa dos espaços entre os componentes e das dimensões finais dos mesmos. Onde a área ocupada por uma SE compacta blindada isolada a gás é de 20% a 30% da área necessária para uma SE convencional.

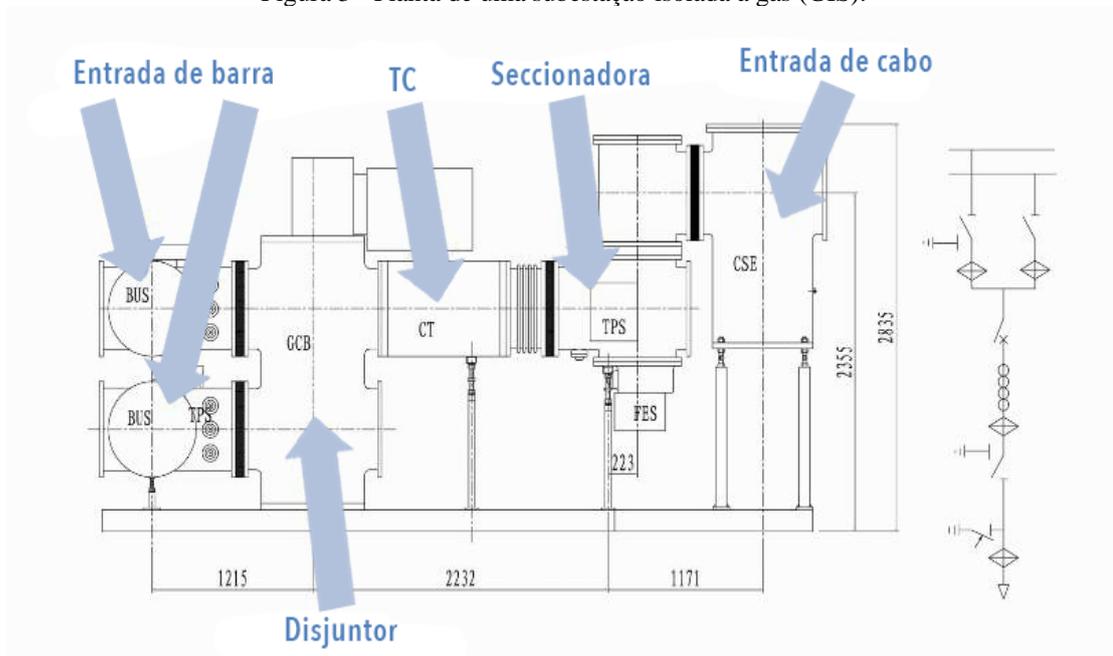
O gás mais utilizado para isolamento em subestações do tipo GIS é o hexafluoreto de enxofre (SF₆) um gás estável, inerte, transparente, inodoro e não inflamável, e que sob pressão tem uma capacidade de isolamento muito confiável. Para fazer o isolamento, este gás é pressurizado a uma pressão entre 3 à 5 atmosferas, e assim sua propriedade dielétrica fica cerca de 10 vezes maior que o ar (MEIRELES, 2010). As figuras 2 e 3 apresentam exemplos de subestações isoladas a gás.

Figura 2 - Exemplo de subestação isolada a gás (GIS).



Fonte: VISION (2022).

Figura 3 - Planta de uma subestação isolada a gás (GIS).



Fonte: VISION (2022).

Essa minimização do espaço, faz com que os grandes centros urbanos adotem cada vez mais esse tipo construtivo de subestação.

3.3.3. Subestação Híbrida

As subestações híbridas são a combinação das duas soluções apresentadas anteriormente, ela combina equipamentos com isolamento a ar com equipamentos de isolamento a SF6.

“[...]onde apenas parte da subestação é compactada e isolada a gás, normalmente a parte de alta tensão. Na compactação do módulo de alta tensão, consegue-se uma redução mais significativa das distâncias elétricas e, conseqüentemente, a redução da área ocupada pela subestação. Também podem ser compactados e isolados a gás os cubículos de média tensão, obtendo redução adicional na área necessária para implantação da SE. A exceção é o transformador, que é do tipo convencional isolado a óleo” (MEIRELES, 2010, p.38).

Dessa forma, esse tipo de subestação chega a reduzir a área de construção de uma subestação do tipo convencional em cerca de 40% a 50%, já que há a compactação de seus módulos. A Figura 4 representa as chaves seccionadoras, ou seja, componentes da parte de alta tensão sendo isoladas.

Figura 4 - Exemplo de subestação híbrida.



Fonte: Meireles (2010).

3.4. Fontes de Energia

No planeta Terra existem diversos tipos de fontes de energia, podendo elas, serem renováveis ou não renováveis. Por exemplo, a energia solar e a eólica (obtida através dos ventos) fazem parte das fontes de energia inesgotáveis. Por outro lado, os combustíveis fósseis (derivados do petróleo e do carvão mineral) possuem uma quantidade limitada em nosso planeta, podendo acabar caso não haja um consumo racional.

Fontes renováveis, como a força das águas, dos ventos ou a energia do sol e fontes não renováveis como os recursos fósseis, estão entre os combustíveis usados para a geração da energia elétrica. Onde por meio de turbinas e geradores podemos transformar outras formas de

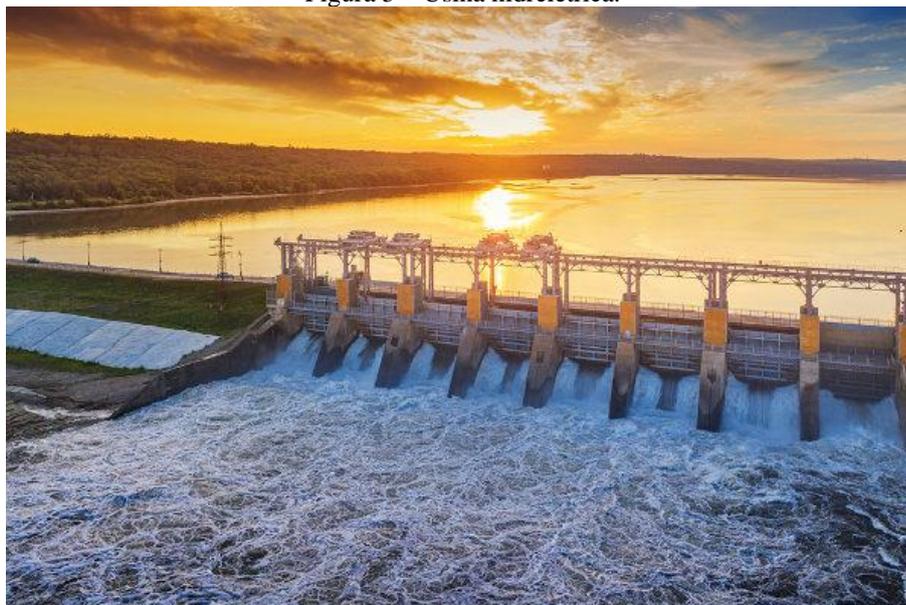
energia, como a mecânica e a química, em eletricidade. A facilidade de transporte da eletricidade e seu baixo índice de perda energética durante conversões incentivam o uso da energia em grande escala no mundo todo, inclusive no Brasil.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (2022), pela abundância de grandes cursos d'água, espalhados por quase todo o território brasileiro, a fonte hidrelétrica está no topo da matriz energética brasileira. Políticas públicas implementadas nos últimos anos, no entanto, têm feito aumentar a participação de outras fontes nessa matriz.

3.4.1. Hidráulica

De acordo com Lavezzo (2016) a energia hidráulica é a mais utilizada no Brasil em função da grande quantidade de rios em nosso país. A água possui um potencial energético e quando represada ele aumenta. Numa usina hidrelétrica (Figura 5) existem turbinas que, na queda d'água, fazem funcionar um gerador elétrico, produzindo energia. O fluxo das águas é o combustível da geração de eletricidade a partir da fonte hidráulica.

Figura 5 – Usina hidrelétrica.



Fonte: Alexandru (2020).

3.4.2. Gás Natural

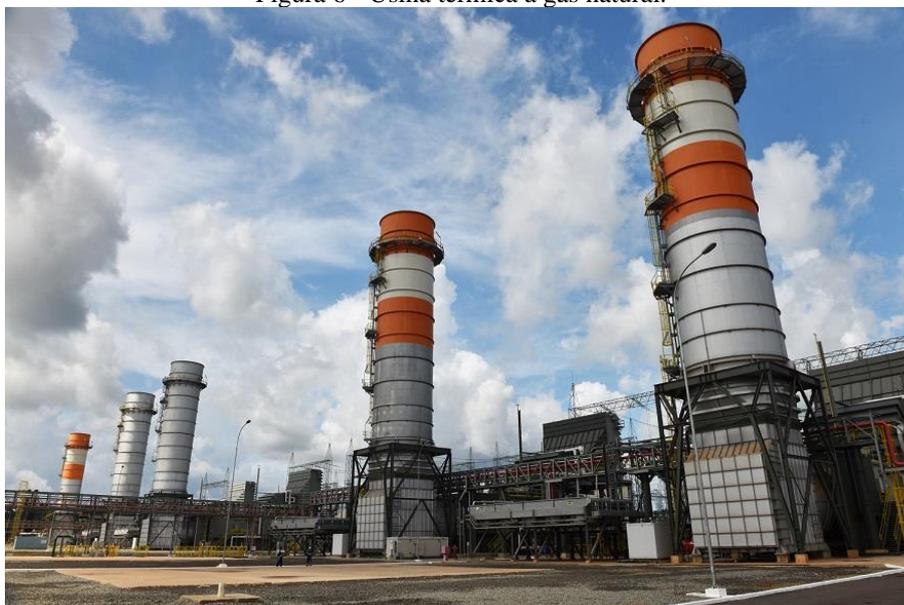
De acordo com o artigo 6º da Lei 9.478, de 06/08/1997, gás natural é todo hidrocarboneto que permanece em estado gasoso nas condições atmosféricas normais, extraído diretamente a partir de reservatórios petrolíferos ou gasíferos, incluindo gases úmidos, secos,

residuais e gases raros. Em termos de composição, possui predominantemente teores de hidrocarbonetos parafínicos, além de componentes não hidrocarbonetos.

Na geração termelétrica (Figura 6), a eletricidade é produzida a partir da queima de combustíveis, sendo o gás natural um dos mais utilizados no Brasil. O vapor produzido na queima do gás é utilizado para movimentar as turbinas ligadas a geradores.

O gás natural tem elevado poder calorífico e, em sua queima, apresenta baixos índices de emissão de poluentes, em comparação a outros combustíveis fósseis. Em caso de vazamentos, tem rápida dispersão, com baixos índices de odor e de contaminantes. O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos gasosos, originados da decomposição de matéria orgânica fossilizada ao longo de milhões de anos.

Figura 6 - Usina térmica a gás natural.



Fonte: Faerman (2021).

3.4.3. Petróleo

O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos que tem origem na decomposição de matéria orgânica, principalmente o plâncton (plantas e animais microscópicos em suspensão nas águas), causada pela ação de bactérias em meios com baixo teor de oxigênio (MIRANDA, 2013).

Grande parte das frações do petróleo obtidas no processo de refino (gasolina, diesel, óleo pesado, querosene, GLP - gás liquefeito de petróleo) é empregada em processos de combustão para gerar energia ou para movimentar cargas e pessoas.

A geração de energia elétrica (Figura 7) a partir de derivados de petróleo ocorre por meio da queima desses combustíveis em caldeiras, turbinas e motores de combustão interna.

Figura 7 – Plataforma de petróleo.



Fonte: Souza (2021).

3.4.4. Carvão

O carvão, a exemplo do que ocorre com os demais combustíveis fósseis, é uma complexa e variada mistura de componentes orgânicos sólidos, fossilizados ao longo de milhões de anos. Sua qualidade, determinada pelo conteúdo de carbono, varia de acordo com o tipo e o estágio dos componentes orgânicos.

No Brasil, utiliza-se o chamado carvão vapor, produzido pelo próprio país, onde a utilização do carvão é praticamente restrita aos processos industriais, com grande predomínio do setor siderúrgico. Este processo exige a utilização de carvão de grau metalúrgico, que é importado em sua totalidade.

A Figura 8 apresenta o exemplo de uma usina térmica a carvão mineral.

Figura 8 - Usina térmica a carvão mineral.



Fonte: Bruxel (2021).

3.4.5. Nuclear

De acordo com Lavezzo (2016) a energia nuclear, provem do urânio é um elemento químico que possui muita energia. Quando o núcleo é desintegrado, uma enorme quantidade de energia é liberada. As usinas nucleares (Figura 9) aproveitam esta energia para gerar eletricidade. Embora não produza poluentes, a quantidade de lixo nuclear é um ponto negativo. Os acidentes em usinas nucleares, embora raros, representam um grande perigo.

Figura 9 - Usina nuclear.



Fonte: Shutterstock (2021).

3.4.6. Biomassa

Nascimento e Alves, (2016) definem biomassa como todo insumo renovável proveniente de matéria orgânica produzida em um ecossistema (animal ou vegetal), que pode ser utilizada na produção de energia elétrica, sendo apenas uma parte dessa matéria utilizada como biomassa, devido ao que o ecossistema absorve para sua própria manutenção.

A biomassa tem como grande vantagem seu aproveitamento, que pode ser feito diretamente, por meio da combustão em fornos e caldeiras (Figura 10).

Figura 10 - Usina de biomassa.



Fonte: Brasilagro (2019).

3.4.7. Eólica

Lavezzo (2016) define a energia eólica é aquela gerada pelo vento. Desde a antiguidade este tipo de energia é utilizado pelo homem, principalmente nas embarcações e moinhos. Atualmente, a energia eólica, embora pouco utilizada, é considerada uma importante fonte de energia por se tratar de uma fonte limpa (não gera poluição e não agride o meio ambiente). Grandes turbinas (aerogeradores), em formato de cata-vento (Figura 11), são colocadas em

locais abertos e com boa quantidade de vento. Através de um gerador, o movimento destas turbinas geram energia elétrica.

Figura 11 - Usina eólica.



Fonte: Solar (2020).

3.4.8. Solar

A energia proveniente do Sol vem sendo apropriada pelo homem ao longo de toda sua história. Através dela, por exemplo, são supridas necessidades básicas de aquecimento, iluminação e alimentação (via fotossíntese e cadeias alimentares). No entanto, o uso do Sol como fonte direta para a produção de eletricidade é relativamente recente, datando de meados do século passado. Com esta finalidade, distinguem-se duas tecnologias de geração: a fotovoltaica, que consiste na conversão direta da luz em eletricidade (Figura 12); e a heliotérmica, que é uma forma de geração termelétrica, na qual um fluido é aquecido a partir da energia solar para produzir vapor. (EPE, 2016, p.310).

O Brasil, em relação à energia solar, é considerado privilegiado, visto a imensa incidência de raios solares emitidos em seu território e pelas reservas de quartzo para a produção do silício, utilizados na fabricação de células solares. Ainda em razão disso vários são os benefícios como gases não poluentes na atmosfera comparada a outras energias, a mínima

manutenção em suas centrais, a sua utilização em lugares remotos ou de difícil acesso, e uma grande vida útil de seus sistemas implantados. Entretanto, ainda causa alguns impactos ambientais como emissões de produtos tóxicos durante a produção do insumo utilizado para a produção dos módulos e componentes periféricos, não podendo ser usado nos períodos de chuva e noturno (AGUILAR et al., 2012 apud NASCIMENTO; ALVES 2016).

Figura 12 - Usina solar.



Fonte: UOL (2020).

3.5. Custo de Construção dos Tipos de Subestação

O planejamento de uma subestação deve levar em consideração a vida útil dos equipamentos, tempo de manutenção e avaliação econômica. Como também, avaliar as condições presentes e prever condições futuras, como uma possível ampliação, trocas ou substituição de equipamentos. A escolha do tipo construtivo de subestação nem sempre é trivial, pois algumas alternativas apresentam vantagens técnicas como modernização do sistema, facilidade de expansão, aumento da vida útil, maior confiabilidade, menor manutenção, porém atreladas a um alto custo econômico.

Além disso, é importante avaliar as restrições ambientais vigentes, como poluição visual e sonora, segurança do sistema, flexibilidade operacional, simplicidade da proteção e do controle e facilidade de manutenção dos componentes, principalmente em localidades históricas (CORSSSEN, 1979 apud TOMAZI, 2021).

Conforme o estudo realizado por Tomazi (2021), no que se refere ao fator econômico, foi analisado o custo de manutenção e as despesas de capitais, conhecido por Capital

Expenditure (CAPEX) para a implementação dos três tipos de subestações. A análise do CAPEX foi elaborada seguindo a Equação 1, sendo realizado por uma empresa que atua no setor elétrico de subestações. (CORSSSEN, 1979 apud TOMAZI, 2021).

(Equação 01):
$$CTotal = Ce + Celm + Ccm + Cgi$$

Onde:

$CTotal$ = custo total da instalação sem o terreno;

Ce = soma dos custos de todos os equipamentos principais (alta tensão, comando, proteção, controle e comunicação);

$Celm$ = custo de materiais elétricos e eletromecânicos;

Ccm = custo civil e montagem;

Cgi = custo de gerenciamentos e imprevistos.

O estudo realizado por Tomazi (2021), levou em consideração o custo dos equipamentos, o custo de montagens civil e eletromecânica, dos materiais elétricos e eletromecânicos, os custos de gerenciamentos e imprevistos. Levou em conta um estudo comparativo econômico de manutenção, para subestações AIS e GIS. Foram também considerados valores médios de homens-hora por tipo de equipamento e classe de tensão, considerando todos os segmentos (salário, materiais de consumo, encargos e demais custos), previstos para 30 anos de vida útil.

No respectivo trabalho, os valores foram obtidos conforme o reajuste médio anual da Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC) durante o período de 2017 a 2021, as subestações analisadas por Tomazi (2021), ocupam uma área de 2.256,70 m², 1.405,91 m² e 776,11 m² para uma AIS, híbrida e GIS, respectivamente. O preço do m² foi considerado em R\$ 8.000,00, sendo este valor, informado por uma construtora. Na figura 13, são apresentados os comparativos de custos para a construção de uma nova subestação de distribuição.

Figura 13 - Custos totais para a implantação das subestações.

CUSTOS	AIS	HÍBRIDA	GIS
Equipamentos	R\$ 8.000.000,00	R\$ 11.600.000,00	R\$ 24.700.000,00
Materiais Elétricos e Eletromecânicos	R\$ 2.400.000,00	R\$ 2.400.000,00	R\$ 3.800.000,00
Civil e Montagem	R\$ 3.840.000,00	R\$ 4.600.000,00	R\$ 7.600.000,00
Gerenciamento e Imprevistos	R\$ 1.760.000,00	R\$ 1.400.000,00	R\$ 1.900.000,00
Custo Total da Subestação	R\$ 16.000.000,00	R\$ 20.000.000,00	R\$ 38.000.000,00
Manutenção	R\$ 2.047.633,00	R\$ 1.269.532,00	R\$ 1.335.413,00
Área	R\$ 18.053.602,00	R\$ 11.247.250,00	R\$ 6.208.917,00
Custo Total da Implantação	R\$ 36.101.235,00	R\$ 32.516.782,00	R\$ 45.544.330,00

Fonte: Tomazi (2021).

No que se refere a custos sobre construção de subestação, ainda são escassas na literatura. Outra informação que se tem sobre o assunto custo de construção de subestação é uma fornecida pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) em 2018, que para diminuir o impacto causado pelos gastos com fornecimento elétrico, segundo a UFS (2018) um projeto estruturante de grande envergadura, a construção de uma subestação de alta tensão 69kV, a um custo de R\$ 5.318.736,91, que então suprirá as demandas do campus de São Cristóvão pelos próximos vinte anos. Onde, esse empreendimento visava garantir o fornecimento de energia para todas as estruturas instaladas no campus de São Cristóvão, bem como reduzir em cerca de 30% os custos atuais com energia elétrica.

3.5.1. Custos Diretos e Indiretos

Ao elaborar um orçamento de obras é preciso ter clareza a respeito da diferença entre custo e despesa. Tisaka (2009) define custo como sendo todo gasto envolvido na produção de uma determinada obra como, por exemplo, os insumos (mão de obra, materiais e equipamentos) e a infraestrutura (canteiros, administração local, mobilização e desmobilização, etc.). Já despesa é definido como sendo o gasto necessário para a comercialização do produto como, por exemplo, os gastos com administração central e financeiras, pagamento de tributos, remuneração de agentes comerciais, viagens, etc.

Logo, os custos diretos, também conhecido pela sigla CD, “é a somatória de todos os custos dos materiais, equipamentos e mão de obra aplicados diretamente em cada um dos serviços na produção de uma obra ou edificação qualquer, incluindo-se todas as despesas de infraestrutura necessárias para a execução da obra” (TISAKA, 2006, p. 39).

Os custos diretos se dividem em dois tipos: diretos e indiretos. O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), define os custos diretos como:

“Resultado da soma de todos os custos dos serviços necessários para a execução física da obra, obtidos pelo produto das quantidades de insumos empregados nos serviços, associados às respectivas unidades e coeficientes de consumo, pelos seus correspondentes preços de mercado. Nestes custos estão os materiais, equipamentos e mão de obra – acrescida dos encargos sociais aplicáveis, equipamentos e os encargos complementares: EPI’s, transporte, alimentação, ferramentas, exames médicos obrigatórios e seguros de vida em grupo” (CAIXA, 2020).

Então, para determinar os custos diretos é necessário calcular os custos unitários de cada serviço, o que implica no conhecimento de sua composição, ou seja, a quantidade de material utilizado, número de horas de equipamento, número de horas de pessoal qualificado e não qualificado etc., por unidade desses serviços (TISAKA, 2006).

Já os custos indiretos são definidos como:

“Custo da logística, infraestrutura e gestão necessária para a realização da obra. Corresponde à soma dos custos dos serviços auxiliares e de apoio à obra, para possibilitar a sua execução. Englobam os custos previstos para a administração local, mobilização e desmobilização, instalações e manutenção de canteiro acampamento, seguros e outros. Constituem exemplos desses custos: remuneração da equipe de administração e gestão técnica da obra, equipamentos não considerados nas composições de custos de serviços específicos, custos com a manutenção do canteiro, mobilização e desmobilização de ativos considerando seus locais de origem e a localização da obra, dentre outros” (CAIXA, 2020).

O cálculo dos custos diretos e indiretos, segundo o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo (CREA-ES) (2008), deverá ser feito apenas “após a elaboração das composições analíticas, desenvolvimento de todas as etapas de cálculo com pesquisa de mercado, determinação do custo horário de equipamentos, mão-de-obra e composição de encargos sociais, cálculo da administração local”.

3.5.2. Estrutura Analítica de Projeto (EAP)

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP), vinda do inglês *Work Breakdown Structure* (WBS), é uma subdivisão hierárquica do trabalho do projeto em partes menores, mais facilmente gerenciáveis.

Seu objetivo primário é organizar o que deve ser feito para produzir as entregas do projeto. Conforme Mattos (2010, p. 57):

“O primeiro passo do roteiro do planejamento consiste em identificar as atividades que serão levadas em consideração pelo planejador e que irão compor o cronograma geral do projeto. Essa etapa de identificação das atividades requer especial atenção porque é nela que se decompõe o escopo total do projeto em unidades de trabalho mais simples e de manuseio mais fácil, aquilo que não for identificado e relacionado sob a forma de atividade não integrará o cronograma”.

Dessa forma, a EAP é um diagrama que organiza o escopo do projeto de forma visual, hierárquica e em partes menores, a fim de facilitar o gerenciamento das entregas. Essa organização em partes menores faz parte do planejamento de uma obra.

“Esse processo é chamado decomposição. Por meio da decomposição, o todo - que é a obra em seu escopo integral - é progressivamente desmembrado em unidades menores e mais simples de manejar. Os grandes blocos são sucessivamente esmiuçados, destrinchados na forma de pacotes de trabalho menores, até que se chegue a um grau de detalhe que facilite o planejamento no tocante à estipulação da duração da atividade, aos recursos requeridos e à atribuição de responsáveis” (MATTOS, 2010, p. 59).

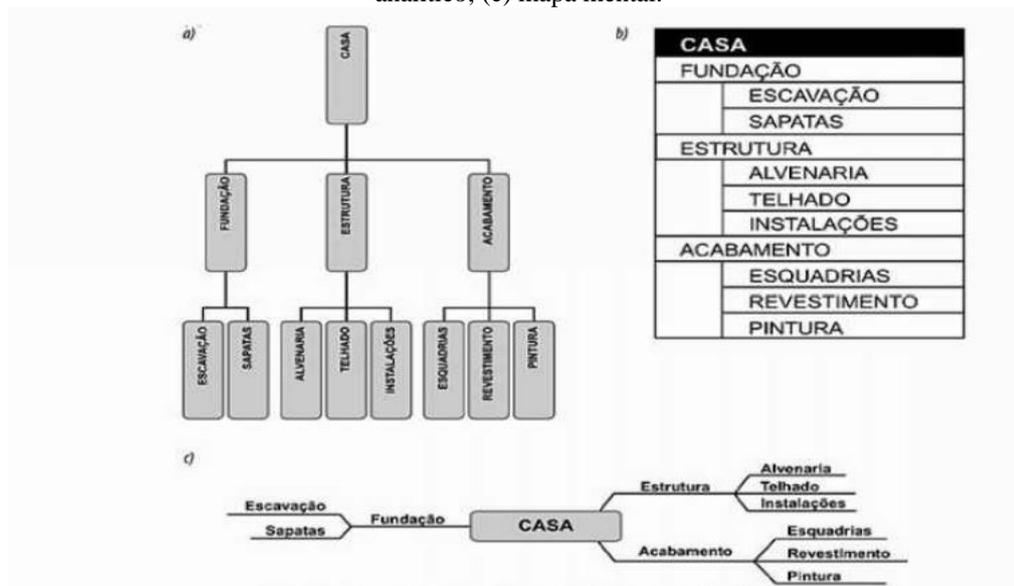
Segundo Xavier (2009), apud Ignácio; Domingos (2018) a EAP:

“a) Decompõe o escopo do projeto, dividindo o trabalho em termos de entregas (deliverables); b) Pode apresentar o processo de ciclo de vida do projeto em termos das fases apropriadas para sua execução; c) É a base para o estabelecimento de todos os esforços (estimativa de recursos e duração) / custos a serem despendidos para a criação dos deliverables; d) É uma entrada (input) importante para os esforços de gerenciamento de riscos; e) Dá suporte à atribuição de responsabilidade para a execução e coordenação do trabalho do projeto, ao permitir relacionar os itens da EAP aos elementos organizacionais da empresa, por meio de uma matriz de responsabilidades”.

Sendo assim, para se obter um planejamento satisfatório, deverá existir uma EAP a sua altura, sendo ela uma estrutura hierárquica bastante detalhada e com bastante informação possibilitando um controle confiável de cada componente contido na mesma. Entretanto, é válido ressaltar que a EAP se faz presente não somente para a decomposição do projeto em partes menores e mais detalhadas, mas também como uma ferramenta de definição das responsabilidades atribuídas para cada tipo de serviço, facilitando uma possível futura investigação caso algum componente da obra venha a ser mal executado.

A EAP é uma ferramenta que organiza o trabalho que será realizado no projeto, representando graficamente e simplificadamente o escopo. Segundo Mattos (2010), existem três configurações de EAP, sendo estes: árvore, analítica ou mapa mental, conforme a Figura 14 ilustra.

Figura 14 - Estrutura Analítica do Projeto (EAP) da construção de um caso: (a) formato em árvore; (b) formato analítico; (c) mapa mental.



Fonte: Mattos (2010).

Cada um dos modelos tem suas respectivas características, ficando a cargo do planejador definir qual irá se enquadrar melhor em seu projeto.

3.5.3. Quadro de Duração de Recursos (QDR)

O Quadro de Duração de Recursos (QDR) é uma planilha que indica a duração e a quantidade de recursos necessários para cada atividade da obra. A definição da duração de uma tarefa é de extrema importância, pois constitui o dado numérico de tempo em função do qual o cronograma será gerado. Todas as tarefas listadas no cronograma precisam ter uma duração associada a ela, quanto tempo se gastará para se realizar esse serviço. O QDR é então, o responsável pela obtenção do prazo da obra e dos marcos intermediários.

“A duração das atividades corresponde à quantidade de períodos de trabalho necessários para conclusão de cada atividade.” (HELDMAN, 2006 apud FAGUNDES, 2013, pág. 30). A má atribuição das durações das atividades podem corromper totalmente o planejamento de quem irá gerenciar a obra. É válido destacar que, a duração é sempre uma estimativa, e por isso mesmo está sujeita a uma margem de erro.

“Duração é a quantidade de tempo - em dias, semanas, meses, horas ou minutos - requerida para a execução da atividade, em outras palavras, é a quantidade de períodos de trabalho necessários para o desempenho integral da atividade.” (MATTOS, 2010, p. 74). No

entanto, a unidade de tempo mais comum é o dia, já que é mais simples para a confecção do planejamento.

“Índice é a incidência de cada insumo na execução de uma unidade do serviço. O índice, então, é sempre expresso como unidade de tempo por unidade de trabalho. Inversamente, produtividade é definida como a taxa de produção de uma pessoa ou equipe ou equipamento, isto é, a quantidade de unidades de trabalho produzidas em um determinado intervalo de tempo especificado. Quanto maior a produtividade, mais unidades do produto são feitas em um determinado espaço de tempo. Quanto mais produtivo um recurso, menos tempo ele gasta na realização da tarefa. A produtividade é o inverso do índice” (MATTOS, 2010, p.77).

Desta forma, pode-se estimar a duração das atividades pelos parâmetros de índice e produtividade. Utilizando os parâmetros apresentados acima, pode-se chegar em uma estimativa de duração de cada atividade (com a mão de obra já previamente dimensionada), conforme ilustra a Figura 15:

Figura 15- Configuração básica do QDR.

DADOS DE ENTRADA										DADOS DE SAÍDA									
ATIVIDADE	UN	QTDE	EQUIPE BÁSICA					ÍNDICE DA EQUIPE	JORNADA (h/dia)	DIAS DA EQUIPE BÁSICA	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QTDE DE EQUIPES	RECURSOS						
			Pedreiro	Carpinteiro	Armador	Ajudante	Servente						Pedreiro	Carpinteiro	Armador	Ajudante	Servente		

Fonte: Mattos (2010).

A duração total do projeto é determinada, calculando separadamente para cada tarefa no cronograma. Na construção civil, esse cálculo é feito baseado na quantidade de mão de obra, na jornada diária e na produtividade. Pode ser calculado determinando a quantidade de mão de obra e achando o total de dias, ou determinando um prazo e calculando a mão de obra necessária. Para esses cálculos são usadas as seguintes fórmulas.

Duração total em função da equipe:

- Usando o Índice:

$$(Equação 02) \quad DURAÇÃO = \frac{QUANTIDADE \times ÍNDICE}{QUANTIDADE \times DE RECURSOS \times JORNADA}$$

- Usando a Produtividade:

$$(Equação 03) \quad DURAÇÃO = \frac{QUANTIDADE}{PRODUTIVIDADE \times QUANTIDADE \times DE RECURSOS \times JORNADA}$$

Equipe em função da duração:

- Usando o Índice:

$$(Equação 04) \quad QUANTIDADE \times DE RECURSOS = \frac{QUANTIDADE \times ÍNDICE}{DURAÇÃO \times JORNADA}$$

- Usando a Produtividade:

$$(Equação 05) \quad QUANTIDADE \times DE RECURSOS = \frac{QUANTIDADE}{PRODUTIVIDADE \times DURAÇÃO \times JORNADA}$$

Na prática é mais comum usar a Equação 02, com a duração em função da equipe, o que não impede de fazer o contrário. Para embasar os parâmetros de índice e produtividade, essas informações podem ser retiradas de “alguns bancos de dados correntes”, desta forma, podendo servir de referência ao planejador para estimar a duração dos serviços.

3.5.4. Precedência

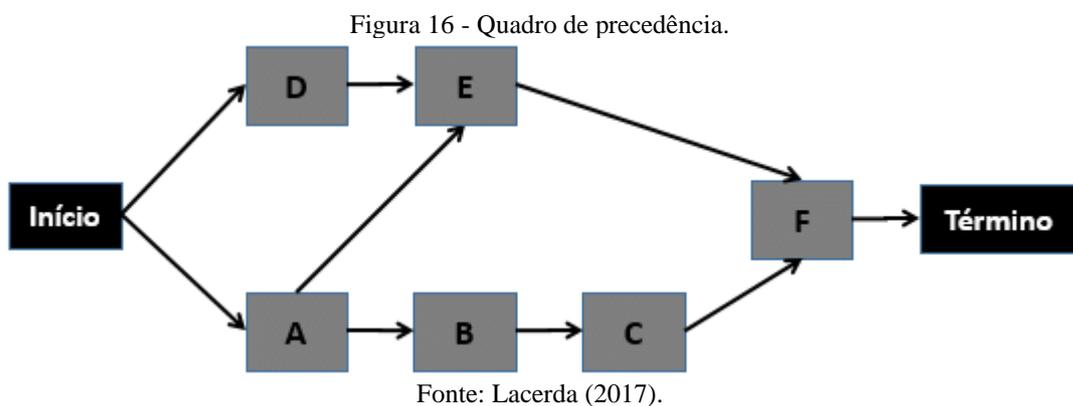
O termo precedência no dicionário significa “situação do que vem antes, do que precede; precessão” (Houaiss, 1986, p. 805). Na construção civil a precedência é a sequência lógica das atividades do projeto. O diagrama de precedência é uma técnica eficiente para apresentar todos os relacionamentos que existem entre as várias atividades de um projeto.

No método de planejamento construtivo da obra, deve se determinar então as precedências é a dependência entre as atividades. Stonner (2001) apud Fagundes (2013) explica o que é a dependência entre atividades, para cada atividade será atribuída a sua predecessora, aquela atividade que é necessária para que a atividade em questão possa ser desempenhada.

Segundo Mattos (2010) a definição das atividades predecessoras é de suma importância e está ligada a duração e a montagem do cronograma. Caso estas definições sejam mal elaboradas o cronograma da obra pode ficar sem coerência, não sendo entendido, e gerar erros no somatório da duração total da obra.

Conforme Fagundes (2013) a definição das atividades predecessoras também é importante para auxiliar as equipes produtivas, pois assim as mesmas ficarão cientes da interdependência entre as atividades, sem atrasar a sequência de outras atividades sucessoras. A equipe da obra pode utilizar dessas informações para elaboração de um plano de ataque, para que no andamento da execução da obra nenhuma equipe fique parada por falta de serviço ou materiais, tendo assim, que esperar a conclusão de uma atividade ser finalizada para só depois retornar ao trabalho.

Amarrar uma atividade a outra é uma das ações mais relevantes do planejamento (Figura 16). Pode-se afirmar que a definição das durações e o estabelecimento da interdependência entre as atividades são os pontos chave do planejamento.



3.5.5. Diagrama de Rede

De acordo com Mattos (2010, pág. 113) “atividade é a tarefa a ser executada, o trabalho a ser feito. Vale lembrar que, de acordo com nosso roteiro de planejamento, a atividade

representa a transposição dos pacotes de trabalho (identificados na EAP) para a rede. A cada atividade se atribuem duração e recursos”.

Ainda na linha de pensamento de Mattos (2010), um evento é um ponto no tempo, um momento que caracteriza um projeto. Contém momentos do projeto. Por não ser uma operação física, o evento não consome tempo nem recursos. Um evento é alcançado quando todas as atividades que convergem para ele são concluídas; a partir deste ponto, todas as atividades que dele se divergem estão livres para começar. Uma ou mais atividades podem chegar a um evento e uma ou mais atividades podem partir dele. Enquanto uma atividade tem duração, um evento, que é um ponto no tempo, não a possui.

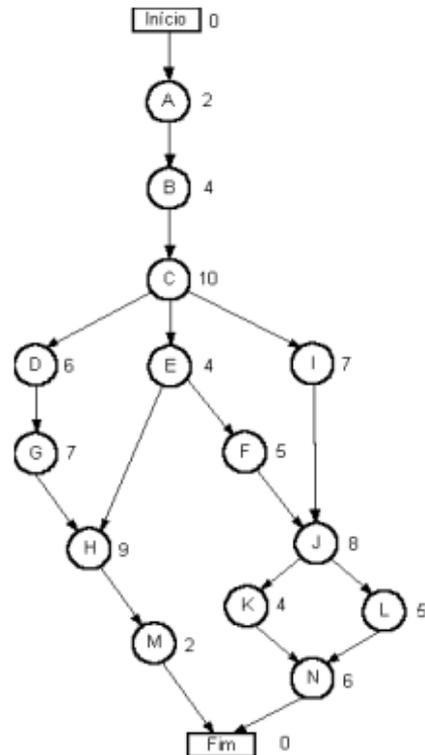
A representação gráfica das atividades e suas dependências lógicas por meio de um diagrama de rede só serão possíveis após a criação do quadro de sequência com a lógica da obra e a duração de cada atividade. Conforme Mattos (2010), o diagrama de rede é a representação gráfica das atividades, levando em conta as dependências entre elas. Onde nessa etapa o que há é a transformação das informações de duração e sua sequência em um diagrama, uma malha de flechas ou blocos.

Os termos PERT e CPM são acrônimos de Program Evaluation and Review Technique (Técnica de Avaliação e Revisão de Programas) e Critical Path Method (Método do Caminho Crítico). Ainda de acordo com Mattos (2019) os diagramas PERT/CPM permitem que sejam indicadas as relações lógicas de precedência (inter-relacionamento) entre as inúmeras atividades do projeto e que seja determinado o caminho crítico, isto é, a sequência de atividades que, se sofrer atraso em alguma de suas componentes, vai transmiti-lo ao término do projeto.

De acordo, com Silveira (2005) apud Brune (2020), os dois métodos possuem estrutura semelhante, sendo assim denominados PERT/CPM, onde a principal diferença entre eles está na forma de determinar a duração das atividades: o método PERT analisa de estatística a duração média de cada atividade. Já o CPM assume que a duração de cada atividade é conhecida.

Assim PERT/CPM utiliza os conceitos das Redes para planejar e visualizar a coordenação das atividades do projeto. Um exemplo de visualização é a construção de rede, podendo ser construída utilizando os arcos para representar as atividades e os nós para separar as atividades de suas atividades precedentes, assim utilizando os nós para representar as atividades e os arcos para representar as relações de precedência. A Figura 17 ilustra um exemplo de rede.

Figura 17 - Exemplo de diagrama de rede.



Fonte: Nogueira (2016).

Após a elaboração da lista de atividades e relações de precedência, a rede pode então ser facilmente construída. Assim, tendo uma atividade, temos um nó, bastando procurar na lista de atividades quais são suas precedentes. No exemplo acima da Figura 17, a atividade “J” possui as atividades “F” e “I” como precedentes, as quais foram conectadas através de arcos orientados (setas), indicando assim, a relação de precedência entre as atividades. Cálculos numéricos permitem saber as datas mais cedo e mais tarde em que cada atividade pode ser iniciada, assim como a folga de que elas dispõem.

Ainda conforme Mattos (2010), a grande vantagem de representar a lógica do projeto sob a forma de um diagrama de rede é que a leitura e o manuseio da rede ficam muito mais simples e fáceis de entender. Basta Imaginar o quanto seria trabalhoso descrever apenas com palavras a metodologia e o encadeamento lógico das atividades de um projeto extenso.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho tem como objetivo pesquisar o estudo e a análise dos projetos da construção de duas subestações de energia elétrica em cidades distintas, assim como alguns levantamentos de quantitativo. A aplicação dos dados estudados foram utilizados para análise de duração destas obras. Caracterizando-se assim, como estudo de caso, em uma pesquisa qualitativa-quantitativa, uma vez que, se concentra no estudo de uma situação particular, sendo este representativo para um conjunto de outros semelhantes (SEVERINO, 2017).

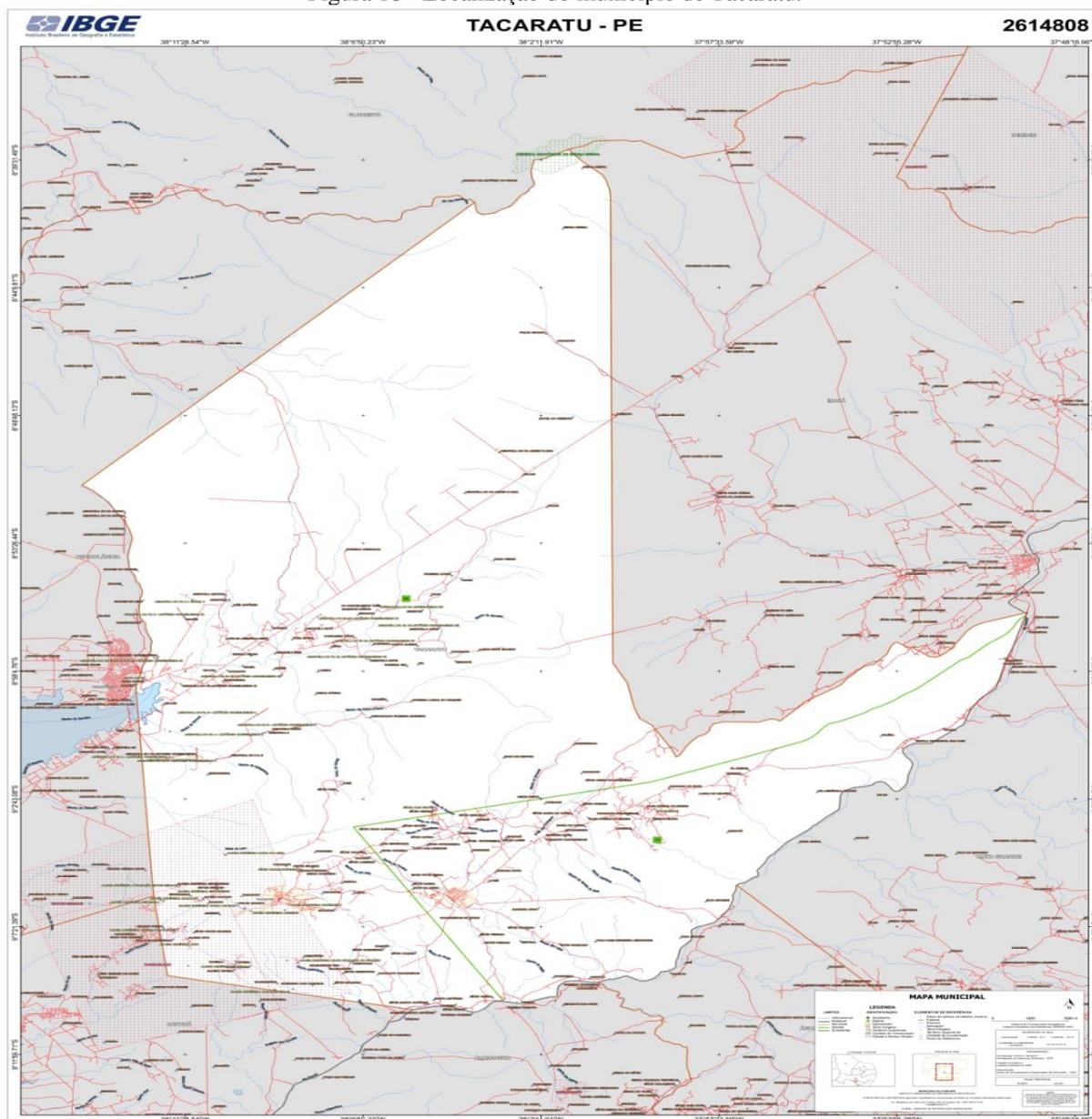
Este trabalho foi elaborado mediante uma revisão bibliográfica após a delimitação do problema e a elaboração dos objetivos específicos originou o método de procedimento a ser utilizado, o bibliográfico. Para isso, o delineamento inicial determinou que, a revisão de literatura fosse realizada apenas em repositórios científicos através de artigos analisados por especialistas, assim como livros, físicos e eletrônicos, devidamente catalogados.

4.1. Localização das obras

Tacaratu é um município brasileiro do estado de Pernambuco, localizado na região do Médio São Francisco. Está aproximadamente 434,7 quilômetros da capital do estado, Recife. Conforme os dados do IBGE (2022a), o município se estende por 1.264,5 km² e contava com 23.902 habitantes no último censo. A densidade demográfica é de 18,90 habitantes por km² no território do município.

Tacaratu faz divisa com os municípios de Petrolândia/PE, Jatobá/PE e Pariconha/AL, Tacaratu se situa a 15 km a Sul-Leste de Petrolândia a maior cidade nos arredores. Situado a 516 metros de altitude, de Tacaratu tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 9° 6' 9" Sul, Longitude: 38° 8' 57" Oeste. Conforme mostra a Figura 18.

Figura 18 - Localização do município de Tacaratu.

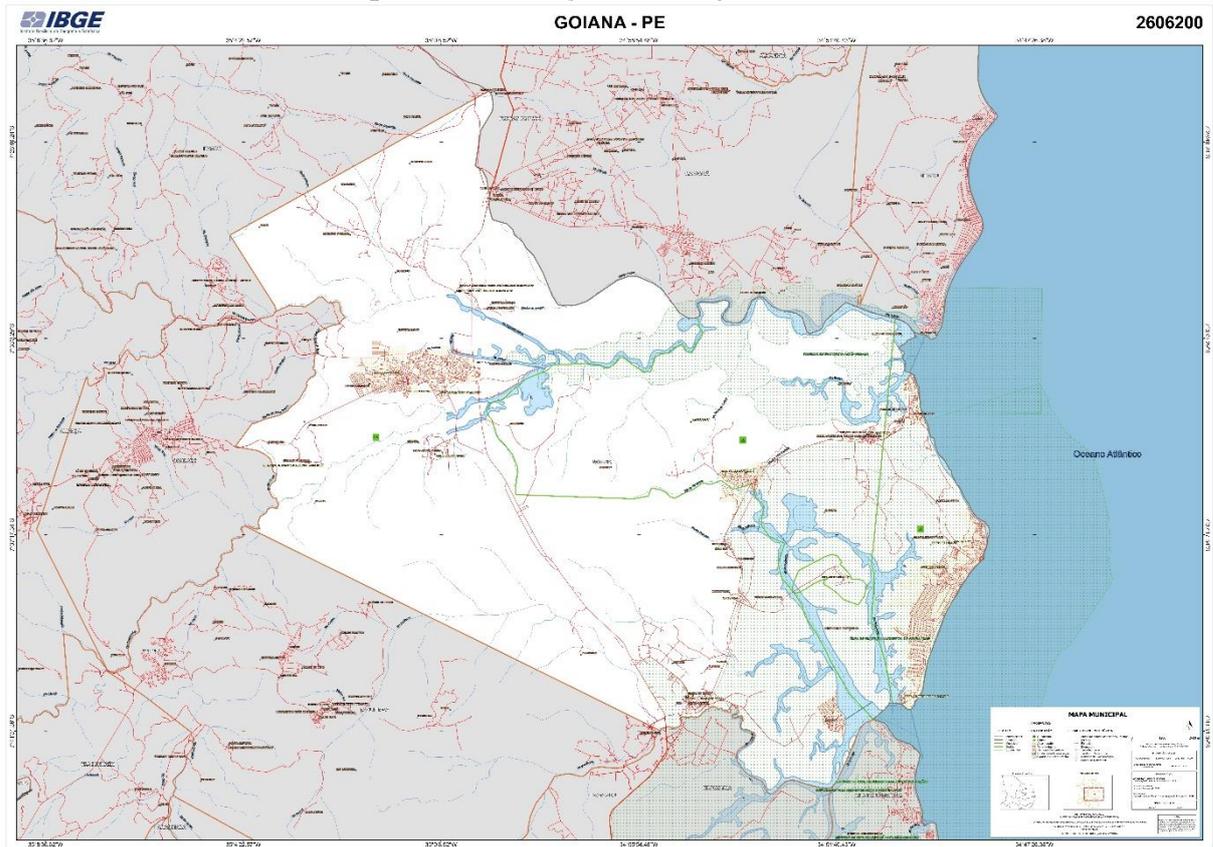


Fonte: IBGE (2022).

Goiana é uma cidade de Estado do Pernambuco. Está a aproximadamente 64,1 quilômetros de Recife. Segundo o IBGE (2022b) O município se estende por 445,4 km² e contava com 81.042 habitantes no último censo. A densidade demográfica é de 181,95 habitantes por km² no território do município.

Vizinho dos municípios de Caaporã, Condado e Pedras de Fogo, Goiana se situa a 31 km ao Norte-Oeste de Igarassu. Situado a 11 metros de altitude, Goiana tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 34' 19" Sul, Longitude: 35° 0' 7" Oeste. Conforme mostra a Figura 19.

Figura 19 - Localização do município de Goiana.



Fonte: IBGE (2022).

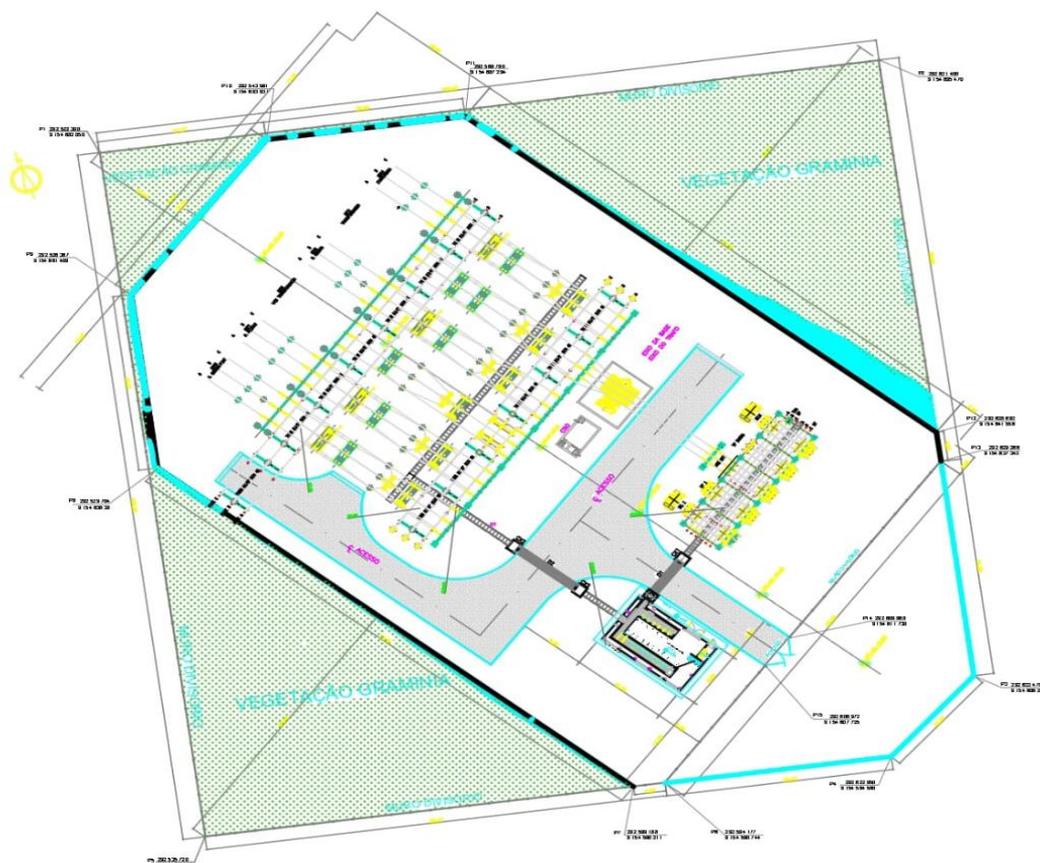
O estudo de caso foi realizado a partir de dois projetos de construções de subestação, sendo um no centro do município de Tacaratu-PE e outro no município de Goiana-PE na zona rural, no distrito de Tejucupapo. As subestações foram construídas pela mesma construtora e pertencem ao mesmo cliente, por se tratar de obras de cunho privado não serão divulgados os nomes das empresas. A subestação de Tacaratu tem 3.686,2 m² tendo aproximadamente 2.700 m² de área construída. A subestação de Tejucupapo tem 9.998 m² tendo aproximadamente 4.200 m² de área construída, conforme as Figuras 20 e 21 apresentam respectivamente.

Figura 20 - Planta de locação da subestação de Tacaratu.



Fonte: Autora (2023).

Figura 21 - Planta de locação da subestação de Tejucupapo.



Fonte: Autora (2023).

4.2. Metodologia de análise

Os procedimentos para a análise foram realizados de acordo com o referencial teórico, utilizando os conceitos propostos no livro “Planejamento e Controle de Obras” de Mattos (2010).

Segundo Mattos (2010) “o primeiro passo do roteiro de planejamento consiste em identificar as atividades que serão levadas em consideração pelo planejador que irão compor o cronograma geral do projeto”. Para isto, foram utilizados os orçamentos das duas subestações, como base para a composição da Estrutura Analítica do Projeto (EAP). Através dos orçamentos, pode-se identificar as atividades consideradas para os projetos das duas subestações, de forma a se manter uma maior aproximação entre o objeto de estudo real, a construção das subestações, e ao estudo fictício, a análise realizada no presente documento.

Com a Estrutura Analítica do Projeto (EAP) finalizada, o próximo passo foi construir o Quadro de Sequenciação (QS). Para esta etapa do trabalho, foram analisadas as atividades e suas relações de interdependências com as demais atividades, chegando assim, a construção do QS.

Para elaboração do Quadro de Duração de Recursos (QDR), consistiu basicamente em quatro etapas:

- A primeira etapa consistiu em reunir todas as atividades relevantes para a construção das subestações e organizá-las de forma cronológica. Sendo obtido através da EAP e do QS.
- A segunda etapa consistiu em identificar os recursos e o índice de recursos necessários para realizar as atividades. Sendo obtido através das bases de dados do Sistema Nacional de Pesquisa e Custo e Índices da Construção Civil (SINAPI) e do Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe (ORSE);
- A terceira etapa consistiu em construir a tabulação com as atividades, os recursos e os índices de recursos. Com isto, calculou-se os dias necessários para se realizar as respectivas atividades, estipulando uma jornada diária de 8 horas e 1 recurso por profissão;
- Na última etapa, com a quantidade de dias necessário para realizar cada atividade, adotou-se a quantidade de recursos (profissionais) e a quantidade de dias necessários para realizar cada atividade (dados de saída), levando-se em conta o planejamento do gestor, isto é, aumentando a quantidade de recursos (profissionais) para se reduzir a duração da execução da atividade ou vice e versa.

Após a execução do Quadro de Duração de Recursos (QDR), com os dados de saída, isto é, a quantidade de recursos e duração adotada, constrói-se o cronograma das atividades.

O cronograma basicamente é executado com base na lógica do Quadro de Sequenciação (QS), ou seja, primeiramente inicia-se com as atividades que não tem precedentes, e em seguida vai-se usando as atividades que dependem de sua total ou parcial execução para serem iniciadas, e assim sucessivamente, ou em alguns casos, algumas atividades sem precedentes são realizadas logo mais à frente na linha cronológica da obra, devido a fatores financeiros, logísticos, climáticos e etc. Para compor o cronograma, o QDS forneceu a quantidade de recursos (profissionais) e duração (tempo) para as atividades serem realizadas, com isto, o cronograma foi montado com base em alguns critérios como, 20 trabalhadores no máximo por dia, não haver a realização de atividades aos finais de semanas e limitar em até 3 atividades realizadas simultaneamente no mesmo dia, desde que as mesmas não tivessem problemas em relação ao QS.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estrutura Analítica de Projeto (EAP)

A Estrutura Analítica de Projeto (EAP) das subestações de Tacaratu e Tejucupapo são apresentados pelos Quadros 1 e 2, respectivamente.

Quadro 1 – EAP da subestação de Tacaratu.

ATIVIDADE	
0	SUBESTAÇÃO DE TACARATU
1	LOCAÇÃO DA OBRA
1.1	LOCAÇÃO DA OBRA
2	TERRAPLENAGEM DO PÁTIO E ACESSO
2.1	RASPAGEM MECANIZADA COM EXPURGO
2.2	CONSTRUÇÃO MURO CONTENÇÃO EM PEDRA
2.3	CORTE MATERIAL DE 1ª/2ª CATEGORIA
2.4	TRANSPORTE MATERIAL - BOTA FORA
2.5	ATERRO C/ MATERIAL EMPRESTADO
3	ATERRAMENTO
3.1	SOLDA P/ MALHA DE TERRA
3.2	MALHA DE TERRA
3.3	CAIXA INSPEÇÃO P/ MALHA DE TERRA
3.4	MEDIÇÃO RESISTÊNCIA MALHA TERRA NOVA SE
3.5	MEDIÇÃO DE RESISTIVIDADE DO SOLO
3.6	BRITAMENTO DO PÁTIO
4	BASES E ESTRUTURAS
4.1	BASE DISJUNTOR E 3 TC's 69kV (B6)
4.2	BASE TC/TP ATÉ 34,5 KV(B11)
4.3	SONDAGEM DO SOLO
4.4	FUNDAÇÃO POSTE DT ACIMA DE 14M
4.5	BASE TC/TP E PARA-RAIOS 69 KV (B 1)
4.6	BASE CHAVE SECC 69 KV (B4)
4.7	BASE ESTRUTURA METÁLICA ENT/SAÍDA AT (B7)
4.8	BASE BARRAMENTO - (B5)
4.9	BASE DISJ/RELIG ATÉ 34,5 KV (B10)
4.10	BASE TRAFÓFORÇA 10/12 MVA (B8)
4.11	BASE ESTRUTURA METÁLICA ENT/SAÍDA MT (B12)
4.12	BASE PROJETO ILUMINAÇÃO EXTERNA (B2)
4.13	BASE BANCO DE CAPACITORES ATE 34,5kV (B3)
4.14	BASE BARRAMENTO (B9)
4.15	CAIXA SEPARADORA DE ÁGUA E ÓLEO
4.16	BACIA COLETORA DE ÓLEO
4.17	INSTALAÇÃO TUBO FERRO GALVANIZADO 150MM

Fonte: Autora (2023).

Quadro 1 – EAP da subestação de Tacaratu (continuação).

ATIVIDADE	
4.18	CAIXA PASSAGEM ALVENARIA CABOS CONTROLE
4.19	CANALETA CABOS CONTROLE (C1)
4.20	CANALETA ARMADA PASSAGEM SOB ACESSO (C2)
5	URBANIZAÇÃO (conforme desenhos)
5.1	INSTALAÇÃO CONCERTINA AÇO GALVANIZADO
5.2	INSTALAÇÃO PORTÃO PARA VEÍCULOS
5.3	CONSTRUÇÃO CALÇADA/PASSEIO
5.4	CONSTRUÇÃO MURO
5.5	PINTURA ACRÍLICA ARTÍSTICA
5.6	RETIRAR CERCA
5.7	PAVIMENTAÇÃO PARALELEPÍPEDO SOBRE COXIM AREIA
5.8	LOMBADA CONCRETO SE
5.9	PLACA LOGO CELPE CONCRETO ARMADO CONSTRUÇÃO MURO
5.10	CONSTRUÇÃO MEIO-FIO
6	DRENAGEM
6.1	CAIXA DRENAGEM ALVENARIA TIJOLO MACIÇO
6.2	CAIXA SARJETA ALVENARIA TIJOLO MACIÇO
6.3	INSTALAÇÃO TUBO PVC D100MM
6.4	CONSTRUÇÃO DE SUMIDOURO/RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO
6.5	INSTALAÇÃO TUBO PVC D150MM
7	CASA DE COMANDO
7.1	CASA DE COMANDO
7.2	DEMOL EDIFICAÇÃO
7.3	INSTALAÇÃO EXTINTOR DE CO2 6KG
7.4	INSTALAÇÃO EXTINTOR PÓ QUÍMICO 50KG

Fonte: Autora (2023).

Quadro 2 – EAP da subestação de Tejucupapo.

ATIVIDADE	
0	SUBESTAÇÃO DE TEJUCUPAPO
1	LOCAÇÃO DA OBRA
1.1	LOCAÇÃO DA OBRA
2	TERRAPLENAGEM DO PÁTIO E ACESSO
2.1	RASPAGEM MECANIZADA COM EXPURGO
2.2	CONSTRUÇÃO MURO CONTENÇÃO EM PEDRA
2.3	CORTE MATERIAL DE 1ª/2ª CATEGORIA
2.4	TRANSPORTE MATERIAL - BOTA FORA
2.5	ATERRO C/ MATERIAL EMPRESTADO SE
3	ATERRAMENTO
3.1	SOLDA P/ MALHA DE TERRA
3.2	MALHA DE TERRA
3.3	CAIXA INSPEÇÃO P/ MALHA DE TERRA
3.4	MEDIÇÃO RESISTÊNCIA MALHA TERRA NOVA SE
3.5	MEDIÇÃO DE RESISTIVIDADE DO SOLO
3.6	BRITAMENTO DO PÁTIO
4	BASES E ESTRUTURAS
4.1	BASE DISJUNTOR E 3 TC's 69kV B7
4.2	BASE TC/TP ATÉ 34,5 KV B12 B14
4.3	SONDAGEM DO SOLO
4.4	FUNDAÇÃO POSTE DT ACIMA DE 14M
4.5	BASE TC/TP E PARA-RAIOS 69 KV B1 E B3
4.6	BASE CHAVE SECC 69 KV B5
4.7	BASE ESTRUTURA METÁLICA ENT/SAÍDA AT B17
4.8	BASE BARRAMENTO - B2 E B10
4.9	BASE DISJ/RELIG ATÉ 34,5 KV B15
4.10	BASE TRAFÓFORÇA 10/12 MVA
4.11	BASE ESTRUTURA METÁLICA ENT/SAÍDA MT B11
4.12	BASE PROJETO ILUMINAÇÃO EXTERNA B1
4.13	BASE BANCO DE CAPACITORES ATÉ 34,5kV B13
4.14	BASE BARRAMENTO B18
4.15	CAIXA SEPARADORA DE ÁGUA E ÓLEO
4.16	BACIA COLETORA DE ÓLEO
4.17	INSTALAÇÃO TUBO FERRO GALVANIZADO 150MM
4.18	CAIXA PASSAGEM ALVENARIA CABOS CONTROLE
4.19	CANAleta CABOS CONTROLE (C1)
4.20	CANAleta ARMADA PASSAGEM SOB ACESSO (C2)
5	URBANIZAÇÃO (conforme desenhos)
5.1	INSTALAÇÃO CONCERTINA AÇO GALVANIZADO
5.2	INSTALAÇÃO PORTÃO PARA VEÍCULOS
5.3	CONSTRUÇÃO CALÇADA/PASSEIO
5.4	CONSTRUÇÃO MURO

Fonte: Autora (2023).

Quadro 2 – EAP da subestação de Tejucupapo (continuação).

ATIVIDADE	
5.5	PINTURA ACRÍLICA ARTÍSTICA
5.6	RETIRAR CERCA
5.7	PAVIMENTAÇÃO PARALELEPÍPEDO SOBRE COXIM AREIA
5.8	LOMBADA CONCRETO SE
5.9	PLACA LOGO CELPE CONCRETO ARMADO CONSTRUÇÃO MURO
5.10	CONSTRUÇÃO MEIO-FIO
5.11	PAISAGISMO
6	DRENAGEM
6.1	CAIXA DRENAGEM ALVENARIA TIJOLO MACIÇO
6.2	CAIXA SARJETA ALVENARIA TIJOLO MACIÇO
6.3	INSTALAÇÃO TUBO PVC D100MM
6.4	CONSTRUÇÃO DE SUMIDOURO/RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO
6.5	INSTALAÇÃO TUBO PVC D150MM
7	CASA DE COMANDO
7.1	CASA DE COMANDO
7.2	INSTALAÇÃO EXTINTOR DE CO2 6KG
7.3	INSTALAÇÃO EXTINTOR PÓ QUIMICO 50KG

Fonte: Autora (2023).

Os Quadros 1 e 2 apresentam a EAP, gerando assim, uma matriz de trabalho lógica e organizada, que individualiza as atividades que serão as unidades de elaboração do cronograma.

A EAP é uma ferramenta bastante importante para o planejador, pois através da EAP, é possível alocar os custos incorridos de cada atividade, gerando assim, o orçamento da obra, sendo este, uma das ferramentas de análise de viabilidade de projeto. Logo, se o EAP não for criada/analísada, o empreendimento se torna menos eficiente, podendo gerar custos adicionais desnecessários ou atividades que não agregam valor.

5.2 Atividade de precedência

5.2.1 Subestação de Tacaratu – PE

O Quadro de Sequenciação (QS) e suas atividades de precedência da obra da Subestação de Tacaratu – PE, são apresentadas na Quadro 3.

Quadro 3 – Quadro de Sequenciação (QS) de Tacaratu – PE.

CONSTRUÇÃO CIVIL		
CÓDIGO	ATIVIDADE	PREDECESSORAS
01	SONDAGEM DO SOLO	-
02	DEMOLIÇÃO EDIFICAÇÃO	-
03	RETIRAR CERCA	-
04	RASPAGEM MECANIZADA COM EXPURGO	02
05	CORTE MATERIAL DE 1ª/2ª CATEGORIA	04
06	TRANSPORTE MATERIAL - BOTA FORA	05
07	LOCAÇÃO DA OBRA	06
08	CONSTRUÇÃO MURO CONTENÇÃO EM PEDRA	07
9	MEDIÇÃO DE RESISTIVIDADE DO SOLO	05
10	MALHA DE TERRA	06
11	SOLDA P/ MALHA DE TERRA	10
12	CAIXA INSPEÇÃO P/ MALHA DE TERRA	11
13	MEDIÇÃO RESISTÊNCIA MALHA TERRA NOVA SE	12
14	ATERRO C/ MATERIAL EMPRESTADO SE	06
15	BACIA COLETORA DE ÓLEO	07
16	CAIXA SEPARADORA DE ÁGUA E ÓLEO	07
17	INSTALAÇÃO TUBO FERRO GALVANIZADO 150MM	16
18	BASE TRAFÓRÇA 10/12 MVA (B8)	07
19	BASE ESTRUTURA METÁLICA ENT/SAÍDA MT (B12)	07
20	BASE CHAVE SECC 69 KV (B4)	07
21	BASE TC/TP E PARARRAIOS 69 KV (B 1)	07
22	BASE BARRAMENTO - (B5)	07
23	BASE ESTRUTURA METÁLICA ENT/SAÍDA AT (B7)	07
24	BASE DISJUNTOR E 3 TC's 69kV (B6)	07
25	BASE BARRAMENTO (B9)	07
26	BASE BANCO DE CAPACITORES ATÉ 34,5kV (B3)	07
27	BASE DISJ/RELIG ATÉ 34,5 KV (B10)	07
28	CASA DE COMANDO	07
29	BASE TC/TP ATÉ 34,5 KV (B11)	07
30	BASE PROJETO ILUMINAÇÃO EXTERNA (B2)	07
31	CANAleta CABOS CONTROLE (C1)	07
32	CANAleta ARMADA PASSAGEM SOB ACESSO (C2)	07
33	CAIXA PASSAGEM ALVENARIA CABOS CONTROLE	07
34	CONSTRUÇÃO MURO	06
35	CAIXA DRENAGEM ALVENARIA TIJOLO MACIÇO	29,33
36	CAIXA SARJETA ALVENARIA TIJOLO MACIÇO	29,33
37	INSTALAÇÃO TUBO PVC D150MM	35,36
38	INSTALAÇÃO TUBO PVC D100MM	35,36
39	FUNDAÇÃO POSTE DT ACIMA DE 14M	28
40	BRITAMENTO DO PÁTIO	38-37
41	INSTALAÇÃO PORTÃO PARA VEÍCULOS	34
42	PINTURA ACRÍLICA ARTÍSTICA	34
43	CONSTRUÇÃO CALÇADA/PASSEIO	34
44	CONSTRUÇÃO MEIO-FIO	40
45	PAVAVIMENTAÇÃO PARALELEPÍPEDO SOBRE COXIM AREIA	44
46	LOMBADA CONCRETO SE	45

Fonte: Autora (2023).

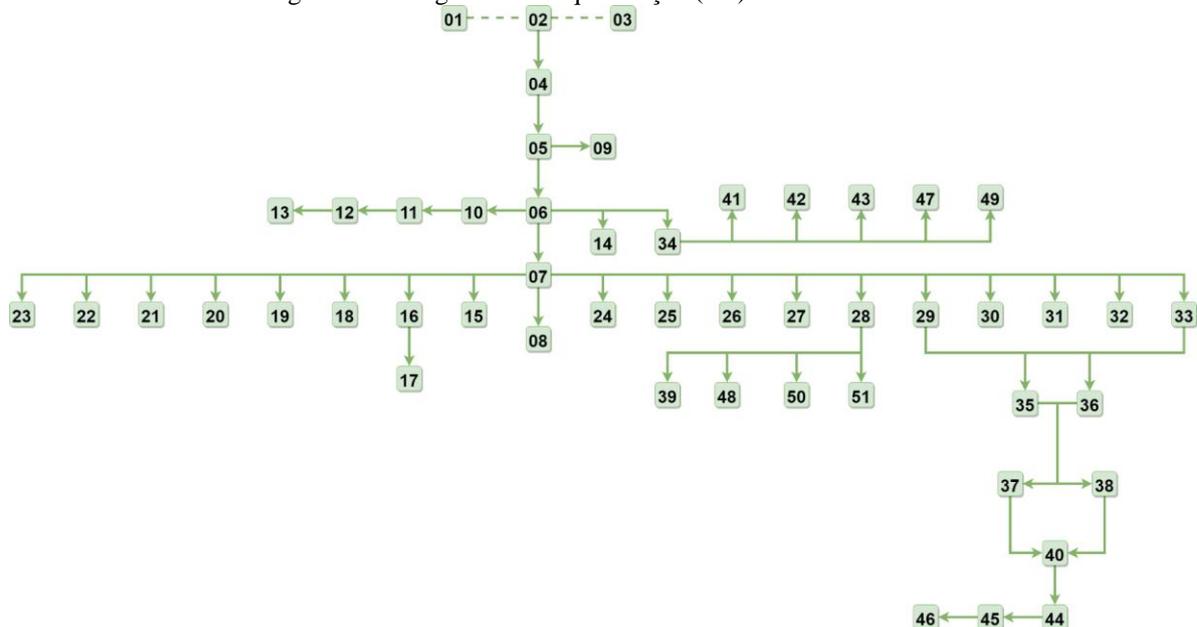
Quadro 3 – Quadro de Sequenciação (QS) de Tacaratu – PE (continuação).

CONSTRUÇÃO CIVIL		
CÓDIGO	ATIVIDADE	PREDECESSORAS
47	PLACA LOGO CELPE CONCRETO ARMA CONSTRUÇÃO MURO	34
48	CONSTRUÇÃO DE SUMIDOURO/RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO	28
49	INSTALAÇÃO CONCERTINA AÇO GALVANIZADO	34
50	INSTALAÇÃO EXTINTOR DE CO2 6KG	28
51	INSTALAÇÃO EXTINTOR PÓ QUIMICO 50KG	28

Fonte: Autora (2023).

Com base no Quadro de Sequenciação (Quadro 3), foi elaborado o Diagrama de Sequenciação (DS), conforme é ilustrado pela Figura 22.

Figura 22 – Diagrama de Sequenciação (DS) de Tacaratu – PE.



Fonte: Autora (2023).

Conforme é apresentado no Diagrama de Sequenciação (DS), algumas atividades não têm predecessoras, como é o caso do conjunto de atividades 01, 02 e 03, mas que podem ser realizadas simultaneamente, não por serem dependentes umas das outras, mas sim, por questões de disponibilidade de espaço e mão de obras suficientes para serem realizadas simultaneamente.

Outro caso diferente do conjunto das atividades 01, 02 e 03, são as atividades 02, 04 e 05, que precisam ser realizadas parcialmente ou completamente, para a próxima atividade ser iniciada. Como a atividade 02 não tem predecessora, logo ela será a primeira a ser iniciada, após a sua completa ou parcial execução, a atividade 04 pode ser iniciada, em seguida de sua parcial ou completa execução da atividade 04, a atividade 05 pode ser iniciada, como também

é o caso do conjunto de atividades 10, 11, 12 e 13, e entre outros conjuntos que podem ser verificados visualmente no DS.

É válido salientar o conjunto de atividades 07, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 e 33, onde a atividade 07 é a predecessora das demais atividades, e o restante das demais atividades podem ser executadas simultaneamente havendo disponibilidade de mão de obra e espaço suficiente para serem realizadas, sendo necessário apenas a parcial ou completa execução da atividade 07 e de suas predecessoras.

Outro conjunto especial, é o conjunto das atividades 35, 36 e 37 ou 35, 36 e 38, onde as atividades 37 e 38, só poderão ser iniciadas após ambas atividades (35 e 36) tiverem sido executadas.

5.2.2 Subestação de Tejucupapo – PE

O Quadro de Sequenciação (QS) e suas atividades de precedência da obra da Subestação de Tejucupapo – PE, são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Quadro de Sequenciação (QS) de Tejucupapo – PE.

CONSTRUÇÃO CIVIL		
Código	Atividade	Predecessoras
01	SONDAGEM DO SOLO	-
02	RETIRAR CERCA	-
03	RASPAGEM MECANIZADA COM EXPURGO	-
04	CORTE MATERIAL DE 1ª/2ª CATEGORIA	03
05	TRANSPORTE MATERIAL - BOTA FORA	04
06	LOCAÇÃO DA OBRA	05
07	CONSTRUÇÃO MURO CONTENÇÃO EM PEDRA	06
08	MEDIÇÃO DE RESISTIVIDADE DO SOLO	04
09	MALHA DE TERRA	05
10	SOLDA P/ MALHA DE TERRA	09
11	CAIXA INSPEÇÃO P/ MALHA DE TERRA	10
12	MEDIÇÃO RESISTÊNCIA MALHA TERRA NOVA SE	11
13	ATERRO C/ MATERIAL EMPRESTADO SE	05
14	BACIA COLETORA DE ÓLEO	06
15	CAIXA SEPARADORA DE ÁGUA E ÓLEO	06
16	INSTALAÇÃO TUBO FERRO GALVANIZ 150MM	15
17	BASE TRAFÓRÇA 10/12 MVA	06
18	BASE ESTRUTURA METÁLICA ENT/SAÍDA AT B17	06
19	BASE CHAVE SECC 69 KV B5	06

Fonte: Autora (2023).

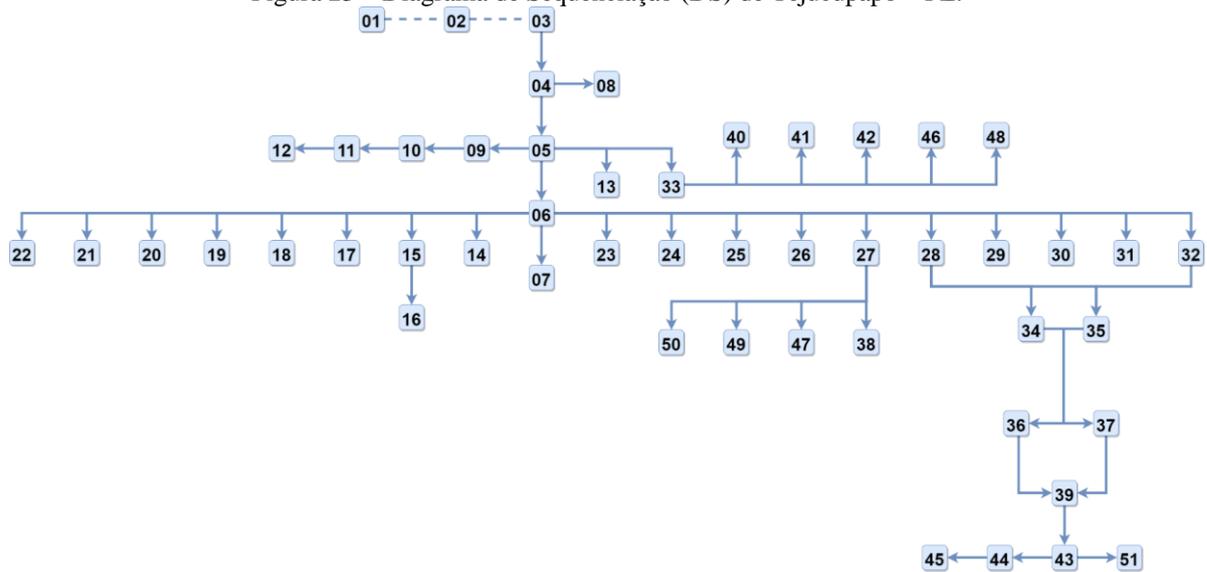
Quadro 4 – Quadro de Sequenciação (QS) de Tejucupapo – PE (continuação).

CONSTRUÇÃO CIVIL		
Código	Atividade	Predecessoras
20	BASE TC/TP E PARA-RAIOS 69 KV B1 E B3	06
21	BASE BARRAMENTO - B2 E B10	06
22	BASE ESTRUTURA METÁLICA ENT/SAÍDA MT B11	06
23	BASE DISJUNTOR E 3 TC's 69kV B7	06
24	BASE BARRAMENTO B18	06
25	BASE BANCO DE CAPACITORES ATE 34,5kV B13	06
26	BASE DISJ/RELIG ATÉ 34,5 KV B15	06
27	CASA DE COMANDO	06
28	BASE TC/TP ATÉ 34,5 KV B12 B14	06
29	BASE PROJETOR ILUMINAÇÃO EXTERNA B1	06
30	CANALETA CABOS CONTROLE (C1)	06
31	CANALETA ARMADA PASSAG SOB ACESSO (C2)	06
32	CAIXA PASSAGEM ALVENARIA CABOS CONTROLE	06
33	CONSTRUÇÃO MURO	05
34	CAIXA DRENAGEM ALVENARIA TIJOLO MACIÇO	28-32
35	CAIXA SARJETA ALVENARIA TIJOLO MACIÇO	28-32
36	INSTALAÇÃO TUBO PVC D150MM	34-35
37	INSTALAÇÃO TUBO PVC D100MM	34-35
38	FUNDAÇÃO POSTE DT ACIMA DE 14M	27
39	BRITAMENTO DO PÁTIO	36-37
40	INSTALAÇÃO PORTÃO PARA VEÍCULOS	33
41	PINTURA ACRÍLICA ARTÍSTICA	33
42	CONSTRUÇÃO CALÇADA/PASSEIO	33
43	CONSTRUÇÃO MEIO-FIO	39
44	PAVIMENTO PARALELEPÍPEDO SOBRE COXIM AREIA	43
45	LOMBADA CONCRETO SE	44
46	PLACA LOGO CELPE CONCRETO ARMA CONSTR MURO	33
47	CONSTRUÇÃO DE SUMIDOURO/RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO	27
48	INSTALAÇÃO CONCERTINA AÇO GALVANIZADO	33
49	INSTALAÇÃO EXTINTOR DE CO2 6KG	27
50	INSTALAÇÃO EXTINTOR PÓ QUÍMICO 50KG	27
51	PAISAGISMO	43

Fonte: Autora (2023).

Com base no Quadro de Sequenciação (Quadro 4), foi elaborado o Diagrama de Sequenciação (DS), conforme é ilustrado pela Figura 23.

Figura 23 – Diagrama de Sequenciação (DS) de Tejucupapo – PE.



Fonte: Autora (2023).

Conforme é apresentado no Diagrama de Sequenciação (DS), algumas atividades não têm predecessoras, como é o caso do conjunto de atividades 01, 02 e 03, mas que podem ser realizadas simultaneamente, não por serem dependentes umas das outras, mas sim, por questões de disponibilidade de espaço e mão de obras suficientes para serem realizadas simultaneamente.

Outro caso diferente do conjunto das atividades 01, 02 e 03, são as atividades 03, 04 e 05, que precisam ser realizadas concomitantemente ou completamente, para a próxima atividade ser iniciada. Como a atividade 03 não tem predecessora, logo ela será a primeira a ser iniciada, após a sua completa ou parcial execução, a atividade 04 pode ser iniciada, em seguida de sua parcial ou completa execução da atividade 04, a atividade 05 pode ser iniciada, como também é o caso do conjunto de atividades 09, 10, 11 e 12, e entre outros conjuntos que podem ser verificados visualmente no DS.

É válido salientar o conjunto de atividades 06, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32, onde a atividade 06 é a predecessora das demais atividades, e o restante das demais atividades podem ser executadas simultaneamente havendo disponibilidade de mão de obra e espaço suficiente para serem realizadas, sendo necessário apenas a parcial ou completa execução da atividade 06 e de suas predecessoras.

Outro conjunto especial, é o conjunto das atividades 34, 35 e 36 ou 34, 35 e 37, onde as atividades 36 e 37, só poderão ser iniciadas após ambas atividades (34 e 35) tiverem sido executadas.

5.3 Quadro de Duração de Recursos (QDR)

5.3.1 Subestação de Tacaratu – PE

O Quadro de Duração de Recursos (QDR) da obra da Subestação de Tacaratu – PE, são apresentados no Apêndice 1 e no Quadro 5.

Quadro 5 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE, dados de saída.

ATIVIDADE	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QUANTIDADE DE RECURSOS	
Locação da obra	2	Carpinteiro	7
	2	Servente	7
Raspagem mecanizada com expurgo	1	Servente	1
Construção muro contenção em pedra	65	Pedreiro	10
	65	Servente	5
Corte material de 1ª/2ª categoria	2	Servente	7
Transporte material - bota fora	2	Motorista	6
Aterro c/ material emprestado se	3	Servente	10
Solda p/ malha de terra	1	Soldador	4
Malha de terra	21	Armador	15
Caixa inspeção p/ malha de terra	1	Servente	1
	1	Eletricista	1
Medição resistência malha terra nova se	1	Eletricista	1
Medição de resistividade do solo	1	Eletricista	1
Britamento do pátio	10	Servente	8
Base disjuntor e 3 tc's 69kV (b6)	1	Servente	1
	1	Armador	1
	1	Pedreiro	1
	1	Carpinteiro	1
Base tc/tp até 34,5 kV (b11)	9	Servente	1
	9	Armador	1
	9	Pedreiro	1
	9	Carpinteiro	1
Sondagem do solo	1	Téc. de Sondagem	2
Fundação poste dt acima de 14m	1	Servente	1
	1	Pedreiro	1

Fonte: Autora (2023).

Quadro 5 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE, dados de saída (continuação).

ATIVIDADE	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QUANTIDADE DE RECURSOS	
Base tc/tp e parar raios 69 kV (b1)	13	Servente	1
	13	Armador	1
	13	Pedreiro	1
	13	Carpinteiro	1
Base chave secc 69 kV (b4)	6	Servente	1
	6	Armador	1
	6	Pedreiro	1
	6	Carpinteiro	1
Base estrutura metálica ent/saída at (b7)	4	Servente	1
	4	Armador	1
	4	Pedreiro	1
	4	Carpinteiro	1
Base barramento - (b5)	7	Servente	1
	7	Armador	1
	7	Pedreiro	1
	7	Carpinteiro	1
Base disj/relig até 34,5 kV (b10)	7	Servente	1
	7	Armador	1
	7	Pedreiro	1
	7	Carpinteiro	1
Base trafo força 10/12 mva (b8)	1	Servente	1
	1	Armador	1
	1	Pedreiro	1
	1	Carpinteiro	1
Base estrutura metálica ent/saída mt (b12)	5	Servente	1
	5	Armador	1
	5	Pedreiro	1
	5	Carpinteiro	1
Base projetor iluminação externa (b2)	15	Servente	1
	15	Armador	1
	15	Pedreiro	1
	15	Carpinteiro	1
Base banco de capacitores até 34,5kV (b3)	1	Servente	1
	1	Armador	1
	1	Pedreiro	1
	1	Carpinteiro	1

Fonte: Autora (2023).

Quadro 5 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE, dados de saída (continuação).

ATIVIDADE	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QUANTIDADE DE RECURSOS	
Base barramento (b9)	12	Servente	1
	12	Armador	1
	12	Pedreiro	1
	12	Carpinteiro	1
Caixa separadora de água e óleo	1	Servente	1
	1	Pedreiro	1
Bacia coletora de óleo	1	Servente	1
	1	Pedreiro	1
Instalação tubo ferro galvanizado 150mm	1	Encanador	2
Caixa passagem alvenaria cabos controle	1	Servente	2
Canaleta cabos controle (c1)	3	Pedreiro	2
	3	Servente	2
Canaleta armada passagem sob acesso (c2)	3	Armador	1
	3	Carpinteiro	3
	3	Servente	8
Instalação concertina aço galvanizado	2	Servente	3
	2	Montador	3
Instalação portão para veículos	3	Servente	1
	3	Pedreiro	1
Construção calçada/passeio	7	Servente	3
	7	Pedreiro	2
	7	Carpinteiro	2
Construção muro	20	Servente	8
	20	Pedreiro	5
	20	Carpinteiro	1
Pintura acrílica artística	5	Servente	2
	5	Pintor	3
Retirar cerca	8	Servente	5
Pavimentação paralelepípedo sobre coxim areia	8	Servente	9
	8	Calceteiro	6

Fonte: Autora (2023).

Quadro 5 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE, dados de saída (continuação).

ATIVIDADE	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QUANTIDADE DE RECURSOS	
Lombada concreto se	1	Rasteleiro	3
	1	Oper. de paviment.	1
	1	Oper. de rolo compactação	1
Placa logo celpe concreto arma construção muro	1	Servente	1
Construção meio-fio	5	Servente	7
	5	Pedreiro	7
Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço	10	Servente	5
	10	Pedreiro	3
Caixa sarjeta alvenaria tijolo maciço	2	Servente	2
	2	Pedreiro	3
Instalação tubo pvc d100mm	4	Servente	1
	4	Encanador	1
Construção de sumidouro/reservatórios de acumulação	1	Servente	1
	1	Pedreiro	1
Instalação tubo pvc d150mm	1	Servente	10
	1	Encanador	3
Casa de comando	15	Servente	3
	15	Pedreiro	2
	15	Equipe de montagem	1
Demolição edificação	3	Servente	4
	3	Carpinteiro	4
Instalação extintor de co2 6kg	1	Aux. de encanador	1
	1	Encanador	1
Instalação extintor pó químico 50kg	1	Servente	1

Fonte: Autora (2023).

Conforme apresentado no Apêndice 1, os dados de entrada são constituídos pela quantidade da atividade e o índice do recurso (obtidos pela base de dados SINAPI ou ORSE), sendo calculados com base na jornada de 8 horas por dia, e obtendo assim, o valor necessário em dias para realizar a quantidade de determinada atividade. Dando continuidade ao processo de fabricação do Quadro de Duração de Recursos, o Quadro 5 apresenta os dados de saídas, que

são a duração adotada em dias pelo planejador e quantidade de recursos necessários para realizar determinada atividade no período de tempo adotado.

5.3.2 Subestação de Tejucupapo – PE

O Quadro de Duração de Recursos (QDR) da obra da Subestação de Tejucupapo – PE, são apresentados no Apêndice 2 e no Quadro 6.

Quadro 6 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE, dados de saída.

ATIVIDADE	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QUANTIDADE DE RECURSOS	
Locação da obra	4	Carpinteiro	6
	4	Servente	6
Raspagem mecanizada com expurgo	1	Servente	1
Construção muro contenção em pedra	75	Pedreiro	13
	75	Servente	7
Corte material de 1ª/2ª categoria	3	Servente	6
Transporte material - bota fora	2	Motorista	7
Aterro c/ mat. emprest. se	2	Servente	12
Solda p/ malha de terra	1	Soldador	5
Malha de terra	22	Armador	20
Caixa inspeção p/ malha de terra	1	Servente	1
	1	Eletricista	1
Medição resistência malha terra nova se	1	Eletricista	1
Medição de resistividade do solo	1	Eletricista	1
Britamento do pátio	6	Servente	19
Base disjuntor e 3 tc's 69kV b7	15	Servente	1
	15	Armador	1
	15	Pedreiro	1
	15	Carpinteiro	1
Base tc/tp até 34,5 kV b12 b14	10	Servente	1
	10	Armador	1
	10	Pedreiro	1
	10	Carpinteiro	1
Sondagem do solo	1	Téc. de Sond.	2
Fundação poste dt acima de 14m	1	Servente	1
	1	Pedreiro	1

Fonte: Autora (2023).

Quadro 6 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE, dados de saída (continuação).

ATIVIDADE	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QUANTIDADE DE RECURSOS	
Base tc/tp e pararraios 69 kV b1 e b3	20	Servente	1
	20	Armador	1
	20	Pedreiro	1
	20	Carpinteiro	1
Base chave secc 69 kV b5	30	Servente	1
	30	Armador	1
	30	Pedreiro	1
	30	Carpinteiro	1
Base estrutura metálica ent/saída at b17	6	Servente	1
	6	Armador	1
	6	Pedreiro	1
	6	Carpinteiro	1
Base barramento - b2 e b10	30	Servente	1
	30	Armador	1
	30	Pedreiro	1
	30	Carpinteiro	1
Base disj/relig até 34,5 kV b15	7	Servente	1
	7	Armador	1
	7	Pedreiro	1
	7	Carpinteiro	1
Base trafo força 10/12 mva	1	Servente	1
	1	Armador	1
	1	Pedreiro	1
	1	Carpinteiro	1
Base estrutura metálica ent/saída mt b11	9	Servente	1
	9	Armador	1
	9	Pedreiro	1
	9	Carpinteiro	1
Base projetor iluminação externa b1	15	Servente	1
	15	Armador	1
	15	Pedreiro	1
	15	Carpinteiro	1
Base banco de capacitores até 34,5kV b13	2	Servente	1
	2	Armador	1
	2	Pedreiro	1
	2	Carpinteiro	1

Fonte: Autora (2023).

Quadro 6 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE, dados de saída (continuação).

ATIVIDADE	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QUANTIDADE DE RECURSOS	
Base barramento b18	6	Servente	1
	6	Armador	1
	6	Pedreiro	1
	6	Carpinteiro	1
Caixa separadora de água e óleo	1	Servente	1
	1	Pedreiro	1
Bacia coletora de óleo	1	Servente	1
	1	Pedreiro	1
Instalação tubo ferro galvaniz. 150mm	1	Encanador	2
Caixa passagem alvenaria cabos controle	1	Servente	2
Canaleta cabos controle (c1)	2	Pedreiro	3
	2	Servente	3
Canaleta armada passag. sob acesso (c2)	7	Armador	1
	7	Carpinteiro	2
	7	Servente	6
Instalação concertina aço galvanizado	1	Servente	8
	1	Montador	8
Instalação portão para veículos	1	Servente	3
	1	Pedreiro	3
Construção calçada/passeio	2	Servente	7
	2	Pedreiro	5
	2	Carpinteiro	3
Construção muro	46	Servente	11
	46	Pedreiro	7
	46	Carpinteiro	2
Pintura acrílica artística	5	Servente	5
	5	Pintor	10
Retirar cerca	10	Servente	8
Pavimento paralelepípedo sobre coxim areia	8	Servente	12
	8	Calceteiro	8
Lombada concreto se	1	Rasteleiro	5
	1	Oper. de pavi.	1
	1	Oper. rolo comp.	2
Placa logo celpe concreto arma constr. muro	1	Servente	1

Fonte: Autora (2023).

Quadro 6 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE, dados de saída (continuação).

ATIVIDADE	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QUANTIDADE DE RECURSOS	
Construção meio-fio	2	Servente	9
	2	Pedreiro	9
Paisagismo	6	Servente	10
	6	Pedreiro	10
Caixa drenagem alven. tijolo maciço	10	Servente	7
	10	Pedreiro	4
Caixa sarjeta alven. tijolo maciço	2	Servente	3
	2	Pedreiro	4
Instalação tubo pvc d100mm	1	Servente	7
	1	Encanador	2
Construção de sumidouro/reservatórios de acumulação	1	Servente	1
	1	Pedreiro	1
Instalação tubo pvc d150mm	2	Servente	7
	2	Encanador	2
Casa de comando	10	Servente	5
	10	Pedreiro	3
	10	Eq. de montagem	1
Instalação extintor de co2 6kg	1	Aux. de encan.	1
	1	Encanador	1
Instalação extintor pó químicos 50kg	1	Servente	1

Fonte: Autora (2023).

Conforme apresentado no Apêndice 2, os dados de entrada são constituídos pela quantidade da atividade e o índice do recurso (obtidos pela base de dados SINAPI ou ORSE), sendo calculados com base na jornada de 8 horas por dia, e obtendo assim, o valor necessário em dias para realizar a quantidade de determinada atividade. Dando continuidade ao processo de fabricação do Quadro de Duração de Recursos, o Quadro 6 apresenta os dados de saídas, que são a duração adotada em dias pelo planejador e quantidade de recursos necessários para realizar determinada atividade no período de tempo adotado.

5.3.3 Comparativo entre o tempo do cronograma e o tempo real

Baseado nas informações contidas no QDR (Quadros 5 e 6), como a duração adotada e quantidade de recursos, foi elaborado um cronograma (Quadros 7 e 8) de atividades de cada subestação. Este cronograma foi montado com os seguintes parâmetros: cada dia poderia ser realizado até três atividades diferentes simultaneamente, a quantidade de trabalhadores (não contabilizando a equipe técnica, como engenheiros e técnicos), não poderia ultrapassar 20 pessoas por dia, e essas três atividades diárias deverão estar condizentes com o QS, logo, apenas atividades simultâneas ou não dependentes umas às outras, poderiam ser executadas no mesmo dia do referido cronograma.

É válido salientar que, nos Quadros 7 e 8, os dias marcados com “X” representavam dias de inatividades (sábado e domingo).

Quadro 7 – Cronograma das atividades da subestação Tacaratu.

DIA	ATIVIDADES			PESSOAS
01	Sondagem do solo	Demolição edificação	Retirada de cerca	15
02 e 03		Demolição edificação	Retirada de cerca	13
04	Raspagem mecanizada com expurgo		Retirada de cerca	6
05	Corte material de 1ª/2ª categoria		Retirada de cerca	12
06 e 07	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
08	Corte material de 1ª/2ª categoria		Retirada de cerca	12
09	Medição de resistividade do solo	Transporte de material - bota fora	Retirada de cerca	12
10		Transporte de material - bota fora	Retirada de cerca	11
11 e 12	Locação de obra			14
13	Malha de terra			15
14 e 15	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
16 ao 20	Malha de terra			15
21 e 22	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
23 ao 27	Malha de terra			15
28 e 29	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
30 ao 34	Malha de terra			15
35 e 36	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
37 ao 41	Malha de terra			15
42 e 43	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX

Fonte: Autora (2023).

Quadro 7 – Cronograma das atividades da subestação Tacaratu (continuação).

DIA	ATIVIDADES			PESSOAS
44 ao 48	Construção de muro de pedra			15
49 e 50	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
51 ao 55	Construção de muro de pedra			15
56 e 57	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
58 ao 62	Construção de muro de pedra			15
63 e 64	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
65 ao 69	Construção de muro de pedra			15
70 e 71	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
72 ao 76	Construção de muro de pedra			15
77 e 78	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
79 ao 83	Construção de muro de pedra			15
84 e 85	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
86 ao 90	Construção de muro de pedra			15
91 a 92	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
93 a 97	Construção de muro de pedra			15
98 e 99	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
100 ao 104	Construção de muro de pedra			15
105 e 106	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
107 ao 111	Construção de muro de pedra			15
112 e 113	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
114 ao 118	Construção de muro de pedra			15
119 e 120	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
121 ao 125	Construção de muro de pedra			15
126 e 127	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
128 a 132	Construção de muro de pedra			15
133 e 134	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
135	Solda p/ malha de terra	Bacia coletora de óleo	Caixa separadora de água e óleo	8
136	Caixa inspeção p/ malha de terra	Aterro c/ material emprestado se	Instalação de tubo ferro galvaniz 150m	14
137	medição resistência malha terra nova se	Aterro c/ material emprestado se	Base trafo força 10/12 mva (b8)	15

Fonte: Autora (2023).

Quadro 7 – Cronograma das atividades da subestação Tacaratu (continuação).

DIA	ATIVIDADES			PESSOAS
138	Base estrut metálica ent/saída mt (b12)	Aterro c/ material emprestado se		14
139	Base estrut metálica ent/saída mt (b12)	Base chave secc 69 kv (b4)	Base tc/tp e pararraios 69 kv (b 1)	12
140 e 141	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
142 ao 144	Base estrut metálica ent/saída mt (b12)	Base chave secc 69 kv (b4)	Base tc/tp e pararraios 69 kv (b 1)	12
145 e 146	Base barramento - (b5)	Base chave secc 69 kv (b4)	Base tc/tp e pararraios 69 kv (b 1)	12
147 e 148	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
149 ao 152	Base barramento - (b5)	Base estrutura metálica ent/saída at (b7)	Base tc/tp e pararraios 69 kv (b 1)	12
153	Base barramento - (b5)	Base disjuntor e 3 tc's 69kv (b6)	Base tc/tp e pararraios 69 kv (b 1)	12
154 e 155	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
156	Base barramento (b9)	Base banco de capacitores ate 34,5kv (b3)	Base tc/tp e pararraios 69 kv (b 1)	12
157	Base barramento (b9)	Base disj/relig até 34,5 kv (b10)	Base tc/tp e pararraios 69 kv (b 1)	12
158 ao 160	Base barramento (b9)	Base disj/relig até 34,5 kv (b10)		8
161 e 162	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
163 ao 165	Base barramento (b9)	Base disj/relig até 34,5 kv (b10)		8
166 e 167	Base barramento (b9)	Casa de comando		14
168 e 169	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
170 e 171	Base barramento (b9)	Casa de comando		14
172 ao 174	Base tc/tp até 34,5 kv (b11)	Casa de comando		14
175 e 176	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
177 ao 181	Base tc/tp até 34,5 kv (b11)	Casa de comando		14
182 e 183	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
184	Base tc/tp até 34,5 kv (b11)	Casa de comando		14

Fonte: Autora (2023).

Quadro 7 – Cronograma das atividades da subestação Tacaratu (continuação).

DIA	ATIVIDADES			PESSOAS
185 e 186	Base projetor iluminação externa (b2)	Casa de comando		14
187	Base projetor iluminação externa (b2)	Canaleta cabos controle (c1)	Caixa de passg alven cabos controle	10
188	Base projetor iluminação externa (b2)	Canaleta cabos controle (c1)		8
189 e 190	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
191	Base projetor iluminação externa (b2)	Canaleta cabos controle (c1)		8
192 ao 194	Base projetor iluminação externa (b2)	Canaleta armada passagem sob acesso (c2)		16
195	Base projetor iluminação externa (b2)	Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço		12
196 e 197	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
198 ao 202	Base projetor iluminação externa (b2)	Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço		12
203 e 204	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
205	Base projetor iluminação externa (b2)	Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço		12
206 e 207	Caixa sarjeta alvenaria tijolo maciço	Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço		13
208		Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço		8
209	Instalação tubo pvc d150mm			13
210 e 211	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
212 ao 215	Construção do muro	Instalação pvc d100mm		16
216	Construção do muro	Fundação poste dt acima de 14m		16
217 e 218	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
219 ao 223	Construção do muro			14
224 e 225	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
226 ao 230	Construção do muro			14
231 e 232	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
233 ao 237	Construção do muro			14

Fonte: Autora (2023).

Quadro 7 – Cronograma das atividades da subestação Tacaratu (continuação).

DIA	ATIVIDADES			PESSOAS
238 e 239	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
240 ao 242	Britamento do pátio	Instalação portão para veículos	Pintura acrílica artística	15
243 e 244	Britamento do pátio		Pintura acrílica artística	13
245 e 246	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
247 ao 251	Britamento do pátio	Construção calçada/passeio		15
252 e 253	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
254	Construção meio-fio	Construção calçada/passeio		14
255	Construção meio-fio	Construção calçada/passeio	Placa logo celpe concreto construção muro	15
256	Construção meio-fio	Construção de sumidouro/reservatórios de acumulação	Inst de concertina aço galvanizado	15
257	Construção meio-fio	Instalação extintor de co2 6kg	Inst de concertina aço galvanizado	15
258	Construção meio-fio	Instalação extintor pó químico 50kg		8
259 e 270	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
261 ao 265	Pavimento paralelepipedo sobre coxim de areia			15
266	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
268 ao 270	Pavimento paralelepipedo sobre coxim de areia			15
271	Lombada concreto se			4

Fonte: Autora (2023).

Quadro 8 – Cronograma das atividades da subestação Tejucupapo.

DIA	ATIVIDADES			PESSOAS
01	Sondagem do solo	Retirada de cerca	Raspagem mecanizada com expurgo	11
02 ao 04	Corte material de 1ª/2ª categoria	Retirada de cerca		14
05	Transporte de material - bota fora	Retirada de cerca		15
06 e 07	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
08	Transporte de material - bota fora	Retirada de cerca		15
09	Medição de resistividade do solo	Retirada de cerca		9
10 ao 12		Retirada de cerca		8
13 e 14	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
15 ao 18	Locação de obra			12
19	Construção de muro de pedra			20
20 e 21	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
22 ao 26	Construção de muro de pedra			20
27 e 28	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
29 ao 33	Construção de muro de pedra			20
34 e 35	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
36 ao 40	Construção de muro de pedra			20
37	Construção de muro de pedra			20
41 e 42	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
43 ao 47	Construção de muro de pedra			20
48 e 49	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
50 ao 54	Construção de muro de pedra			20
55 e 56	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
57 ao 61	Construção de muro de pedra			20
62 e 63	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
64 ao 68	Construção de muro de pedra			20
69 e 70	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
71 ao 75	Construção de muro de pedra			20
76 e 77	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
78 ao 82	Construção de muro de pedra			20
83 e 84	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX

Fonte: Autora (2023).

Quadro 8 – Cronograma das atividades da subestação Tejucupapo (continuação).

DIA	ATIVIDADES			PESSOAS
85 ao 89	Construção de muro de pedra			20
90 e 91	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
92 ao 96	Construção de muro de pedra			20
97 e 98	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
99 ao 103	Construção de muro de pedra			20
104 e 105	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
106 ao 110	Construção de muro de pedra			20
111 e 112	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
113 ao 117	Construção de muro de pedra			20
118 e 119	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
120 ao 123	Construção de muro de pedra			20
124	Malha de terra			20
125 e 126	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
127 ao 131	Malha de terra			20
132 e 133	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
134 ao 138	Malha de terra			20
139 e 140	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
141 ao 145	Malha de terra			20
146 e 147	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
148 ao 152	Malha de terra			20
153 e 154	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
155	Malha de terra			20
156	Solda p/ malha de terra	Aterro c/ material emprestado se	Bacia coletora de óleo	19
157	Caixa inspeção p/ malha de terra	Aterro c/ material emprestado se	Caixa separadora de água e óleo	16
158	medição resistência malha terra nova se	Instalação de tubo ferro galvaniz 150m	Base trafo força 10/12 mva (b8)	7
159	Base estrut metálica ent/saída mt (b12)	Base chave secc 69 kv (b4)	Base tc/tp e pararraios 69 kv (b 1)	12
160 e 161	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
162 ao 166	Base estrut metálica ent/saída mt (b12)	Base chave secc 69 kv (b4)	Base tc/tp e pararraios 69 kv (b 1)	12
167 e 168	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX

Fonte: Autora (2023).

Quadro 8 – Cronograma das atividades da subestação Tejucupapo (continuação).

DIA	ATIVIDADES			PESSOAS
169 ao 173	Base barramento - (b5)	Base chave secc 69 kv (b4)	Base tc/tp e pararraios 69 kv (b 1)	12
174 e 175	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
176 ao 180	Base barramento - (b5)	Base chave secc 69 kv (b4)	Base tc/tp e pararraios 69 kv (b 1)	12
181 e 182	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
183 ao 186	Base barramento - (b5)	Base chave secc 69 kv (b4)	Base tc/tp e pararraios 69 kv (b 1)	12
187	Base barramento - (b5)	Base chave secc 69 kv (b4)	Base estrutura metálica ent/saída at (b7)	12
188 e 189	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
190 ao 194	Base barramento - (b5)	Base chave secc 69 kv (b4)	Base estrutura metálica ent/saída at (b7)	12
195 e 196	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
197 ao 199	Base barramento - (b5)	Base chave secc 69 kv (b4)	Base estrutura metálica ent/saída at (b7)	12
200	Base barramento - (b5)	Base chave secc 69 kv (b4)	Base barramento (b9)	12
201	Base barramento - (b5)	Base disjuntor e 3 tc's 69kv (b6)	Base barramento (b9)	12
202 e 203	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
204 ao 207	Base barramento - (b5)	Base disjuntor e 3 tc's 69kv (b6)	Base barramento (b9)	12
208	Base barramento - (b5)	Base disjuntor e 3 tc's 69kv (b6)	Base banco de capacitores ate 34,5kv (b3)	12
209 e 210	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
211	Base tc/tp até 34,5 kv (b11)	Base disjuntor e 3 tc's 69kv (b6)	Base banco de capacitores ate 34,5kv (b3)	12
212 ao 215	Base tc/tp até 34,5 kv (b11)	Base disjuntor e 3 tc's 69kv (b6)	Base disj/relig até 34,5 kv (b10)	12
216 e 217	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX

Fonte: Autora (2023).

Quadro 8 – Cronograma das atividades da subestação Tejucupapo (continuação).

DIA	ATIVIDADES			PESSOAS
218 ao 220	Base tc/tp até 34,5 kv (b11)	Base disjuntor e 3 tc's 69kv (b6)	Base disj/relig até 34,5 kv (b10)	12
221	Base tc/tp até 34,5 kv (b11)	Base disjuntor e 3 tc's 69kv (b6)	Base projetor iluminação externa (b2)	12
222	Base tc/tp até 34,5 kv (b11)		Base projetor iluminação externa (b2)	8
223 e 224	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
225 ao 229	Casa de comando		Base projetor iluminação externa (b2)	17
230 e 231	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
232 ao 236	Casa de comando		Base projetor iluminação externa (b2)	17
237 e 238	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
239 e 240	Canaleta cabos controle (c1)	Canaleta armada passagem sob acesso (c2)	Base projetor iluminação externa (b2)	19
241	Caixa de passg alven cabos controle	Canaleta armada passagem sob acesso (c2)	Base projetor iluminação externa (b2)	15
242 e 243	Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço	Canaleta armada passagem sob acesso (c2)		20
244 e 245	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
246 e 247	Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço	Canaleta armada passagem sob acesso (c2)		20
248 e 249	Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço	Caixa sarjeta alvenaria tijolo maciço		18
250	Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço	Instalação tubo pvc d150mm		20
251 e 252	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
253	Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço	Instalação tubo pvc d150mm		20
254	Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço	Instalação pvc d100mm		20

Fonte: Autora (2023).

Quadro 8 – Cronograma das atividades da subestação Tejucupapo (continuação).

DIA	ATIVIDADES			PESSOAS
255	Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço	Fundação poste dt acima de 14m		13
256 e 257	Construção do muro			20
258 e 259	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
260 ao 264	Construção do muro			20
265 e 266	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
267 ao 271	Construção do muro			20
272 e 273	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
274 ao 278	Construção do muro			20
279 e 280	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
281 ao 285	Construção do muro			20
286 e 287	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
288 ao 292	Construção do muro			20
293 e 294	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
295 ao 299	Construção do muro			20
300 e 301	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
302 ao 306	Construção do muro			20
307 e 308	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
309 ao 313	Construção do muro			20
314 e 315	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
316 ao 319	Construção do muro			20
320	Britamento do pátio			19
321 ao 324	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
325 ao 329	Britamento do pátio			19
330 e 331	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
332	Instalação portão para veículos	Pintura acrílica artística		21
333 ao 336		Pintura acrílica artística		15
337 e 338	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
339 e 340	Construção calçada/passeio			15

Fonte: Autora (2023).

Quadro 8 – Cronograma das atividades da subestação Tejucupapo (continuação).

DIA	ATIVIDADES			PESSOAS
341	Construção meio-fio	Placa logo celpe concreto construção muro	Instalação extintor pó químico 50kg	20
342	Construção meio-fio	Construção de sumidouro/reservatórios de acumulação		20
343	Inst de concertina aço galvanizado	Instalação extintor de co2 6kg		18
344 e 345	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
346 ao 350	Pavimento paralelepipedo sobre coxim de areia			20
351 e 252	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
353 ao 355	Pavimento paralelepipedo sobre coxim de areia			20
356	Lombada concreto se			8
357	Paisagismo			20
358 e 359	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
360 ao 364	Paisagismo			20

Fonte: Autora (2023).

Mediante a elaboração dos cronogramas das subestações de Tacaratu e Tejucupapo, foram obtidos o total de 271 dias corridos em Tacaratu e 364 dias corridos em Tejucupapo, sendo de dias úteis e finais de semana, valendo salientar que, os finais de semana não foram contabilizados com horas de trabalho, e com 8 horas diárias ao longo dos dias úteis.

Na contagem dos 271 dias de Tacaratu e 364 de Tejucupapo, não foram considerados feriados ou dias sem atividade devido a fatores climático ou de qualquer outra natureza que impedisse a execução das atividades, sendo assim, para tornar o cronograma de atividades mais próximo a realidade, foi considerado por mês, 1 dia de feriado e 3 dias de inatividade devido a fatores climático ou outros imprevistos. Logo, com base no QDR, no cronograma de atividades e nas informações adicionais citadas anteriormente, chegou-se ao resultado de 307 dias (aproximadamente 10 meses) em Tacaratu e 412 dias (aproximadamente 14 meses) em Tejucupapo.

Concordante com as informações apresentadas anteriormente e com as informações das obras das subestações o Quadro 9 foi criado.

Quadro 9 – Quadro de duração das obras das subestações.

SUBESTAÇÃO	DURAÇÃO PELO QDR (meses)	DURAÇÃO REAL (meses)
Tacaratu	10	13
Tejucupapo	14	11

Fonte: Autora (2023).

Conforme o Quadro 9 apresenta, a subestação de Tacaratu teve uma duração superior a obtida pela análise do QDR, enquanto a subestação de Tejucupapo foi em direção oposta, apresentando duração inferior a obtida pela análise do QDR.

Uma das possíveis explicações para o atraso da subestação de Tacaratu, foi a sua distância entre Tacaratu e Recife, sendo está de aproximadamente 434,7 km, devido que, algumas das atividades como é o caso a construção do muro e entre outras, foram atrasadas devido a logística de materiais entre as cidades de Tacaratu e Recife, como também, a influência da mão de obra qualificada, pois quanto mais longe da capital de Pernambuco, os índices de recurso obtidos pelo ORSE e SINAPI sofreram variações negativas, alterando assim, a quantidade de mão de obra necessária e/ou a duração necessária para ser realizada.

Em contrapartida de Tacaratu, Tejucupapo apresentou duração inferior a calculada com base no QDR, uma das possíveis explicações para o adiantamento, foi a sua distância entre Tejucupapo e Recife, sendo está de aproximadamente 62,9 km, devido que, algumas das atividades como é o caso a construção do muro e entre outras, foram agilizadas devido a logística de materiais entre as cidades de Tejucupapo e Recife, como também, a influência da mão de obra qualificada, pois quanto mais próximo da capital de Pernambuco, os índices de recurso obtidos pelo ORSE e SINAPI sofreram variações positivas, alterando assim, a quantidade de mão de obra necessária e/ou a duração necessária para ser realizada.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho analisou o tempo de obra entre duas subestações localizadas no estado de Pernambuco. Para isso, foi verificada as atividades de precedência de cada obra, analisando o tempo de obra pelo quadro de duração de recursos e pela análise da estrutura analítica de projeto. Por fim, foi montado um cronograma de ambas as obras, com base nas ferramentas desenvolvidas neste trabalho, para prever o tempo das duas obras e comparar com o tempo transcorrido na execução das mesmas.

A atividade de precedência, foi uma ferramenta de planejamento de obras bastante importante, principalmente para a análise do tempo de obras das duas subestações. Através das atividades de precedência, pôde-se criar parâmetros para estruturação do cronograma, pois, através das atividades de precedências, verificou-se as atividades que não poderiam ser executadas antes de suas predecessoras, criando assim, regras/metodologias de execução.

Enquanto a ferramenta “atividade de precedências” inseriu as atividades e as regras para sua execução, o “quadro de duração de recursos” informou o seu tempo de execução e mão de obra necessária para tal feito, cabendo ao planejador criar o cronograma da obra, com base nos dados fornecidos pela atividade de precedência e pelo quadro de duração de recursos.

Através da estrutura analítica do projeto, mostrou que se é possível alocar os custos incorridos de cada atividade, gerando assim, o orçamento da obra, sendo este, uma das ferramentas de análise de viabilidade de projeto, mas que neste estudo de caso, foi usado para quantificar a mão de obra máxima por obra. De forma simplista, a EAP auxiliou na adoção da quantidade máxima de trabalhadores por obra no cronograma desenvolvido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUNE, Jaqueline. Utilização da tecnologia BIM na tecnologia 4D de uma edificação multifamiliar. 2020.

CAIXA, Econômica Federal; Manual de Metodologias e Conceitos do Sinapi – 8ª Edição, 2020.

DE FREITAS, Gisele; SILVEIRA, Suely de Fátima Ramos. Programa Luz Para Todos: uma representação da teoria do programa por meio do modelo lógico. **Planejamento e Políticas públicas**, n. 45, 2015.

EPE, Empresa De Pesquisa Energética. **Matriz Energética e Elétrica**. EPE. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 05 abr. 2023.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Metodologia para Cálculo da Oferta de Gás Natural Seco e Derivados. 2016.

ESON, Hans Erick Olovs; LEJDEBY, Sven Anders. **Evolução Das subestações**. Eletrobras, Eletronorte. 2013. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/10136005-Evolucao-das-subestacoes.html>>. Acesso em: 4 fev. 2022.

FAGUNDES, Thales Pereira. Planejamento de Obra: Estudo de caso, edificação residencial de multipavimentos em Brasília. 2013.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Objetiva Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia, 1986.

IBGE. **GOIANA (PE)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/goiana.html>>.2022.

IBGE. **TACARATU (PE)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/tacaratu.html>>.2022.

LAVEZZO, César Augusto Lotti. Fontes de energia. **Revista Eletrônica Gestão em Foco, Amparo**, p. 102, 2016.

MARCOLIN, Neldson. **Rotas da Eletricidade**. 2005. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/rotas-da-eletricidade/>>. Acesso em: 13 fev. 2023.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. Oficina de Textos, 2019.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. PINI, 2010, 1º edição.

MAZOLINI, Andrei. **Automação de Subestações Distribuidora de Energia Elétrica**. UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO, 2007.

MEIRELES, Denise. Aplicabilidade de subestações compactas isoladas a gás em grandes centros urbanos: proposta de procedimento aplicado à expansão do sistema elétrico. 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MIRANDA, Ângelo Tiago de, 2013. **Fontes de energia: Carvão, petróleo, gás, água e urânio**. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/fontes-de-energia-2-carvao-petroleo-gas-agua-e-uranio.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

MME, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Luz para Todos Relatório Síntese 10 Anos**. 2013.

NASCIMENTO, Douglas. **Os 117 anos da primeira subestação de energia de São Paulo**. 2018. Disponível em: <<https://saopauloantiga.com.br/paulasouza-115anos/>>. Acesso em: 23 jan. 2023.

NASCIMENTO, Raphael Santos do; ALVES, Geziele Mucio. Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil: Métodos e benefícios ambientais. **XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência—Universidade do Vale do Paraíba**, 2016.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. Cortez editora, 2017.

TISAKA, Maçahico. Metodologia de cálculo da taxa do bdi e custos diretos para a elaboração do orçamento na construção civil. **Instituto de Engenharia. São Paulo: Instituto de engenharia**, 2009.

TISAKA, Maçahiko. Orçamento na construção civil. **São Paulo: Pini**, 2006.

TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos estudos CEBRAP**, p. 47-69, 2007.

TOMAZI, Kamila Osowski. Análise comparativa de diferentes subestações de alta tensão: tecnologia convencional, híbrida e GIS abrigada. 2021.

UFS, Universidade Federal de Sergipe. **Portal UFS - Subestação UFS 69KV**. 22 ago. 2018a. Disponível em: <<https://eficienciaenergetica.ufs.br/conteudo/62190-subestacao-ufs-69kv>>. Acesso em: 2 jul. 2023.

APÊNDICE

Apêndice 1 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE, dados de entrada.

ORSE / SINAPI	ATIVIDADE	UN	QTDE	RECURSO (1 unidade)	ÍNDICE DO RECURSO		JORNADA (h/dia)	DIAS
4177	Locação da obra	M2	2.700,00	Carpinteiro	0,0400	h/m ²	8	14
				Servente	0,0400	h/m ²		14
5010	Raspagem mecanizada com expurgo	M3	2.137,50	Servente	0,0035	h/m ³	8	1
92750	Construção muro contenção em pedra	M3	1.150,00	Pedreiro	4,4410	h/m ³	8	639
				Servente	2,2200	h/m ³		320
4551	Corte material de 1 ^a /2 ^a categoria	M3	2.000,00	Servente	0,0500	h/m ³	8	13
100942	Transporte material - bota fora	TxKM	4.000,00	Motorista	0,0239	h/TxKM	8	12
7086	Aterro c/ material emprestado se	M3	9.800,00	Servente	0,0230	h/m ³	8	29
10012	Solda p/ malha de terra	CDA	50,00	Soldador	0,5000	h/un	8	4
10012	Malha de terra	M2	5.000,00	Armador	0,5000	h/m ²	8	313
10728	Caixa inspeção p/ malha de terra	CDA	10,00	Servente	0,1500	h/un	8	1
				Eletricista	0,1500	h/un		1
13061	Medição resistência malha terra nova se	CDA	2,00	Eletricista	2,0000	h/un	8	1
13046	Medição de resistividade do solo	CDA	1,00	Eletricista	1,0000	h/un	8	1
2238	Britamento do pátio	M2	5.000,00	Servente	0,1250	h/m ²	8	79
442	Base disjuntor e 3	CDA	1,00	Servente	8,0000	h/un	8	1
				Armador	8,0000	h/un		1
				Pedreiro	8,0000	h/un		1

	tc's 69kV (b6)			Carpinteiro	8,0000	h/un		1
--	-------------------	--	--	-------------	--------	------	--	---

Fonte: Autora (2023).

Apêndice 1 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE, dados de entrada (continuação).

ORSE / SINAPI	ATIVIDADE	UN	QTDE	RECURSO (1 unidade)	ÍNDICE DO RECURSO		JORNADA (h/dia)	DIAS
442	Base tc/tp até 34,5 kV (b11)	CDA	9,00	Servente	8,0000	h/un	8	9
				Armador	8,0000	h/un		9
				Pedreiro	8,0000	h/un		9
				Carpinteiro	8,0000	h/un		9
5105	Sondagem do solo	CDA	5,00	Téc. de Sondagem	2,0000	h/un	8	2
8884	Fundação poste dt acima de 14m	CDA	1,00	Servente	1,0000	h/un	8	1
				Pedreiro	1,0000	h/un		1
442	Base tc/tp e pararraios 69 kV (b1)	CDA	13,00	Servente	8,0000	h/un	8	13
				Armador	8,0000	h/un		13
				Pedreiro	8,0000	h/un		13
				Carpinteiro	8,0000	h/un		13
442	Base chave secc 69 kV (b4)	CDA	6,00	Servente	8,0000	h/un	8	6
				Armador	8,0000	h/un		6
				Pedreiro	8,0000	h/un		6
				Carpinteiro	8,0000	h/un		6
442	Base estrutura metálica ent/saída at (b7)	CDA	4,00	Servente	8,0000	h/un	8	4
				Armador	8,0000	h/un		4
				Pedreiro	8,0000	h/un		4
				Carpinteiro	8,0000	h/un		4
442	Base barramento - (b5)	CDA	7,00	Servente	8,0000	h/un	8	7
				Armador	8,0000	h/un		7
				Pedreiro	8,0000	h/un		7
				Carpinteiro	8,0000	h/un		7
442	Base disj/reliq até 34,5 kV (b10)	CDA	7,00	Servente	8,0000	h/un	8	7
				Armador	8,0000	h/un		7
				Pedreiro	8,0000	h/un		7
				Carpinteiro	8,0000	h/un		7
442	Base trafo força 10/12 mva (b8)	CDA	1,00	Servente	8,0000	h/un	8	1
				Armador	8,0000	h/un		1
				Pedreiro	8,0000	h/un		1
				Carpinteiro	8,0000	h/un		1
442	Base estrutura metálica ent/saída mt (b12)	CDA	5,00	Servente	8,0000	h/un	8	5
				Armador	8,0000	h/un		5
				Pedreiro	8,0000	h/un		5

				Carpinteiro	8,0000	h/un		5
--	--	--	--	-------------	--------	------	--	---

Fonte: Autora (2023).

Apêndice 1 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE, dados de entrada (continuação).

ORSE / SINAPI	ATIVIDADE	UN	QTDE	RECURSO (1 unidade)	ÍNDICE DO RECURSO		JORNADA (h/dia)	DIAS
442	Base projetor iluminação externa (b2)	CDA	15,00	Servente	8,0000	h/un	8	15
				Armador	8,0000	h/un		15
				Pedreiro	8,0000	h/un		15
				Carpinteiro	8,0000	h/un		15
442	Base banco de capacitores até 34,5kV (b3)	CDA	1,00	Servente	8,0000	h/un	8	1
				Armador	8,0000	h/un		1
				Pedreiro	8,0000	h/un		1
				Carpinteiro	8,0000	h/un		1
442	Base barramento (b9)	CDA	12,00	Servente	8,0000	h/un	8	12
				Armador	8,0000	h/un		12
				Pedreiro	8,0000	h/un		12
				Carpinteiro	8,0000	h/un		12
101803	Caixa separadora de água e óleo	CDA	1,00	Servente	5,9857	h/un	8	1
				Pedreiro	7,6182	h/un		1
101803	Bacia coletora de óleo	CDA	1,00	Servente	5,9857	h/un	8	1
				Pedreiro	7,6182	h/un		1
9510	Instalação tubo ferro galvanizado 150mm	M	15,00	Encanador	0,7500	h/m	8	2
6389	Caixa passagem alvenaria cabos controle	CDA	2,00	Servente	5,1361	h/un	8	2
102989	Canaleta cabos controle (c1)	M	130,00	Pedreiro	0,2393	h/m	8	4
				Servente	0,2393	h/m		4
11769	Canaleta armada passagem sob acesso (c2)	M	15,00	Armador	1,0884	h/m	8	3
				Carpinteiro	4,6305	h/m		9
				Servente	12,2829	h/m		24
13106	Instalação concertina aço galvanizado	M	250,00	Servente	0,1500	h/m	8	5
				Montador	0,1500	h/m		5
11718	Instalação portão para veículos	M2	36,00	Servente	0,4600	h/m ²	8	3
				Pedreiro	0,4600	h/m ²		3
94996	Construção calçada/passeio	M2	300,00	Servente	0,5573	h/m ²	8	21
				Pedreiro	0,3317	h/m ²		13
				Carpinteiro	0,2256	h/m ²		9

2375	Construção muro	M2	300,00	Servente	3,8690	h/m ²	8	146
				Pedreiro	2,5968	h/m ²		98
				Carpinteiro	0,4518	h/m ²		17

Fonte: Autora (2023).

Apêndice 1 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE, dados de entrada (continuação).

ORSE / SINAPI	ATIVIDADE	UN	QTDE	RECURSO (1 unidade)	ÍNDICE DO RECURSO		JORNADA (h/dia)	DIAS
2288	Pintura acrílica artística	M2	300,00	Servente	0,2000	h/m ²	8	8
				Pintor	0,4000	h/m ²		15
25	Retirar cerca	M	150,00	Servente	2,0000	h/m	8	38
9104	Pavimentação paralelepípedo sobre coxim areia	M2	900,00	Servente	0,6000	h/m ²	8	68
				Calceteiro	0,4000	h/m ²		45
95995	Lombada concreto se	M2	20,00	Rasteleiro	1,1301	h/m ²	8	3
				Oper. de paviment.	0,1422	h/m ²		1
				Oper. de rolo comp.	0,2840	h/m ²		1
4126	Placa logo celpe concreto arma construção muro	UD	1,00	Servente	0,5000	h/un	8	1
94276	Construção meio-fio	M	600,00	Servente	0,4490	h/m ²	8	34
				Pedreiro	0,4490	h/m ²		34
5970	Caixa drenagem alvenaria tijolo maciço	CDA	20,00	Servente	19,4628	h/un	8	49
				Pedreiro	11,0312	h/un		28
103007	Caixa sarjeta alvenaria tijolo maciço	CDA	8,00	Servente	3,7726	h/un	8	4
				Pedreiro	4,8014	h/un		5
2661	Instalação tubo pvc d100mm	M	200,00	Servente	0,1380	h/m	8	4
				Encanador	0,0340	h/m		1
98062	Construção de sumidouro/reservatórios de acumulação	CDA	2,00	Servente	0,8210	h/un	8	1
				Pedreiro	1,0449	h/un		1
6342	Instalação tubo pvc d150mm	M	500,00	Servente	0,1600	h/m	8	10
				Encanador	0,0400	h/m		3
12994	Casa de comando	M2	90,00	Servente	3,8690	h/m ²	8	44
				Pedreiro	2,5968	h/m ²		30
				Equipe de montagem	0,8500	h/m ²		10

8328	Demolição edificação	M2	500,00	Servente	0,1500	h/m ²	8	10
				Carpinteiro	0,1500	h/m ²		10

Fonte: Autora (2023).

Apêndice 1 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tacaratu – PE, dados de entrada (continuação).

ORSE / SINAPI	ATIVIDADE	UN	QTDE	RECURSO (1 unidade)	ÍNDICE DO RECURSO		JORNADA (h/dia)	DIAS
101907	Instalação extintor de co2 6kg	CDA	2,00	Aux. de encanador	0,4574	h/un	8	1
				Encanador	0,4574	h/un		1
1505	Instalação extintor pó químico 50kg	CDA	1,00	Servente	0,1000	h/un	8	1

Fonte: Autora (2023).

Apêndice 2 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE, dados de entrada.

ORSE / SINAPI	ATIVIDADE	UN	QTDE	RECURSO (1 unidade)	ÍNDICE DO RECURSO		JORNADA (h/dia)	DIAS
4177	Locação da obra	M2	4.200,00	Carpinteiro	0,0400	h/m ²	8	21
				Servente	0,0400	h/m ²		21
5010	Raspagem mecanizada com expurgo	M3	1.854,00	Servente	0,0035	h/m ³	8	1
2750	Construção muro contenção em pedra	M3	1.700,00	Pedreiro	4,4410	h/m ³	8	944
				Servente	2,2200	h/m ³		472
4551	Corte material de 1 ^a /2 ^a categoria	M3	2.500,00	Servente	0,0500	h/m ³	8	16
100942	Transporte material - bota fora	TxKM	4.600,00	Motorista	0,0239	h/Tx KM	8	14
7086	Aterro c/ mat emprest se	M3	8.000,00	Servente	0,0230	h/m ³	8	23
10012	Solda p/ malha de terra	CDA	70,00	Soldador	0,5000	h/un	8	5
10012	Malha de terra	M2	7.000,00	Armador	0,5000	h/m ²	8	438
10728	Caixa inspeção p/ malha de terra	CDA	12,00	Servente	0,1500	h/un	8	1
10728				Eletricista	0,1500	h/un		1
13061	Medição resistência malha terra nova se	CDA	2,00	Eletricista	2,0000	h/un	8	1

13046	Medicao de resistividade do solo	CDA	1,00	Eletricista	1,0000	h/un	8	1
2238	Britamento do pátio	M2	7.000,00	Servente	0,1250	h/m ²	8	110

Fonte: Autora (2023).

Apêndice 2 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE, dados de entrada (continuação).

ORSE / SINAPI	ATIVIDADE	UN	QTDE	RECURSO (1 unidade)	ÍNDICE DO RECURSO		JORNADA (h/dia)	DIAS
442	Base disjuntor e 3 tc's 69kv b7	CDA	15,00	Servente	8,0000	h/un	8	15
				Armador	8,0000	h/un		15
				Pedreiro	8,0000	h/un		15
				Carpinteiro	8,0000	h/un		15
442	Base tc/tp até 34,5 kv b12 b14	CDA	10,00	Servente	8,0000	h/un	8	10
				Armador	8,0000	h/un		10
				Pedreiro	8,0000	h/un		10
				Carpinteiro	8,0000	h/un		10
5105	Sondagem do solo	CDA	5,00	Téc. de Sond.	2,0000	h/un	8	2
8884	Fundação poste dt acima de 14m	CDA	1,00	Servente	1,0000	h/un	8	1
				Pedreiro	1,0000	h/un	8	1
442	Base tc/tp e pararraios 69 kv b1 e b3	CDA	20,00	Servente	8,0000	h/un	8	20
				Armador	8,0000	h/un		20
				Pedreiro	8,0000	h/un		20
				Carpinteiro	8,0000	h/un		20
442	Base chave secc 69 kv b5	CDA	30,00	Servente	8,0000	h/un	8	30
				Armador	8,0000	h/un		30
				Pedreiro	8,0000	h/un		30
				Carpinteiro	8,0000	h/un		30
442	Base estrutura metálica ent/saída at b17	CDA	6,00	Servente	8,0000	h/un	8	6
				Armador	8,0000	h/un		6
				Pedreiro	8,0000	h/un		6
				Carpinteiro	8,0000	h/un		6
442	Base barramento - b2 e b10	CDA	30,00	Servente	8,0000	h/un	8	30
				Armador	8,0000	h/un		30
				Pedreiro	8,0000	h/un		30
				Carpinteiro	8,0000	h/un		30
442	Base disj/relig até 34,5 kv b15	CDA	7,00	Servente	8,0000	h/un	8	7
				Armador	8,0000	h/un		7
				Pedreiro	8,0000	h/un		7
				Carpinteiro	8,0000	h/un		7

442	Base trafo força 10/12 mva	CDA	1,00	Servente	8,0000	h/un	8	1
				Armador	8,0000	h/un		1
				Pedreiro	8,0000	h/un		1
				Carpinteiro	8,0000	h/un		1

Fonte: Autora (2023).

Apêndice 2 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE, dados de entrada (continuação).

ORSE / SINAPI	ATIVIDADE	UN	QTDE	RECURSO (1 unidade)	ÍNDICE DO RECURSO		JORNADA (h/dia)	DIAS
442	Base estrutura metálica ent/saída mt b11	CDA	9,00	Servente	8,0000	h/un	8	9
				Armador	8,0000	h/un		9
				Pedreiro	8,0000	h/un		9
				Carpinteiro	8,0000	h/un		9
442	Base projetor iluminação externa b1	CDA	15,00	Servente	8,0000	h/un	8	15
				Armador	8,0000	h/un		15
				Pedreiro	8,0000	h/un		15
				Carpinteiro	8,0000	h/un		15
442	Base banco de capacitores ate 34,5kv b13	CDA	2,00	Servente	8,0000	h/un	8	2
				Armador	8,0000	h/un		2
				Pedreiro	8,0000	h/un		2
				Carpinteiro	8,0000	h/un		2
442	Base barramento b18	CDA	6,00	Servente	8,0000	h/un	8	6
				Armador	8,0000	h/un		6
				Pedreiro	8,0000	h/un		6
				Carpinteiro	8,0000	h/un		6
101803	Caixa separadora de água e óleo	CDA	1,00	Servente	5,9857	h/un	8	1
				Pedreiro	7,6182	h/un		1
101803	Bacia coletora de óleo	CDA	1,00	Servente	5,9857	h/un	8	1
				Pedreiro	7,6182	h/un		1
9510	Instalação tubo ferro galvaniz 150mm	M	20,00	Encanador	0,7500	h/m	8	2
6389	Caixa passagem alvenaria cabos controle	CDA	3,00	Servente	5,1361	h/un	8	2
102989	Canaleta cabos controle (c1)	M	150,00	Pedreiro	0,2393	h/m	8	5
				Servente	0,2393	h/m		5
11769	Canaleta armada passag sob acesso (c2)	M	24,00	Armador	1,0884	h/m	8	4
				Carpinteiro	4,6305	h/m		14
				Servente	12,2829	h/m		37
13106		M	394,00	Servente	0,1500	h/m	8	8

	Instalação concertina aço galvanizado			Montador	0,1500	h/m		8
11718	Instalação portão para veículos	M2	36,00	Servente	0,4600	h/m ²	8	3
				Pedreiro	0,4600	h/m ²		3

Fonte: Autora (2023).

Apêndice 2 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE, dados de entrada (continuação).

ORSE / SINAPI	ATIVIDADE	UN	QTDE	RECURSO (1 unidade)	ÍNDICE DO RECURSO		JORNADA (h/dia)	DIAS
94996	Construção calçada/passeio	M	200,00	Servente	0,5573	h/m ²	8	14
				Pedreiro	0,3317	h/m ²		9
				Carpinteiro	0,2256	h/m ²		6
2375	Construção muro	M2	985,00	Servente	3,8690	h/m ²	8	477
				Pedreiro	2,5968	h/m ²		320
				Carpinteiro	0,4518	h/m ²		56
2288	Pintura acrílica artística	M2	985,00	Servente	0,2000	h/m ²	8	25
				Pintor	0,4000	h/m ²		50
25	Retirar cerca	M	300,00	Servente	2,0000	h/m	8	75
9104	Pavimento paralelepípedo sobre coxim areia	M2	1.250,00	Servente	0,6000	h/m ²	8	94
				Calceteiro	0,4000	h/m ²		63
95995	Lombada concreto se	M2	30,00	Rasteleiro	1,1301	h/m ²	8	5
				Oper. de pavi.	0,1422	h/m ²		1
				Oper. rolo comp.	0,2840	h/m ²		2
4126	Placa logo celpe concreto arma constr muro	UD	1,00	Servente	0,5000	h/un	8	1
94276	Construção meio-fio	M	300,00	Servente	0,4490	h/m ²	8	17
				Pedreiro	0,4490	h/m ²		17
12135	Paisagismo	M2	5.800,00	Servente	0,0800	h/m ²	8	58
				Pedreiro	0,0800	h/m ²		58
5970	Caixa drenagem alven tijolo maciço	CDA	25,00	Servente	19,4628	h/un	8	61
				Pedreiro	11,0312	h/un		35
103007		CDA	12,00	Servente	3,7726	h/un	8	6

	Caixa sarjeta alven tijolo maciço			Pedreiro	4,8014	h/un		8
2661	Instalação tubo pvc d100mm	M	350,00	Servente	0,1380	h/m	8	7
				Encanador	0,0340	h/m		2
98062	Construção de sumidouro/reservatórios de acumulação	CDA	2,00	Servente	0,8210	h/un	8	1
				Pedreiro	1,0449	h/un		1

Fonte: Autora (2023).

Apêndice 2 – Quadro de Duração de Recursos (QDR) de Tejucupapo – PE, dados de entrada (continuação).

ORSE / SINAPI	ATIVIDADE	UN	QTDE	RECURSO (1 unidade)	ÍNDICE DO RECURSO		JORNADA (h/dia)	DIAS
6342	Instalação tubo pvc d150mm	M	650,00	Servente	0,1600	h/m	8	13
				Encanador	0,0400	h/m		4
12994	Casa de comando	M2	90,00	Servente	3,8690	h/m ²	8	44
				Pedreiro	2,5968	h/m ²		30
				Eq. de montagem	0,8500	h/m ²		10
101907	Instalação extintor de co2 6kg	CDA	2,00	Aux. de encan.	0,4574	h/un	8	1
				Encanador	0,4574	h/un		1
1505	Instalação extintor pó químico 50kg	CDA	1,00	Servente	0,1000		8	1

Fonte: Autora (2023).