



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

GABRIEL DA SILVA PINTO

**GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO ELETROMECÂNICA DE UMA USINA
FOTOVOLTAICA UTILIZANDO A FERRAMENTA DASHBOARD**

FORTALEZA

2022

GABRIEL DA SILVA PINTO

GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO ELETROMECÂNICA DE UMA USINA
FOTOVOLTAICA UTILIZANDO A FERRAMENTA DASHBOARD

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do
Centro de Tecnologia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Furtado
Sampaio

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- P728g Pinto, Gabriel da Silva.
Gerenciamento da construção eletromecânica de uma usina fotovoltaica utilizando a ferramenta dashboard / Gabriel da Silva Pinto. – 2022.
72 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Raimundo Furtado Sampaio.
1. Gerenciamento. 2. Produção eletromecânica. 3. Dashboard. 4. Usina fotovoltaica. 5. Monitoramento. I.
Título.

CDD 621.3

GABRIEL DA SILVA PINTO

GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO ELETROMECCÂNICA DE UMA USINA
FOTOVOLTAICA UTILIZANDO A FERRAMENTA DASHBOARD

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do
Centro de Tecnologia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raimundo Furtado Sampaio (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Domenico Sgro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Eletricista Karlos Daniel Menezes e Silva
Consórcio BM FAN AMP (BMFA)

Às mulheres da minha vida, primeiramente minha mãe pela capacidade de criar um filho tão difícil como eu. Segundamente as minhas tias, pelo apoio desde a infância. Às minhas irmãs(o) e primas. As minha amigas e amigos mais próximos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me levado pelo caminho mais longo e árduo, como forma de me preparar para a glória. E por ter ouvido as minhas orações nos momentos de dificuldade e por também ter ouvido meus agradecimentos nos momentos de felicidade.

Aos meus pais, Silvanira e Sérgio, pelo apoio incondicional! Minha mãe por ter me criado como uma leoa e ao meu pai Sérgio por ter me acolhido tão bem e por sempre ter um sorriso quando ver as minhas conquistas.

Aos meus familiares, que sempre me apoiaram e deram suporte quando eu mais precisei. Principalmente as minhas tias Aparecida, Silvia e Neta. E também as minhas primas Gizele e Livia Almada.

Agradeço também as minhas irmãs(o) Juliete, Juliane, Juliene, Márcio e também a minha prima Lidia Marques.

Agradeço também as minhas amigas(os) Ana Clara, Andrey, Andreza Maranhão, Carol, Ednilson Cordeiro, Fabrício Bezerra, Guilherme, Larissa, Kaylana, Marília Freitas, Raul Assunção, Sabrina Alves e Sabrina Braga.

Ao Prof. Dr. Raimundo Furtado Sampaio por me orientar em minha caminhada de estudante e profissional.

Ao Prof. Dr. Domenico Sgro, pelos ensinamentos ao longo da graduação.

A Prof. Dra. Ruth Pâstora Saraiva Leão, pelos aprendizados ao longo da graduação.

Aos amigos mais próximos de graduação, que sempre estavam ali comigo nas dificuldades e também na hora das risadas.

Ao Marcel Teixeira pela confiança e a oportunidade de trabalho nas Usinas Bon Nome 5 e 6.

Ao meus colegas de trabalho Glaymiston Santos e Daniel Menezes, além de outros membros da equipe pelo aprendizado e apoio no trabalho.

"Os pais somente podem dar bons conselhos e indicar bons caminhos, mas a formação final do caráter de uma pessoa está em suas próprias mãos".

(Anne Frank)

RESUMO

A etapa de execução de um projeto é onde os entregáveis são desenvolvidos e concluídos, ou seja, é o momento que ocorre o gerenciamento do que foi planejado. Visando verificar se tudo o que foi planejado está sendo executado, faz-se necessário monitorar o progresso e desempenho da construção do projeto. O projeto de construção das Usinas Fotovoltaicas Bon Nome 5 e 6 é usado como estudo de caso. Assim, foi desenvolvido um relatório de acompanhamento de atividades do setor de produção eletromecânica, o qual é responsável por toda a montagem mecânica e elétrica das usinas. As ferramentas utilizadas para monitorar tais atividades foram o *Google Data Studio* e Planilhas *Google*. O Planilhas *Google* visa reunir os dados das atividades produzidas nas usinas, enquanto o *Google Data Studio* tem a função de fazer cálculos e tratar os dados em forma de tabelas, gráficos de coluna e gráficos de séries temporais, dentre outras funcionalidades. Ademais, para preenchimento das Planilhas *Google* foram elaborados formulários para as atividades executadas em campo, e como cada atividade tem um responsável por ela, os formulários visam uma interação entre o setor de engenharia eletromecânica e os seus subordinados. O relatório produzido no *Google Data Studio* apresenta as atividades necessárias para a construção eletromecânica da usinas Bon Nome 5 e 6: Cravação de estacas, montagem de trackers e stringboxes, montagem de módulos, lançamento de cabos de baixa e média tensão, além do lançamento de outros tipos de cabos, o comissionamento da usina e outras atividades do escopo do setor de engenharia eletromecânica. Apesar da recente implementação do *Dashboard* foi visto que atende as necessidades de gerenciamento parcial das atividades de uma usina fotovoltaica, a partir destes resultados e com a melhoria contínua do relatório foi proposto a continuação da implementação do mesmo em outros empreendimentos de construção de usinas fotovoltaicas.

Palavras-chave: Gerenciamento. Ferramentas. Monitoramento. Produção Eletromecânica. Dashboard. Usina Fotovoltaica.

ABSTRACT

A project's execution stage it's where the deliverables are developed and completed, in other words, it's the moment that occurs the management of what was planned. Aiming to verify if all that was planned is being executed, it's necessary to track the project's construction performance. The construction plan of Bon Nome 5 and 6 photovoltaic power plants is being used as a study case. Thus, A report monitoring the area of electromechanical generation, which is responsible for all the electrical and mechanical installation of the power plants. Google Sheets and on Google Data Studio were used to track those operations. The Google Sheets seeks to bring together data on activities performed in the power plants, meanwhile the Google Data Studio has the roles of calculations and to show the data gathered in spreadsheets, bar charts, time series charts and other features. Moreover, forms for operations executed on field were created to to fill out the Google Sheets, and since each activity has a person in charge, the forms aim at creating interaction between engineering area and its subordinates. The report produced by Google Data Studio shows the necessities operations for Bon Nome 5 and 6 photovoltaic power plants electromechanical construction, such as: pile driving, trackers and string boxes assembly, laying low and medium voltage cables, modules assembly, commissioning and other activities involving the electromechanical scope. And despite the recent implementation of the Dashboard, it was seen that it meets the needs of partial management of the activities of a photovoltaic plant, and from these results and with the continuous improvement of the report, it was proposed to continue its implementation in other projects of construction of photovoltaic plants.

Keywords: Management. Tools. Monitoring. Electromechanical Production. Dashboard. Power Plant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de vida do projeto.	19
Figura 2 – Exemplo genérico no MS PROJECT.	23
Figura 3 – Planilhas Google.	24
Figura 4 – Exemplo painel - Google Data Studio.	25
Figura 5 – Cravadora de estacas..	26
Figura 6 – Pull out test	27
Figura 7 – Montagem de módulos	27
Figura 8 – Sistema completo	28
Figura 9 – Célula, módulo e arranjo fotovoltaico (String).	30
Figura 10 – Conector MC4.	31
Figura 11 – Cabos solares com MC4	31
Figura 12 – Mesa solar.	33
Figura 13 – Tracker solar.	33
Figura 14 – Circuito genérico de uma stringbox.	34
Figura 15 – Stringbox genérica.	34
Figura 16 – Esquema de etapas de produção de energia. Tem-se que um dos componentes é o inversor, o qual tranforma corrente contínua em corrente alternada.	34
Figura 17 – Eletrocentro ou skid.	35
Figura 18 – Ciclo PDCA - Planejar, Desempenhar, Checar e Agir.	36
Figura 19 – Planilha antiga sobre locação de estacas das Usinas Bon Nome 5 e 6.	40
Figura 20 – Planilha antiga sobre cravação de estacas das Usinas Bon Nome 5 e 6.	40
Figura 21 – Planilha antiga sobre o lançamento de cabos de baixa tensão das Usinas Bon Nome 5 e 6.	41
Figura 22 – Planilha antiga sobre resumo das atividades das Usinas Bon Nome 5 e 6.	41
Figura 23 – Cravação de estacas em uma UFV.	44
Figura 24 – Cravação de estacas - concretagem de estacas.	45
Figura 25 – Formulário - Lançamento de cabos solares	46
Figura 26 – Formulário - Circuito Fechado de Televisão (CFTV) e comunicação	47
Figura 27 – Rede de Média Tensão (RMT)	48
Figura 28 – Organização de dimensão e métrica na planilha google	49
Figura 29 – Preenchimento dos dados de projeto na planilha google	50

Figura 30 – Preenchimento dos dados de campo, ou seja, os dados colhidos nos formulários de campo. Planilha google	51
Figura 31 – Preenchimento dos dados de CFTV e comunicação na planilha google	52
Figura 32 – Gráfico exemplo do relatório sobre a atividade de CFTV e comunicação de Bon Nome 5 e 6. Google Data Studio	52
Figura 33 – Dados que compõe a figura 32	53
Figura 34 – Resumo da atividade de CFTV no relatório	54
Figura 35 – Campo de manipulação de fórmulas no Google Data Studio	54
Figura 36 – Resumo geral das atividades de produção eletromecânica	57
Figura 37 – Relatório da montagem de módulos fotovoltaicos.	57
Figura 38 – Relatório de comissionamento das Usinas Bon Nome 5 e 6.	58
Figura 39 – Relatório de gráficos de comissionamento das Usinas Bon Nome 5 e 6.	59
Figura 40 – Exemplo de curva S	62
Figura 41 – Criar Novo	68
Figura 42 – Fonte de dados Google Data Studio	69
Figura 43 – Mais opções	69
Figura 44 – Adicionar métrica no Google Data Studio	69
Figura 45 – Google Data Studio - Adicionar mais dados.	71
Figura 46 – Google Data Studio - Exemplo de gráfico temporal.	72
Figura 47 – Google Data Studio - Exemplo de Tema e Layout	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo Tabela longa - Planilhas Google	67
Tabela 2 – Exemplo Tabela ampla - Planilhas Google	67
Tabela 3 – Exemplo Tabela ampla com totais - Planilhas Google	67
Tabela 4 – Exemplo de visão geral - Planilhas Google	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BT	Baixa Tensão
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
MT	Média Tensão
NCU	Network Control Unit
PDCA	Planejar, Desempenhar, Checar e Agir
POT	Ensaio de Arrancamento
QC	Quadro de Câmeras
RMT	Rede de Média Tensão
RSU	Remote Sensor Unit
TM	Torre Meteorológica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Gerenciamento de obras	18
2.1.1	<i>Estágio do ciclo de vida do projeto</i>	18
2.2	Modalidades de Gerenciamento de Obras	19
2.3	Etapas de Gerenciamento de Obras	20
2.3.1	<i>Início</i>	20
2.3.2	<i>Planejamento</i>	21
2.3.3	<i>Execução</i>	21
2.3.4	<i>Monitoramento e Controle</i>	21
2.3.5	<i>Encerramento</i>	21
2.4	Gerenciamento de tempo em projetos	22
2.5	Planejamento do cronograma	22
2.6	Ferramentas para gerenciamento de projetos	23
2.6.1	<i>Planilhas Google</i>	24
2.6.2	<i>Data Studio Google</i>	25
2.7	Etapas genéricas da construção de uma Usina Fotovoltaica	25
2.7.1	<i>Obra civil</i>	26
2.7.2	<i>Montagem Mecânica</i>	26
2.7.3	<i>Montagem Elétrica</i>	27
2.7.4	<i>Comissionamento</i>	28
2.8	Tecnologia Fotovoltaica	29
2.8.1	<i>Célula Fotovoltaica</i>	29
2.8.2	<i>Módulo Fotovoltaico</i>	29
2.8.3	<i>Série Fotovoltaica ou String</i>	30
2.8.4	<i>Conectores</i>	30
2.8.5	<i>Estrutura (Mesa ou Tracker)</i>	32
2.8.6	<i>Stringbox</i>	32
2.8.7	<i>Inversor</i>	32
2.8.8	<i>Eletrocentro ou Skid</i>	33

2.9	Considerações Finais	35
3	METODOLOGIA	38
3.1	Estudo de Caso	38
3.2	Metodologia pré uso do Dashboard	39
3.3	Tutorial Google Data Studio	42
3.4	Formulários	43
3.4.1	<i>Formulário: Cravação de estacas</i>	43
3.4.2	<i>Formulário: Lançamento de cabos solares</i>	45
3.4.3	<i>Formulário: CFTV e comunicação</i>	46
3.4.4	<i>Formulário: Lançamento dos cabos de média tensão</i>	47
3.5	Preenchimento das Planilhas Google	49
3.6	Preenchimento dos dados no Google Data Studio	51
3.7	Conclusões do capítulo	54
4	RESULTADOS	56
4.1	Resultados do Dashboard	56
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	60
	REFERÊNCIAS	64
	ANEXOS	65
	ANEXO A – Tutorial Google Data Studio	66
A.1	Criar uma fonte de dados do Planilhas Google	66
A.1.1	<i>Preparar seus dados</i>	66
A.1.2	<i>Conectar-se ao Planilhas Google</i>	68
A.1.3	<i>Configurar a fonte de dados</i>	68
A.1.4	<i>Renomear a fonte de dados</i>	70
A.1.5	<i>Compartilhar a fonte de dados</i>	70
A.1.6	<i>Usar essa fonte de dados em relatórios</i>	70
A.2	Criar um Novo Relatório	71
A.2.1	<i>Criar um Novo Relatório em Branco</i>	71
A.2.2	<i>Adicionar gráficos ao relatório</i>	71
A.2.3	<i>Adicionar outro gráfico ao relatório</i>	72
A.2.4	<i>Personalizar o estilo do relatório</i>	72
A.2.5	<i>Adicionar um Banner</i>	73

A.2.6	<i>Adicionar um título ao relatório</i>	73
--------------	--	-----------

1 INTRODUÇÃO

A alternativa do uso de energia solar é cada vez mais atraente para gerar energia limpa e rentável.

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito fotovoltaico), sendo a célula fotovoltaica, um dispositivo fabricado com material semicondutor (PINHO; GALDINO, 2014).

Usina Solar ou Usina de Energia Solar Fotovoltaica é um complexo repleto de módulos fotovoltaicos (placas solares) com capacidade de gerar energia elétrica por meio da luz do sol. Conhecida também como Parque Solar ou Fazenda Solar, nela a energia é gerada em baixa, média ou alta tensão para fins de distribuição da concessionária (BLUESOL, 2021).

Este trabalho tem como foco utilizar meios e ferramentas para executar, monitorar e controlar o início, meio e fim da produção eletromecânica de uma obra de uma Usina Fotovoltaica. Outros aspectos como planejamento também são explorados, mas de forma a contemplar o entendimento de forma mais ampla do processo de construção do trabalho como um todo.

Dito isto, tem-se como principal objetivo construir um produto final que auxilie na execução, monitoração e controle do que foi planejado pelo setor de planejamento do projeto para o conjunto de atividades a serem executadas pelo setor de engenharia eletromecânica.

Para alcançar tal objetivo geral é preciso executar objetivos menores, ou seja, objetivos específicos como a construção de formulários, utilização de planilhas para controle dos dados do setor de produção eletromecânica e a utilização de ferramentas que possam tratar estes dados, para que assim possa ser feitas tratativas de execução da obra por meio do que é monitorado e controlado.

No capítulo 2 são apresentados os conceitos de gerenciamento de projetos e a motivação de usar o monitoramento e controle através de relatórios por meio da ferramenta *Google Data Studio* para as usinas Bon Nome 5 e 6, assim como são apresentados os conceitos básicos utilizados na teoria da construção de um parque solar, incluindo suas etapas.

O capítulo 3 apresenta o estudo de caso sobre as usinas Bon Nome 5 e 6. Nele, é levantado como era a metodologia sobre o controle de dados das atividades executadas pelo setor de engenharia eletromecânica das Usinas Bon Nome 5 e 6. Também apresenta tutoriais, retirados da própria plataforma *Google*, sobre o Planilhas *Google* e também sobre o *Google Data Studio*. Assim, como também apresenta os procedimentos que podem ser adotados para colher os dados de produção eletromecânica, conseqüente apresenta como são inseridos os dados dos

formulários no Planilhas *Google*, chegando a um próximo passo que é a construção do relatório gráfico através dos *Google Data Studio*.

O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos a partir dos dados colhidos em campo. Estes dados serão tratados pela ferramenta Planilhas *Google* e são apresentados pela ferramenta *Google Data Studio*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordados os principais conceitos para fundamentar o leitor sobre a proposta de gerenciamento da construção mecânica e elétrica de uma Usina Fotovoltaica utilizando um dashboard.

2.1 Gerenciamento de obras

Qualquer atividade que tenha início, meio e fim e que produza uma entrega pode ser considerado uma obra.

De acordo com o (INSTITUTE, 2000) um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo.

O gerenciamento de obras é o método pelo qual uma obra é planejada, monitorada, controlada e relatada – em outras palavras, gerenciada (DIEFRA, 2020). Neste trabalho, o foco será na execução, monitoração e controle das atividades desenvolvidas na construção eletromecânica da usina solar Bon Nome 5 e 6.

O gerenciamento de obras é um termo vasto que cobre uma gama de disciplinas relacionadas, como planejamento, programação, gerenciamento de tarefas, gerenciamento de recursos, etc. Ou seja, o gerenciamento de obras é a utilização de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas em todo o ciclo de vida da obra – iniciação do projeto, planejamento, execução, monitoramento e encerramento – sempre buscando alcançar os objetivos (DIEFRA, 2020).

Dessa definição pode-se tirar algumas características importantes de um projeto de construção (MATTOS, 2022):

- Temporário - significa que o projeto tem um alcance no tempo, ou seja, início e fim bem definidos.
- Produto único - é um esforço para tornar um bem tangível, o qual se traduz pela concretização do produto físico e material que representa a consecução do objetivo do projeto.

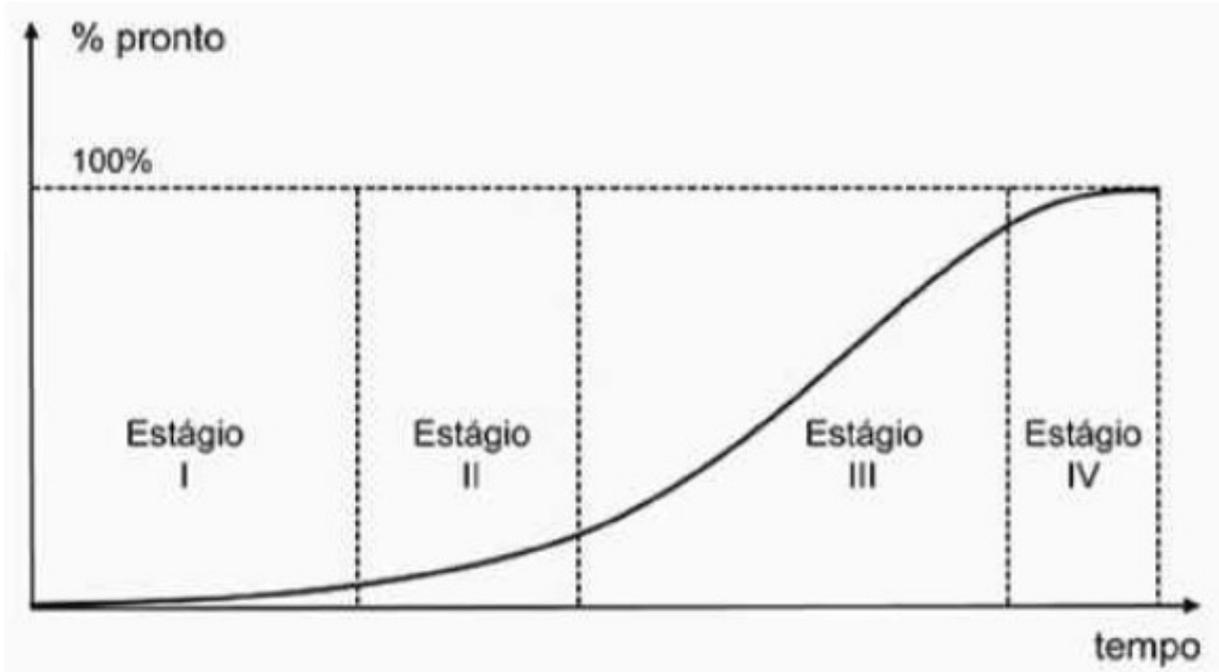
2.1.1 *Estágio do ciclo de vida do projeto*

O ciclo de vida de um projeto ou empreendimento compreende alguns estágios.

Segundo (MATTOS, 2022) são quatro estágios: Concepção e viabilidade, detalhamento do projeto e do planejamento, execução e finalização.

A Figura 1 apresenta a evolução da curva diante dos quatro estágios do projeto: lenta no estágio concepção e viabilidade, rápida na execução e lenta na finalização do projeto.

Figura 1 – Ciclo de vida do projeto.



Fonte: (MATTOS, 2022)

1. Estágio I: Concepção e viabilidade;
2. Estágio II: Detalhamento do projeto e do planejamento;
3. Estágio III: Execução;
4. Estágio IV: Finalização;

Desse modo, olhando para a curva da Figura 1 tem-se que o foco será no estágio III - Execução e no estágio IV - Finalização.

Segundo (MATTOS, 2022) o estágio III aborda obras civis, as quais são execução dos serviços de campo, mão de obra e equipamentos. Também aborda montagens mecânicas e instalações elétricas, que são as atividades de campo. Além do estágio IV aborda o comissionamento, ou seja, a colocação em funcionamento e testes de operação do produto final.

2.2 Modalidades de Gerenciamento de Obras

Como gerenciamento de obras utiliza habilidades, conhecimentos, ferramentas e técnicas durante toda a obra, desde o início do projeto até a execução e encerramento, sempre

buscando alcançar os objetivos propostos, tem-se que existem algumas modalidades desse tipo de gerenciamento a seguir (ETESCO, 2021):

- Gerenciamento pleno: Algo mais completo, que oferta mais soluções para os clientes, sendo de ponta a ponta;
- Gerenciamento parcial: Responsável somente por alguns itens do projeto, enquanto outros permanecem com o cliente;

Este trabalho utiliza o gerenciamento parcial sobre as atividades que compõe uma obra de usina solar, pois o foco é apenas nas atividades de produção eletromecânica, assim, tendo-se um gerenciamento parcial, focando na abordagem dos estágios III e IV da curva de ciclo do projeto, uma vez que é realizado somente o monitoramento da execução e do comissionamento.

2.3 Etapas de Gerenciamento de Obras

Apesar de cada obra apresentar características específicas, existem padrões ou etapas fundamentais a serem seguidas no gerenciamento de obras, sendo elas (INSTITUTE, 2000):

- Início;
- Planejamento;
- Execução;
- Monitoramento e Controle;
- Encerramento;

2.3.1 Início

Etapa em que é realizado um apanhado geral sobre a obra.

Segundo (DIEFRA, 2022) as atividades de gerenciamento são realizadas desde o estudo de viabilidade do projeto, considerando as prioridades de demanda, recursos, a viabilidade técnica, o impacto ambiental e o retorno a ser gerado, sendo que o projeto só pode ser considerado viável quando todas as respostas a esses critérios forem positivas.

E umas das principais saídas desta etapa é a elaboração do Termo de Abertura do Projeto, que contemplam algumas informações importantes, como (DIEFRA, 2020):

- a descrição do escopo;
- a duração do projeto;
- os recursos que necessários;
- as partes interessadas;

- os riscos, restrições e premissas;
- o responsável pelo gerenciamento da obra;

2.3.2 Planejamento

Nesta fase é elaborado e aprovado o plano de gerenciamento da obra, um documento formal para orientar a execução e controle do projeto e documentar as linhas de base do projeto – escopo, cronograma e custos (DIEFRA, 2022).

Como principais saídas desta etapa, tem-se (DIEFRA, 2020):

- a declaração de escopo;
- a estrutura analítica do projeto;
- os planos que compõe o plano de gerenciamento do projeto;

2.3.3 Execução

É a etapa onde os entregáveis são desenvolvidos e concluídos. Entende-se entregáveis o produto final de cada atividade desenvolvida.

Execução é o momento em que ocorre o gerenciamento de tudo o que foi planejado, além da gestão das necessidades de ações corretivas de eventuais desvios no projeto e avaliação de solicitações de mudanças (DIEFRA, 2020).

2.3.4 Monitoramento e Controle

Esta etapa ocorre em paralelo com a execução e é o momento que também ocorre o gerenciamento e a medição do progresso e do desempenho, buscando sempre garantir que os objetivos estabelecidos no plano de gerenciamento da obra sejam alcançados (DIEFRA, 2020).

Ou seja, é o momento onde é verificado se tudo que foi planejado está sendo devidamente executado, se houve discrepâncias e se é preciso replanejar.

2.3.5 Encerramento

É a etapa que evidencia a importância da correta aplicação dos conhecimentos, ferramentas, técnicas e processos de gerenciamento de obras (DIEFRA, 2020).

O processo de encerramento consiste em gerenciar a formalização do fechamento e aceitação do projeto ou fases em conformidade com os objetivos estabelecidos, registrando todas

as lições aprendidas – melhoria contínua dos processos.

2.4 Gerenciamento de tempo em projetos

O gerenciamento do tempo dos projetos inclui processos gerenciados pontualmente para concluir o término do projeto.

Dito isto, tem-se que a construção do projeto utiliza a saída de cada processo para estabelecer recursos e a duração de cada atividade para gerar o cronograma. E após a aprovação do cronograma do projeto, tem-se uma linha de base gerada que é empregada no processo de controle do cronograma (INSTITUTE, 2000).

Ao decorrer da realização das atividades do projeto, a equipe gastará muito tempo e energia no controle do cronograma, o qual é o processo mais importante do gerenciamento do tempo. (INSTITUTE, 2000).

Segundo o (INSTITUTE, 2000), o gerenciamento de custos de tempo em projetos é dividido em alguns processos:

- Planejar o gerenciamento do cronograma;
- Definir as atividades;
- Sequenciar as atividades;
- Estimar os recursos das atividades;
- Estimar a duração das atividades;
- Desenvolver o cronograma;
- Controle o cronograma;

2.5 Planejamento do cronograma

Para gerenciamento do ciclo de vida do projeto das Usinas Bon Nome 5 e 6 foi elaborado todo o cronograma de atividades no software MS PROJECT, ferramenta da Microsoft.

MS PROJECT é um software utilizado para gerenciar projetos, tal ferramenta auxilia na visualização do planejamento e agenda tarefas, as quais existe troca de informação entre os colaboradores da equipe e gestor (MICROSOFT, 2021).

O *MS PROJECT* é importante no quesito de viabilizar o ordenamento dos dados, a sua execução e o controle de tarefas, apresentando cronograma, prazos e entradas de novas informações. Assim, o software ao ser utilizado promove uma visão mais ampla de recursos

e prazos, ajudando a empresa na melhor escolha da tomada de decisão e alocação de verbas (MICROSOFT, 2021).

Assim, vê-se que os dados inseridos no *MS PROJECT* levam os gestores a avaliarem os recursos disponíveis, os orçamentos, desempenho das atividades por setor, etc.

A Figura 2 apresenta um exemplo genérico de um cronograma de um projeto planejado no *MS PROJECT*.

Figura 2 – Exemplo genérico no MS PROJECT.

		Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Pré
1		<input type="checkbox"/> Projeto - Montar um blog	75,5 dias	Seg 02/01/12	Seg 16/04/12	
2		<input type="checkbox"/> Concepção	29,5 dias	Seg 02/01/12	Sex 10/02/12	
3		Definir tema	10 dias	Seg 02/01/12	Sex 13/01/12	
4		Definir Nome do blog	2 dias	Seg 16/01/12	Ter 17/01/12	3
5		Definir diretrizes da "marca"	10 dias	Qua 18/01/12	Ter 31/01/12	4
6		Definir Nome do domínio	1 dia	Qua 01/02/12	Qua 01/02/12	5
7		Definir tópicos	1 dia	Qui 02/02/12	Qui 02/02/12	6
8		Definir periodicidade das postagens	0,5 dias	Sex 03/02/12	Sex 03/02/12	7
9		Estabelecer guias para os tópicos	5 dias	Sex 03/02/12	Sex 10/02/12	8
10		[1] Blog concebido	0 dias	Sex 10/02/12	Sex 10/02/12	9;3;4;
11		<input checked="" type="checkbox"/> Elaboração	18,5 dias	Qua 18/01/12	Seg 13/02/12	
19		<input checked="" type="checkbox"/> Construção	38,5 dias	Qua 25/01/12	Seg 19/03/12	
26		<input type="checkbox"/> Transição	51 dias	Sex 03/02/12	Seg 16/04/12	
27		<input type="checkbox"/> Colunistas	37 dias	Sex 03/02/12	Ter 27/03/12	
28		Convidar colunistas	10 dias	Sex 03/02/12	Sex 17/02/12	4;5;7;
29		Passar instruções sobre o tema	3 dias	Sex 17/02/12	Qua 22/02/12	28
30		Prover acesso aos participantes	1 dia	Seg 12/03/12	Ter 13/03/12	22;28
31		Solicitar currículo dos colunistas	10 dias	Ter 13/03/12	Ter 27/03/12	30
32		<input type="checkbox"/> Edição de artigos	5 dias	Seg 12/03/12	Seg 19/03/12	
33		Escrever artigo inicial	5 dias	Seg 12/03/12	Seg 19/03/12	3;22
34		<input type="checkbox"/> Divulgação	20 dias	Seg 19/03/12	Seg 16/04/12	
35		Enviar e-mails	5 dias	Seg 19/03/12	Seg 26/03/12	33
36		Divulgar no twitter	20 dias	Seg 19/03/12	Seg 16/04/12	33
37		Acrescentar palavras-chave	5 dias	Seg 19/03/12	Seg 26/03/12	33
38		[4] Projeto do Blog concluído	0 dias	Seg 16/04/12	Seg 16/04/12	28;29

Fonte: (RODRIGUES, 2018)

2.6 Ferramentas para gerenciamento de projetos

Nesta seção são apresentadas ferramentas que podem ser utilizadas em projetos. Para compor o conjunto de ferramentas que são utilizadas neste trabalho, tem-se que foi pensando

no custo benefício, assim, foram utilizadas ferramentas gratuitas, e que facilitasse o seu uso por múltiplos colaboradores. Portanto, as ferramentas de projeto que me se adequaram as necessidades de monitoramento foram as ferramentas disponibilizadas pela empresa *Google* e são gratuitas.

2.6.1 Planilhas Google

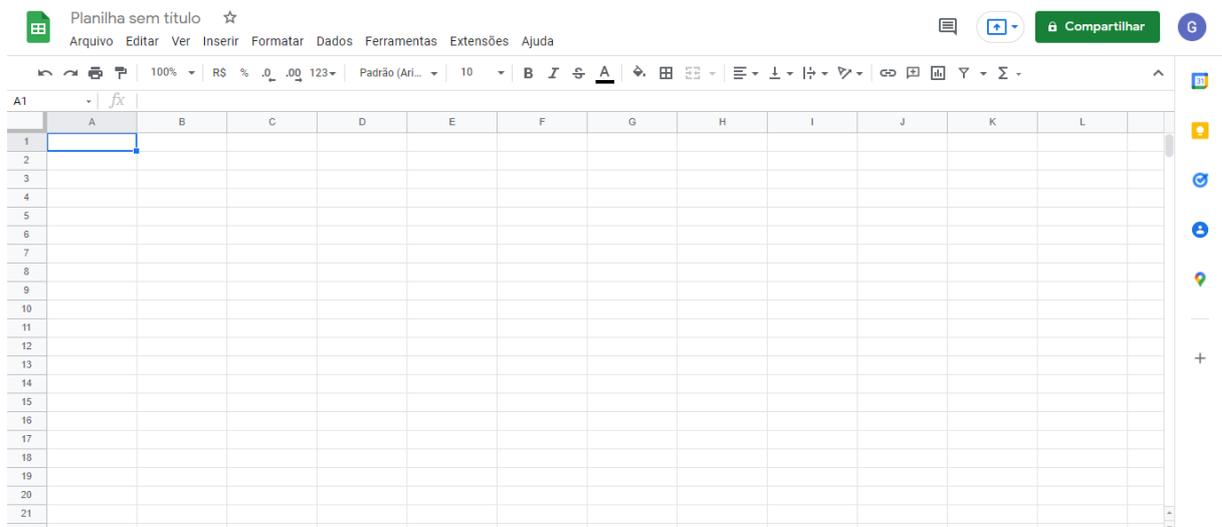
O Planilhas Google é um programa de planilhas incluído como parte do pacote gratuito de Editores do Google Docs baseado na web oferecido pelo Google (ENCYCLOPEDIA, 2020).

Segundo a (ENCYCLOPEDIA, 2020) o aplicativo permite que os usuários criem e editem arquivos online enquanto colaboram com outros usuários em tempo real.

As edições são rastreadas pelo usuário com um histórico de revisão que apresenta as alterações. A posição de um editor é destacada com uma cor e um cursor específicos do editor, e um sistema de permissões regula o que os usuários podem fazer. O Planilhas Google está disponível como um aplicativo da web compatível com os navegadores Google Chrome , Microsoft Edge , Mozilla Firefox , Internet Explorer e Apple Safari. Os usuários podem acessar todas as planilhas, entre outros arquivos, coletivamente por meio do site do Google Drive (WIKIPEDIA, 2022).

A Figura 3 mostra a página padrão do Planilhas Google. E também mostra todos os menus que podem ser acessados para a utilização dos recursos que a ferramenta apresenta.

Figura 3 – Planilhas Google.



Fonte: Wikipedia 2022

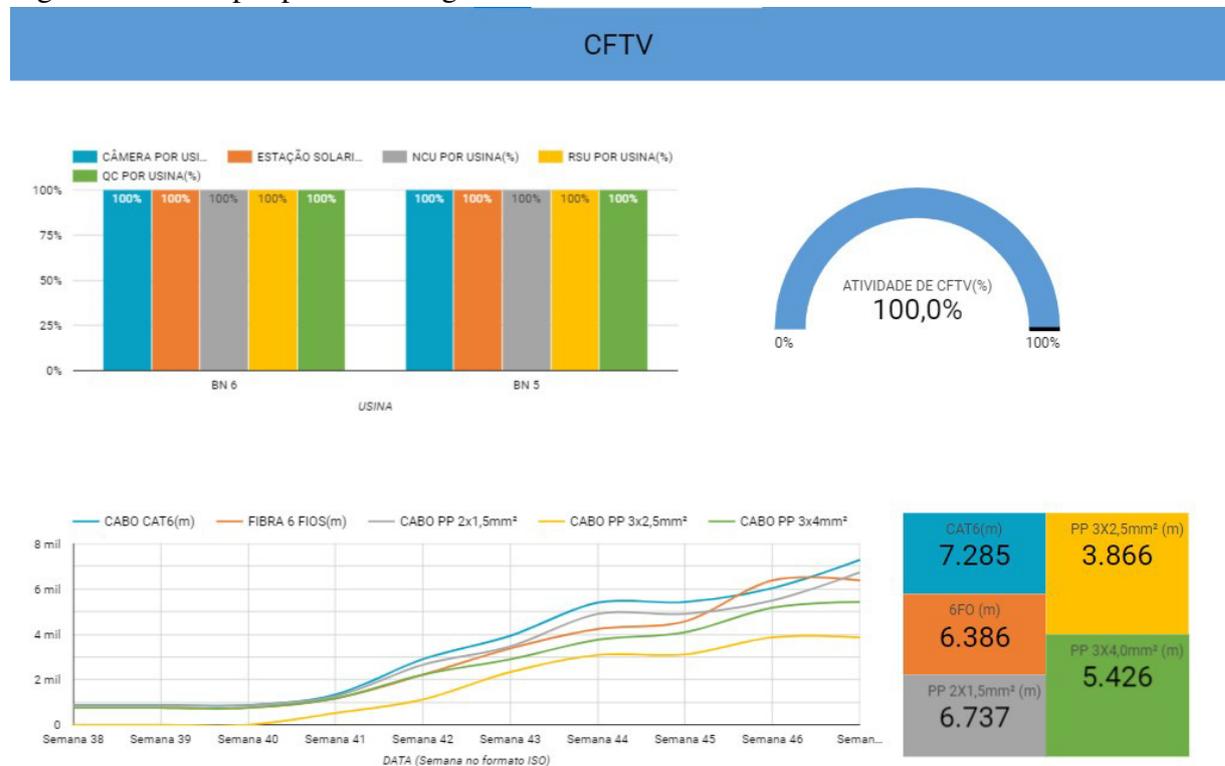
2.6.2 Data Studio Google

O Google Data Studio é uma ferramenta online para converter dados em relatórios informativos personalizáveis e painéis apresentados pelo Google (WIKIPÉDIA, 2020).

Com o Google Data Studio podemos acessar uma variedade enorme de dados, além de podermos criar relatórios gráficos de forma rápida e simples, e principalmente, podemos compartilhar esses relatórios em tempo real com qualquer pessoa que tenha acesso a internet.

A Figura 4 apresenta um exemplo de um relatório gráfico montado no Google Data Studio.

Figura 4 – Exemplo painel - Google Data Studio.



Fonte: Autor

2.7 Etapas genéricas da construção de uma Usina Fotovoltaica

Algumas das etapas que constam na construção de uma Usina Solar Fotovoltaica é a obra civil, a montagem mecânica, a montagem elétrica e o de comissionamento.

2.7.1 *Obra civil*

Nesta etapa tem-se a supressão vegetal e terraplanagem caso necessários. Além da construção do acessos de tráfego da usina, assim como a construção de valas para drenagem da água causa pela chuva e as travessias de cabos.

2.7.2 *Montagem Mecânica*

Basicamente, nesta etapa tem-se as fundações, ou seja, a cravação de estacas, consequente tem-se a montagem dos trackers ou mesas para que se possa fixar os módulos.

A Figura 5 mostra uma máquina bate estaca no meio do campo executando a cravação de estacas metálicas no solo.

Figura 5 – Cravadora de estacas..



Fonte: (AECWEB, 2022)

É muito importante escolher uma máquina cravadora de forma adequada uma vez que a etapa de cravação de estacas, as quais vão suportar todo o peso da estrutura, mesas ou trackers e os painéis solares, faz-se necessário entender o tipo de solo, visto que existem solos argilosos que apresentarão mais estabilidade as estacas, ao contrário de solos mais arenosos. Visto que, a cravação tem que ser uniforme em profundidade e distância ao longo do terreno.

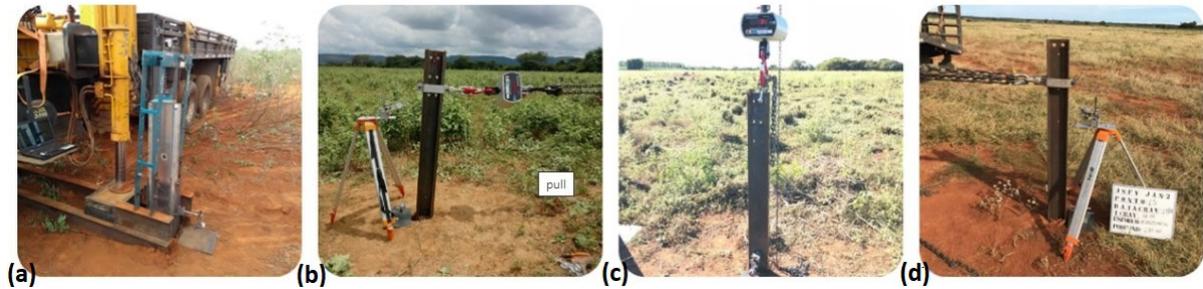
Ademais, é necessários ensaios de força sobre as estacas, ensaios que simulem forças axiais e horizontais sobre a mesma, Ensaio de Arrancamento (POT).

O ensaio de arrancamento ou PULL OUT TEST consiste na aplicação de esforços axiais e horizontais, com o solo em condição saturada, para uma melhor assertividade da avaliação geotécnica (RUTRAAEP, 2022).

A Figura 6 representa o ensaio de arrancamento de uma estaca metálica. A Figura 6a

representa o posicionamento do caminhão Munk alinhado com a estaca. A Figura 6b representa uma força sendo aplicada a estaca metálica. A Figura 6c representa o dinâmometro e a Figura 6d representa o aparelho que mede o deslocamento da estaca.

Figura 6 – Pull out test



Fonte: ENERSOLAR, 2022

A Figura 7 apresenta os módulos2 fixados no tracker.

Figura 7 – Montagem de módulos



Fonte: (ENERSOLAR, 2022)

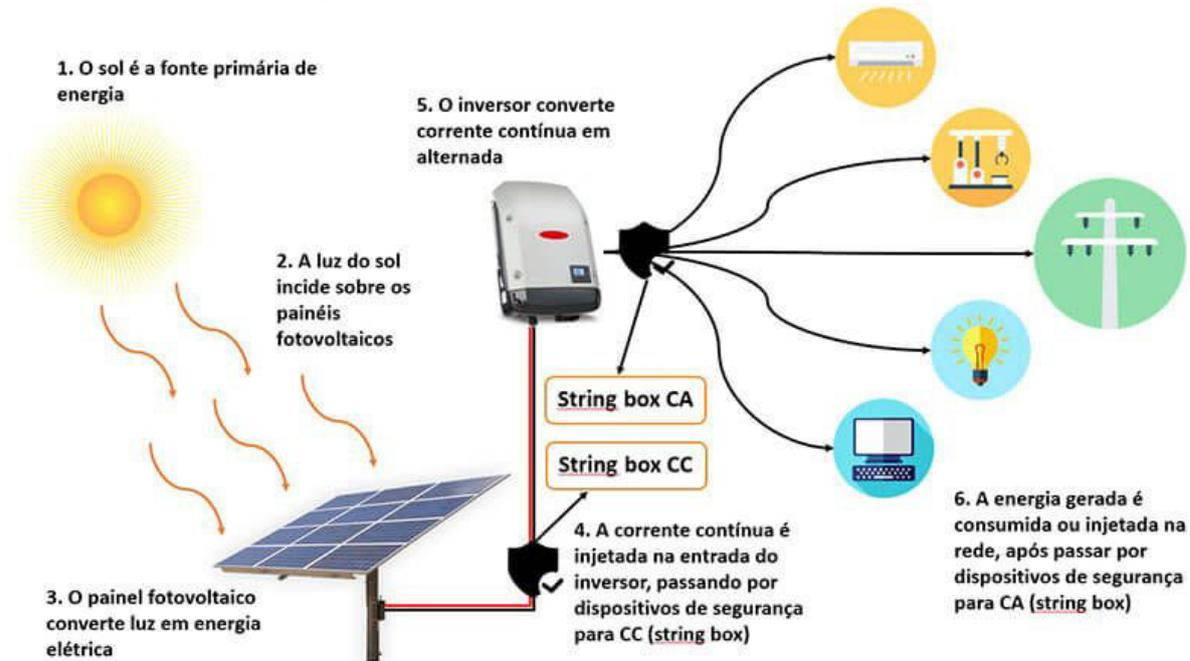
2.7.3 Montagem Elétrica

É a etapa de seriamento dos módulos. O lançamento de cabos solares, baixa tensão, média tensão e aterramento para a proteção.

Quando a conexão entre módulos é efetivada e tem-se o encaminhamento dos cabos de Baixa Tensão (BT) até as caixas de junção e inversores e nos *skids* ocorre a elevação de tensão

e a partir os eletrocentros os cabos de Média Tensão (MT) são encaminhados para a subestação que conecta a usina à rede elétrica de transmissão.

Figura 8 – Sistema completo



Fonte: (ENGEHALL, 2018)

A Figura 8 representa o sistema de geração de energia solar. Começando a partir da incidência do sol no painel solar. Em sequência, a placa converte energia luminosa em energia elétrica, a corrente contínua é transportada até o inversor, o qual converte corrente contínua em corrente alternada. Conseqüente, a energia é ejetada na rede ou consumida.

2.7.4 Comissionamento

O comissionamento é uma inspeção visual e com equipamentos mecânicos e/ou elétricos para que se possa atestar a integridade dos cabos, módulos, inversores, transformadores, etc, para posteriormente liberar a usina para o início de sua operação.

O comissionamento vai garantir a operação segura e eficiente do sistema. Ele vai validar o projeto e os equipamentos de acordo com as normas e leis, já que o comissionamento é um processo que visa verificar e validar o sistema, podendo identificar possíveis problemas que podem ocorrer e que podem comprometer a segurança e a geração de energia da usina.

Assim, o comissionamento certifica que a instalação da planta está completa e

obedece as exigência da contratante e segurança de conexão a rede.

2.8 Tecnologia Fotovoltaica

Neste tópico é apresentado os principais elementos da montagem eletromecânica que podem estar inseridos em um Parque Solar.

2.8.1 Célula Fotovoltaica

Uma célula fotovoltaica é um dispositivo responsável por converter a energia luminosa em energia elétrica (BLUESOL, 2021). Assim, dado um conjunto de células fotovoltaicas, tem-se a formação dos módulos fotovoltaicos ou placas solares. Logo, a radiação solar juntamente com a tecnologia certa, tem-se uma conversão da radiação solar em energia elétrica. Pois a radiação solar contém partículas de fótons, estas que são responsáveis por transportar energia.

O efeito fotoelétrico ocorre quando há emissões de elétron num determinado material. Geralmente, esse efeito é produzido em materiais metálicos os quais são expostos a uma radiação eletromagnética, como a luz (HERTZ, 1883).

Atualmente, existem no mercado diferentes tipos de células fotovoltaicas, isto porque cada fabricante de placas solares utilizam uma tecnologia diferente, e a de uso mais frequente por eles é a célula com silício cristalizado.

2.8.2 Módulo Fotovoltaico

Os módulos são caracterizados por curvas $I \times V$, ou seja, curvas de desempenho que dependendo dos valores de corrente (I) e tensão (V), o ponto de máxima potência, geralmente no joelho da curva, é identificado de acordo com algumas condições. Condições estas que podem ser identificadas pelo *STC* (*Standard Test Conditions*), um padrão para indicar o desempenho de módulos fotovoltaicos e especifica uma temperatura de célula de 25°C e uma irradiância de 1000 W/m^2 com um espectro de massa de ar 1,5 (AM1,5).

Um módulo fotovoltaico é composto por células fotovoltaicas conectadas em arranjos para produzir tensão e corrente suficientes para a utilização prática da energia, ao mesmo tempo em que promove a proteção das células. E o número de células conectadas em um módulo e seu arranjo, que pode ser série e/ou paralelo, depende da tensão de utilização e da corrente elétrica desejadas (PINHO; GALDINO, 2014).

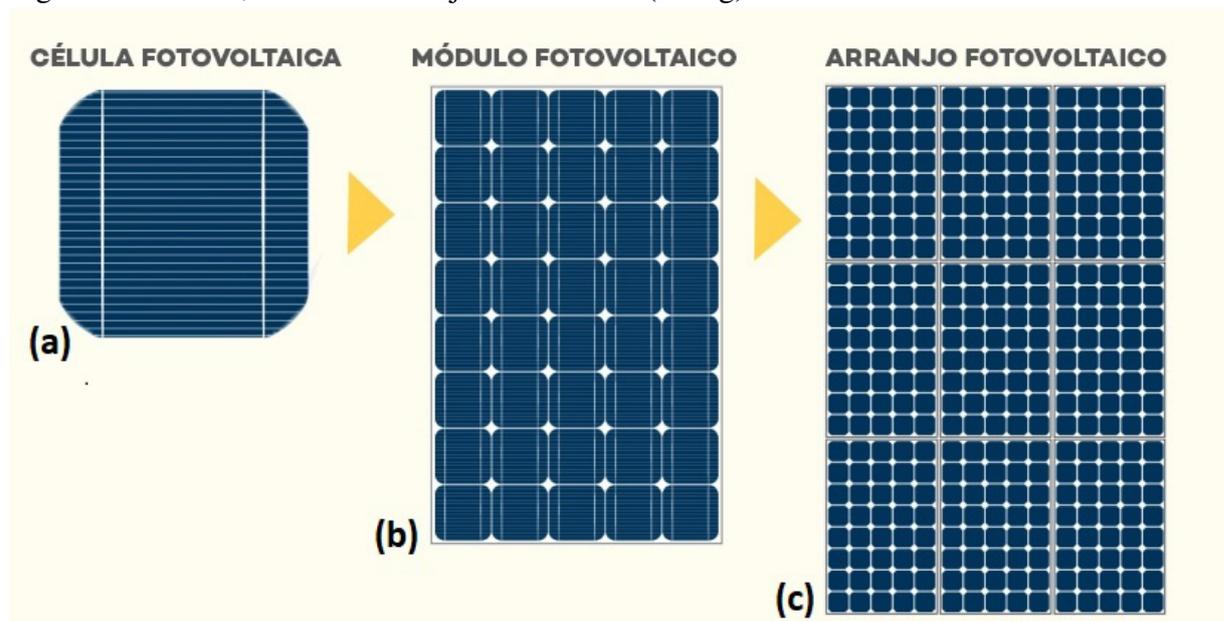
2.8.3 Série Fotovoltaica ou String

String são os módulos fotovoltaicos que são conectados em série, com o intuito de gerar a tensão de saída desejada de um arranjo fotovoltaico Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (ABNT, 2019).

O cálculo do número de módulos conectados em série é determinado pela faixa de operação de tensão no inversor. Assim, é indicado que seja conferido no catálogo do fabricante do inversor, para que se possa indicar a quantidade de módulos numa série fotovoltaica, assim evitando que ocorra a queima do circuito caso a soma das tensões das placas solares não ultrapassem as especificações mostradas pelos fabricantes.

A Figura 9a representa uma célula fotovoltaica, a Figura 9b representa um conjunto células fotovoltaicas (Módulo Fotovoltaico) e a Figura 9c representa um conjunto de módulos associados em série ou paralelo.

Figura 9 – Célula, módulo e arranjo fotovoltaico (String).



Fonte: (Neosolar, 2022)

2.8.4 Conectores

Os conectores são os elementos que permitem a ligação de módulos fotovoltaicos com outros, permitindo a formação das *Strings*. Apesar de parecer simples a sua função, este tem suma importância no bom funcionamento no sistema, pois caso haja brechas, pode-se

entrar poeira e umidade em seu interior, assim levando-o a degradação rápida, podendo ocasionar curtos-circuitos.

Os cabos terminais dos módulos fotovoltaicos devem ter isolamento adequado para a máxima tensão do sistema e ser capazes de suportar as intempéries. Módulos modernos, desenvolvidos para aplicações conectadas à rede, são fornecidos com cabos pré-instalados, com comprimento suficiente para a sua conexão série com outro módulo igual em um arranjo fotovoltaico. Esses conectores devem possuir grau de proteção IP 67 ou superior (PINHO;GALDINO, 2014).

A Figura 10 representa um conector do tipo MC4, o que é usado para seriar os módulos fotovoltaicos.

Figura 10 – Conector MC4.



Fonte: (Canal Solar, 2022)

A Figura 11 representa o cabo solar conectado em um conector MC4.

Figura 11 – Cabos solares com MC4



Fonte: GOOGLE, 2022, Online

2.8.5 *Estrutura (Mesa ou Tracker)*

As placas solares são colocadas em estruturas fixas, as chamadas mesas ou trackers que constituem o suporte dos mesmos. Essas estruturas são geralmente fixadas com base em suportes cravados no solo.

As mesas são as estruturas onde os painéis fotovoltaicos são fixados. Como as placas estão fixas, a perspectiva solar, ou seja, o ângulo entre a linha de visão do sol projetada e a placa solar indicará se a geração matinal é maior, menor ou igual a geração vespertina. Podendo-se ter apenas uma perspectiva solar, pois as mesas são fixas no solo.

Contudo, os chamados trackers acompanham essa perspectiva solar, pois esta modalidade de seguidor solar proporciona o deslocamento dos painéis durante todo o dia, assim, durante o período matutino e vespertino, os trackers se posicionaram da melhor forma possível para produzir o melhor ângulo entre a incidência de radiação solar e as placas.

A Figura 12 representa a estrutura que apoia as placas solares. E a Figura 13 também é uma estrutura que apoia as placas solares.

2.8.6 *Stringbox*

A stringbox é um componente muito utilizado nos sistemas fotovoltaicos. Ela tem funções de proteção e de seccionamento, além da sua função principal que é unir as strings em um arranjo único, que depois será conectado à entrada de corrente contínua do inversor (SOLAR, 2021).

A Figura 14 representa o circuito genérico que pode haver em uma stringbox. E a Figura 15 é a imagem de uma *stringbox*.

2.8.7 *Inversor*

O inversor é um dispositivo eletrônico que fornece energia elétrica em corrente alternada (c.a) a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua (c.c). A energia c.c. pode ser proveniente, por exemplo, de baterias, células a combustível ou módulos fotovoltaicos. A tensão c.a. de saída deve ter amplitude, frequência e conteúdo harmônico adequados às cargas a serem alimentadas (PINHO, GALDINO, 2014).

A Figura 16 representa um esquema genérico de produção de energia elétrica.

Figura 12 – Mesa solar.



Fonte: (Alpha soluções engenharia, 2022)

Figura 13 – Tracker solar.

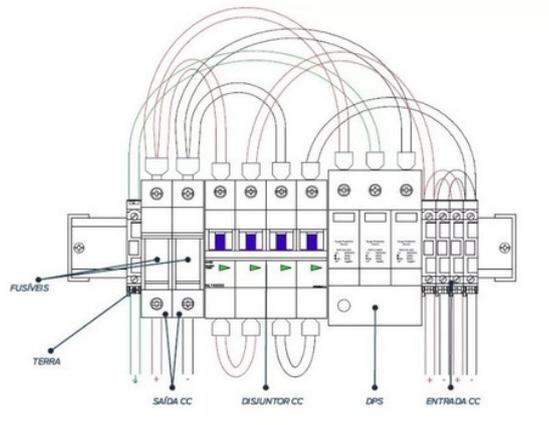


Fonte: (Soltec, 2022)

2.8.8 *Eletrocentro ou Skid*

Consiste numa estrutura metálica onde são instalados os equipamentos que compõem os sistemas de controle, distribuição, supervisão, automação, transformação, comunicação

Figura 14 – Circuito genérico de uma stringbox.



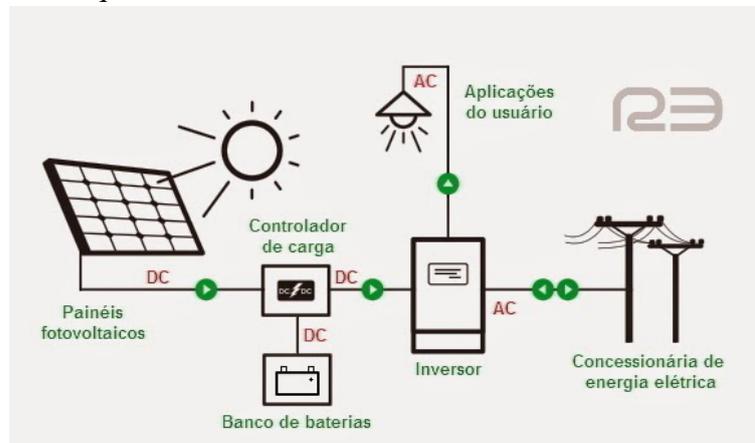
Fonte: (Mercado Livre, 2022)

Figura 15 – Stringbox genérica.



Fonte: (Mercado Livre, 2022)

Figura 16 – Esquema de etapas de produção de energia. Tem-se que um dos componentes é o inversor, o qual tranforma corrente contínua em corrente alternada.



Fonte: Google 2022

e instrumentação, sendo que além destes equipamentos também são instalados os sistemas auxiliares, como ar condicionado, controle de acesso, CFTV, sistema de detecção, alarme e combate a incêndio. São entregues montados, interligados e testados em fábrica, eliminando a necessidade de construções em alvenaria e contratação de vários fornecedores (WEG, 2021).

A Figura 17 representa um exemplo de eletrocentro.

Figura 17 – Eletrocentro ou skid.



Fonte: Google 2022

2.9 Considerações Finais

Entender o ciclo da obra e como atuar nos quatro estágios apresentados na Figura 1 é essencial para saber como gerenciar cada esforço para concluir a etapa.

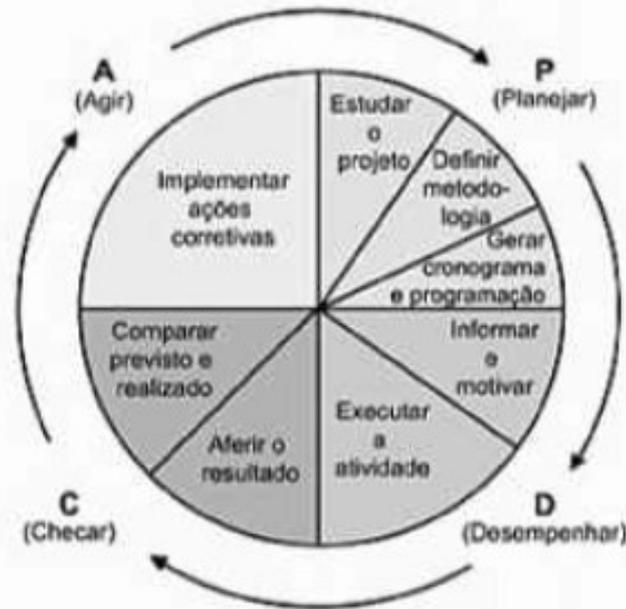
Como o intuito aqui é fazer um gerenciamento parcial, ou seja, gerenciar as atividades do setor de produção eletromecânica das Usinas Fotovoltaicas, faz-se necessário saber qual a etapa mais crítica para esse setor, e como mencionado anteriormente, o foco para este setor é a execução, monitoração e controle das atividades. Paralelamente o setor de planejamento da obra acompanha a medição destas atividades executadas pelo setor de produção eletromecânica.

Como cada vez mais é necessário desenvolver e aprimorar técnicas de gestão, alguns princípios fundamentais podem nortear o gerenciamento de uma obra. Um desses princípios é o da melhoria contínua, ou seja, é quando o processo deve ter um controle permanente que permita a aferição do desempenho dos meios empregados e promova uma alteração de procedimentos de tal modo que seja fácil alcançar as metas (MATTOS, 2022).

Um dos princípios da melhoria contínua é o ciclo Planejar, Desempenhar, Checar e Agir (PDCA).

A Figura 18 representa o ciclo PDCA. P = Plan, de planejar; D = Do, de desempenhar; C = Check, de checar; A = Act, de agir. Segundo (MATTOS, 2022).

Figura 18 – Ciclo PDCA - Planejar, Desempenhar, Checar e Agir.



Fonte: (MATTOS, 2022)

Analisando cada quadrante da Figura 18 tem-se:

1. Planejar

- Nessa etapa, entra em cena a equipe de planejamento da obra, a qual busca antever a ordem lógica construtiva para gera informações de prazos e metas físicas (MATTOS, 2022).

2. Desempenhar

- Esta etapa representa a materialização do planejamento no campo (MATTOS, 2022).

3. Checar

- A terceira etapa do ciclo PDCA representa a aferição do que foi realmente realizado. Ou seja, comparar o previsto com o realizado e apontar as diferenças (MATTOS, 2022).

4. Agir

- Aqui acontece as sugestões dos envolvidos no projeto, o que contribui para identificar oportunidades de melhorias, aperfeiçoamento do método, detecção de erros, mudança de estratégias, avaliação de tratativas que corrijam o processo (MATTOS, 2022). Dito isto, é necessário olhar para o ciclo PDCA como uma forma de agregar valor ao

trabalho aqui apresentado, uma vez que tal pensamento ou método é capaz de propor melhorias contínuas.

3 METODOLOGIA

Nesta seção é mostrado o estudo de caso, as Usinas Bon Nome 5 e 6. Assim, como é apresentado o modelo antigo de armazenamentos dos dados de produção eletromecânica pré uso da ferramenta dashboard. Também é abordado um breve tutorial sobre o Google Data Studio em conjunto com o uso das Planilhas Google. E com o uso de tais ferramentas faz-se um melhor processamento de informações dos dados colhidos de campo. Assim, podendo-se utilizar o ciclo PDCA para executar uma melhoria contínua no processo de montagem da usina fotovoltaica. E por meio de formulários implantados no dia a dia da produção eletromecânica é foi possível adquirir os dados necessários para checar o que se foi planejado está correspondendo ao que foi executado. E por meio do relatório gráfico produzido pelo Google Data Studio é sabido as atividades ou tarefas que necessitam aplicar medidas corretivas.

3.1 Estudo de Caso

O estudo de caso é o empreendimento das Usinas Bon Nome 5 e 6, localizada no município de São José do Belmonte, Pernambuco, com potência nominal de 100 MWn e de 131 MWp.

Um empreendimento executado pelo Consórcio BM FAN AMP, possuindo uma área total de 262 hectares e expectativa de geração de 283 GWh/ano.

A configuração eletromecânica da UFV Bon Nome 5 e 6 é definida a partir da configuração das strings através da transformação Corrente Contínua (CC)/Corrente Alternada (CA) e BT/MT no eletrocentro ou skid, e por último na subestação coletora.

As UFVs Bon Nome 5 e 6 possuem 246.616 módulos fotovoltaicos, sendo 48.343 módulos de 530W e 198.273 módulos de 535W, estes módulos são distribuídos da seguinte forma:

- Strings com 29 módulos em série;
- Cada tracker possui 4 strings;

Assim, é apresentada a configuração da UFVs Bon Nome 5 e 6:

- 246.616 módulos;
- 8.504 *strings*;
- 462 *stringboxes*;
- 2.126 trackers;

- 18 eletrocentros ou *skids*, sendo 12 com 4 inversores e potência total de 6,76 MW e outros 6 *skids* com 3 inversores e potência total de 5,07 MW;
- 66 inversores e cada um com 7 *stringboxes* conectadas;
- Total de 462 *stringboxes*, sendo 264 com 20 *strings*, 56 com 17 *strings* e 142 com 16 *strings*;
- Para cada um dos 2 parques existem 3 circuitos de média tensão, limitados a 20,28 MW de potência nominal, que levam a energia dos 9 eletrocentros/*skids* para a subestação de Brígida.

O processo de desenvolvimento deste trabalho é com base na montagem eletromecânica das Usinas Bon Nome 5 e 6, pois a partir da construção eletromecânica, ou seja, a partir da cravação de estacas, montagem de trackers, montagem de módulos, lançamento de cabos, lançamento de infraestrutura de comunicação, etc, tem-se que o foi desenvolvido um *Dashboard* para acompanhar toda a produção destas atividades.

Para o levantamento dos dados quantitativos de produção eletromecânica foram desenvolvidos formulários para preenchimento das atividades realizadas diariamente na usina Bon Nome 5 e 6. Esses dados foram inseridos em planilhas, previamente formatadas para recebê-los, ou seja, os dados eram transferidos diretamente para seus respectivos campos no Planilhas *Google* dentro do *Google Drive* do empreendimento. Sequencialmente, esses dados são manipulados no *Google Data Studio* e mostrados na forma de relatórios, os quais tem utilidade para o próprio setor de engenharia, o qual visa acompanhar como está ocorrendo a execução da usina, assim como para o setor de planejamento, o qual acompanha se as metas estão sendo batidas e que utiliza diretamente para compilar relatórios para mostrar ao cliente do empreendimento.

3.2 Metodologia pré uso do Dashboard

Antes do desenvolvimento do *dashboard* e o uso do Planilhas *Google*, o engenheiro eletricista Karlos Daniel Menezes e Silva desenvolveu o controle de produção eletromecânica das usinas Bon Nome 5 e 6 nas planilhas do *software* Excel.

Tal planilha desenvolvida consta o monitoramento das seguintes atividades:

- Locação de estacas;
- Cravação de estacas;
- Perfuração do solo;

- Concretagem de estacas;
- Lançamento de cabos de baixa tensão;
- Lançamento de cabos de média tensão;
- Lançamento de cabos solares;

A Figura 19 representa a tabela preenchida com os dados das locações de estacas das Usinas Bon Nome 5 e 6. A tabela apresenta o percentual realizado da atividade e também os dados diários da produção de locação de estacas.

Figura 19 – Planilha antiga sobre locação de estacas das Usinas Bon Nome 5 e 6.

A	B	C	D	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
				16/08/2021	17/08/2021	18/08/2021	19/08/2021	20/08/2021	21/08/2021
				seg	ter	qua	qui	sex	sáb
ANÁLISE POR ESTACA									
LOCAÇÃO - POR TIPO DE ESTACA									
	PREVISTO	REALIZADO	REALIZADO %						
SUBTOTAL	40394	38635	95,65%	864	432	391	331	603	309
ESTACAS	40394	38635	95,65%	864	432	391	331	603	309

Fonte: Silva, K. D. M, 2020

A figura 20 representa como era o armazenamento da produção de cravação direta de estacas nas Usinas Bon Nome 5 e 6. A planilha também mostra o status em porcentagem da realização de cravação de cada subcampo das usinas, além de mostrar a produção diária.

Figura 20 – Planilha antiga sobre cravação de estacas das Usinas Bon Nome 5 e 6.

				16/08/2021	17/08/2021	18/08/2021	19/08/2021	20/08/2021	21/08/2021
				seg	ter	qua	qui	sex	sáb
CRAVAÇÃO DIRETA - POR SUBCAMPO									
	PREVISTO	REALIZADO	REALIZADO %						
SUBTOTAL	40394	31098	76,99%	429	400	492	268	475	417
5.1	2451	2398	97,84%						
5.2	2451	2326	94,90%						
5.3	2451	2364	96,45%						
5.4	2451	2215	90,37%				54		
5.5	2451	2046	83,48%						
5.6	2451	2154	87,88%						
5.7	1843	602	32,66%						
5.8	1824	968	53,07%	95					
5.9	1824	198	10,86%		61	96			10
6.1	2451	1672	68,22%						
6.2	2451	2185	89,15%						
6.3	2451	2012	82,09%						
6.4	2451	2413	98,45%						
6.5	2451	2429	99,10%	26					
6.6	2451	2306	94,08%	308	339	396	174	169	
6.7	1843	1669	90,56%				40	306	407
6.8	1824	0	0,00%						
6.9	1824	1141	62,55%						

Fonte: (Silva, K. D. M, 2020)

A figura 21 apresenta a produção diária do lançamento dos cabos de baixa tensão das Usinas Bon Nome 5 e 6. Planilha que também mostra a porcentagem realizada da atividade por subcampo.

A Figura 22 apresenta o resumo diário e semanal das atividades que estavam ocor-

Figura 21 – Planilha antiga sobre o lançamento de cabos de baixa tensão das Usinas Bon Nome 5 e 6.

A	B	C	D	AO	AP	AQ	AR	AS	
				26/07/2021	27/07/2021	28/07/2021	29/07/2021	30/07/2021	3
				seg	ter	qua	qui	sex	
LANÇAMENTO DO CABO BT - SKID 5.1									
	PREVISTO	REALIZADO	REALIZADO %						
SUBTOTAL	11392	11880	104,28%	3724	3792	806	0	122	
CABO BT (m)									
240mm ²	4798	5206	108,50%	1998	596	322			
300mm ²	595	840	141,20%	0	234	484		122	
400mm ²	5999	5834	97,25%	1726	2962	0			
LANÇAMENTO DO CABO BT - SKID 5.2									
	PREVISTO	REALIZADO	REALIZADO %						
SUBTOTAL	11429	11564	101,18%	0	2830	7474	1040	0	
CABO BT (m)									
240mm ²	4240	4278	100,90%		2344	1934			
300mm ²	377	474	125,85%				254		
400mm ²	6812	6812	100,00%		486	5540	786		

Fonte: (Silva, K. D. M, 2020)

rendo, em certo período, nas Usinas Bon Nome 5 e 6. Nesse resumo constam as atividades de:

- Locação de estacas;
- Cravação de estacas;
- Perfuração do solo;
- Concretagem de estacas;
- Lançamento de cabos de baixa tensão;
- Lançamento de cabos de média tensão;
- Lançamento de cabos solares;

Figura 22 – Planilha antiga sobre resumo das atividades das Usinas Bon Nome 5 e 6.

A	B	C	D	EJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP
				16/08/2021	17/08/2021	18/08/2021	19/08/2021	20/08/2021	21/08/2021	22/08/2021
				seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom
QUADRO RESUMO DIÁRIO										
	PREVISTO	REALIZADO	REALIZADO %							
LOCAÇÃO	40394	38635	95,65%	864	432	391	331	603	309	0
CRAVAÇÃO	40394	31098	76,99%	429	400	492	268	475	417	0
PEDRA	0	2654	#DIV/0!	15	60	68	31	2	7	0
PERFURAÇÃO	0	6288	#DIV/0!	170	126	275	162	129	61	0
CONCRETAGEM	0	3860	#DIV/0!	86	118	135	143	77	88	0
LANÇAMENTO BT	224530	168569	75,08%	7066	6254	6870	6688	5728	708	0
LANÇAMENTO MT	70893	5136	7,24%	332	664	0	0	0	0	0
LANÇAMENTO SOLAR	928000	74431	8,02%	0	0	0	0	0	5884	0
QUADRO DE RESULTADO SEMANAL										
LOCAÇÃO				-	-	-	-	-	-	2930
CRAVAÇÃO				-	-	-	-	-	-	2481
PEDRA				-	-	-	-	-	-	183
PERFURAÇÃO				-	-	-	-	-	-	923
CONCRETAGEM				-	-	-	-	-	-	647
LANÇAMENTO BT				-	-	-	-	-	-	33314
LANÇAMENTO MT				-	-	-	-	-	-	996
LANÇAMENTO SOLAR				-	-	-	-	-	-	5884

Fonte: (Silva, K. D. M, 2020)

Diante do cenário antigo, foi analisado que seria possível melhorar a visualização dos dados e também como coletá-los de forma mais simples e precisa.

As planilhas elaboradas pelo engenheiro eletricista Daniel Menezes serviram de base para a nova modelagem de planilhas, ou seja, no Planilhas Google a formatação é mais interessante na vertical (Formatação longa), como mencionado no tutorial *Google* no anexo A, enquanto a formatação no pré uso do dashboard é na horizontal (Formatação curta).

Diante da inviabilidade do uso da planilha do excel para o Google Data Studio, foi necessário fazer essa adaptação para o preenchimento dos dados no Planilhas Google.

Com o uso do método PDCA é possível melhorar a planilha do excel utilizando outra ferramenta muito similar, o Planilhas Google, contudo agregando o valor de outras ferramentas como o uso do Google Data Studio.

Diante disso, a próxima seção demonstra um pouco do poder de tal ferramenta.

3.3 Tutorial Google Data Studio

O tutorial que aqui será apresentado é um passo a passo disponibilizado pelo suporte da Google (GOOGLE, 2021a).

No anexo A item A.1 será apresentado os seguintes tópicos:

1. Preparar seus dados;
2. Conectar-se ao Planilhas Google;
3. Configurar a fonte de dados;
4. Atribuir um nome à fonte de dados;
5. Compartilhar a fonte de dados;
6. Usar a fonte de dados em relatório;

No anexo A item A.2 será apresentado os seguintes tópicos:

1. Criar um novo relatório em branco;
2. Adicionar uma fonte de dados ao relatório;
3. Adicionar uma tabela utilizando a barra de ferramentas;
4. Adicionar um gráfico de série temporal utilizando o menu;
5. Personalizar o estilo do relatório;
6. Adicionar um banner;
7. Adicionar um título ao relatório;
8. Adicionar gráficos ao relatório;

3.4 Formulários

Formulário é um papel padronizado em que se inscrevem os dados nos locais a isso destinados (DICIO, 2021).

O principal objetivo dos formulários implantados, mesmo que ainda em processo de construção, é recolher os dados que interessam para o setor de engenharia e também o setor de planejamento. Para que tais setores possam fazer as tratativas necessárias sobre as atividades do dia a dia na Usina Fotovoltaica.

Foram criados formulários para:

- Estacas:
 - Concretagem de estacas;
- Trackers:
 - Montagem de trackers;
 - Aperto de trackers;
 - Conferência de trackers;
- Lançamento de cabos:
 - Cabos de Baixa Tensão;
 - Cabos de Média Tensão;
 - Cabos solares;
 - Cabos de comunicação e cabos pp

Neste trabalho serão apresentados apenas os formulários de concretagem de estacas, lançamento dos cabos de média tensão e cabos solares, lançamento dos cabos de CFTV/comunicação.

3.4.1 *Formulário: Cravação de estacas*

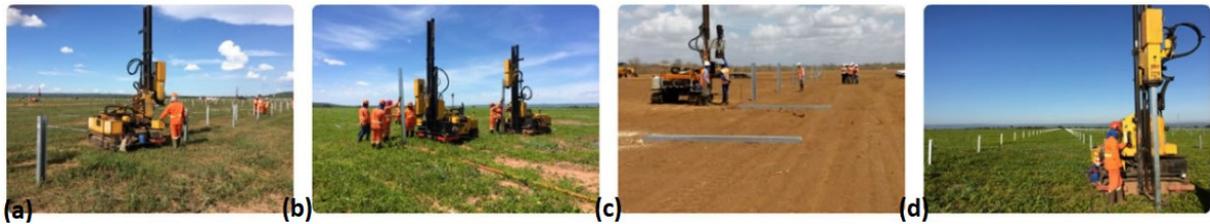
A cravação de estacas numa obra é um momento muito importante, pois são elas que sustentam o peso de toda a estrutura restante: o peso da mesa ou tracker, e o do peso dos módulos. Assim, são estacas que dão segurança a estrutura, ou seja, a fundação.

A Figura 23a,b,c e d representa a máquina bate estaca cravando estacas metálicas no solo.

Existem alguns tipos de fundações muito praticadas no mercado, as principais são:

- Cravação direta;

Figura 23 – Cravação de estacas em uma UFV.



Fonte: (ENERSOLAR, 2021)

- Pré-escavação mais cravação;
- Mini-tubulão;

A cravação direta de estacas é um tipo de fundação em que a haste metálica entra diretamente no solo, ou seja, sua cravação ocorre sem interferências do solo.

A pré-cravação mais cravação é quando a cravação direta não é possível, ou seja, o solo é muito duro ou possui muitas pedras que impactam na cravação de estacas. Assim, a solução consiste em perfurar o solo em uma profundidade projetada, preencher o solo com material adequado e realizar a cravação direta (BRASIL, 2022).

O mini-tubulão consiste em perfurar ou escavar o solo, inserir a haste metálica e preencher com concreto (BRASIL, 2022).

A cravação de estacas das Usinas Bon Nome 5 e 6 consistiam em cravação direta e perfuração do solo para poder concretar a estaca.

O formulário de concretagem de estacas apresentado na figura 24, foi elaborado contendo as seguintes informações:

- Responsável pela frente de serviço (Atividade);
- Datas de planejamento de cravação de estacas por setor da usina;
- A quantidade de pessoas na atividade no dia de realização da mesma;
- As áreas de cravação ou concretagem, ou seja, o subcampo;
- A quantidade de estacas e o tipo da estaca;
- E, por fim, a quantidade de concreto utilizada na atividade;

Logo, através dos formulários da Figura 24 é possível saber a quantidade total de estacas que foram concretadas e em qual área foram concretadas. Por isso, a necessidade do Planilhas *Google* para receber os dados e a necessidade do *Google Data Studio* para tratar e mostrar de forma mais prática essas informações coletas pelos formulários.

Figura 24 – Cravação de estacas - concretagem de estacas.

FORMULÁRIO DE PRODUÇÃO ELETROMECÂNICA
Microplote

Responsável: _____ Semana Nº: _____

Data:	Início	Fim
Planejamento	31/05/21	28/10/21

STATUS ATIVIDADE: Finalizado
 Em andamento
 Atividade no prazo
 Atividade atrasada

Nome da Tarefa	Duração	Concluída % <small>Realizada</small>	Início	Término
Cravação / Microplote	105 dias	92%	31/05/21	28/10/21
Cravação / Microplote Area A	44 dias	100%	31/05/21	04/08/21
Cravação / Microplote Area B	56 dias	100%	15/06/21	02/09/21
Cravação / Microplote Area C	48 dias	88%	21/07/21	27/09/21
Cravação / Microplote Area D	43 dias	100%	05/07/21	01/09/21
Cravação / Microplote Area E	57 dias	98%	17/07/21	06/10/21
Cravação / Microplote Area F	49 dias	63%	19/08/21	28/10/21

Data:	Qtđ. Pessoas:
Subcampo	Total de estacas

Subcampo				Total
Tipo de estaca				
Interno				
SOP002B				
SOP001B				
SAC401B				
Externo				
SOP002A				
SOP001A				
SAC401A				

Qtđ. Concreto: _____

Data:	Qtđ. Pessoas:
Subcampo	Total de estacas

Subcampo				Total
Tipo de estaca				
Interno				
SOP002B				
SOP001B				
SAC401B				
Externo				
SOP002A				
SOP001A				
SAC401A				

Qtđ. Concreto: _____

Data:	Qtđ. Pessoas:
Subcampo	Total de estacas

Subcampo				Total
Tipo de estaca				
Interno				
SOP002B				
SOP001B				
SAC401B				
Externo				
SOP002A				
SOP001A				
SAC401A				

Qtđ. Concreto: _____

Data:	Qtđ. Pessoas:
Subcampo	Total de estacas

Subcampo				Total
Tipo de estaca				
Interno				
SOP002B				
SOP001B				
SAC401B				
Externo				
SOP002A				
SOP001A				
SAC401A				

Qtđ. Concreto: _____

Data:	Qtđ. Pessoas:
Subcampo	Total de estacas

Subcampo				Total
Tipo de estaca				
Interno				
SOP002B				
SOP001B				
SAC401B				
Externo				
SOP002A				
SOP001A				
SAC401A				

Qtđ. Concreto: _____

Data:	Qtđ. Pessoas:
Subcampo	Total de estacas

Subcampo				Total
Tipo de estaca				
Interno				
SOP002B				
SOP001B				
SAC401B				
Externo				
SOP002A				
SOP001A				
SAC401A				

Qtđ. Concreto: _____

Fonte: Autor

3.4.2 Formulário: Lançamento de cabos solares

Os cabos solares são utilizados nas interligações de painéis solares e demais equipamentos dos sistemas fotovoltaicos. Geralmente, são acondicionados em bobinas de madeira (INDUSCABOS, 2022).

Como mencionado anteriormente, as Usinas de Bon Nome 5 e 6 possuem *strings* as quais são interligadas em série até chegarem na *stringbox*, ou seja, os cabos solares fazem parte CC do circuito elétrico do sistema fotovoltaico. Assim, eles levam energia até a *stringbox* e este por meio dos cabos de Baixa Tensão transporta a energia até o inversor, o qual transforma CC/CA para os cabos de Média Tensão. este último leva a energia até a subestação coletora.

O formulário de lançamento de cabos solares apresentado na figura 25, foi elaborado contendo as seguintes informações:

- Responsável pela frente de serviço (Atividade);
- Datas de início e fim da atividade;
- A quantidade de pessoas na atividade no dia de realização da mesma;

- As áreas de lançamento de cabos, escavação e reaterro de valas para os cabos solares;
- Por fim, as referências de projetos, para que o encarregado da atividade possa consultar todos os projetos necessários para executá-la;

Figura 25 – Formulário - Lançamento de cabos solares

FORMULÁRIO DE PRODUÇÃO ELETROMECÂNICA
Cabos Solares

Responsável: _____ Semana Nº: _____

Data:	Início	Fim	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	
Planejamento	12/08/2021	23/12/2021	DOCUMENTO A	
			DOCUMENTO B	
			DOCUMENTO C	
			DOCUMENTO D	
			DOCUMENTO E	
			DOCUMENTO F	

STATUS ATIVIDADE: finalizado
 em andamento
 atividade no prazo
 atividade atrasada

Atividade	Subcampo		
Lançamento			
Positivo (m)			
Negativo (m)			
Aterramento (m)			
Qtd. Stringbox			
Escavação			
Trecho (m)			
Reaterro			
Trecho (m)			

Atividade	Subcampo		
Lançamento			
Positivo (m)			
Negativo (m)			
Aterramento (m)			
Qtd. Stringbox			
Escavação			
Trecho (m)			
Reaterro			
Trecho (m)			

Atividade	Subcampo		
Lançamento			
Positivo (m)			
Negativo (m)			
Aterramento (m)			
Qtd. Stringbox			
Escavação			
Trecho (m)			
Reaterro			
Trecho (m)			

Atividade	Subcampo		
Lançamento			
Positivo (m)			
Negativo (m)			
Aterramento (m)			
Qtd. Stringbox			
Escavação			
Trecho (m)			
Reaterro			
Trecho (m)			

Atividade	Subcampo		
Lançamento			
Positivo (m)			
Negativo (m)			
Aterramento (m)			
Qtd. Stringbox			
Escavação			
Trecho (m)			
Reaterro			
Trecho (m)			

Atividade	Subcampo		
Lançamento			
Positivo (m)			
Negativo (m)			
Aterramento (m)			
Qtd. Stringbox			
Escavação			
Trecho (m)			
Reaterro			
Trecho (m)			

Qtd. Pessoas: _____ Data: _____

Fonte: Autor

O formulário da Figura 25 possui também anexos sobre cronograma de atividades, metas diárias de lançamento de cabos, dentre outras informações. Contudo, este anexo não é apresentado neste trabalho.

3.4.3 Formulário: CFTV e comunicação

O sistema de CFTV e comunicação, basicamente, é o sistema de monitoramento para segurança do parque solar e também é o sistema de monitoramento das condições de produção, das stringboxes, dos inversores, transformadores, ou seja, toda a comunicação entre elementos do parque e uma central de operação e manutenção da própria usina.

O formulário de CFTV e comunicação apresentado na figura 26, foi elaborado

contendo as seguintes informações:

- Responsável pela frente de serviço (Atividade);
- A quantidade de pessoas na atividade no dia de realização da mesma;
- As áreas de lançamento de cabos, escavação e reaterro de valas para os cabos solares;
- Campo para preenchimento do tipo de cabo a ser lançado: cabos pp, cabos de fibra ótica, cabos UTP.

No anexo (Não consta neste trabalho) do formulário da Figura 26 consta as referências de projetos para que o encarregado da atividade possa consultar todos os projetos necessários para execução da mesma.

Figura 26 – Formulário - CFTV e comunicação

FORMULÁRIO DE PRODUÇÃO ELETROMECÂNICA
CFTV e COMUNICAÇÃO

Responsável: _____ Semana Nº: _____

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">QC:</th> <th colspan="3">DE-PARA</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>TIPO CABO</th> <th>METRAGEM (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>RSU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>RSU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>NCU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Escavação</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Reaterro</td> </tr> <tr> <td>Trecho (m)</td> <td></td> <td>Trecho (m)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Qtđ. Pessoas: _____</td> <td colspan="2">Data: _____</td> </tr> </tbody> </table>	QC:	DE-PARA			Nº	TIPO CABO	METRAGEM (m)	RSU				RSU				CAM				NCU				Escavação		Reaterro		Trecho (m)		Trecho (m)		Qtđ. Pessoas: _____		Data: _____		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">QC:</th> <th colspan="3">DE-PARA</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>TIPO CABO</th> <th>METRAGEM (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>RSU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>RSU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>NCU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Escavação</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Reaterro</td> </tr> <tr> <td>Trecho (m)</td> <td></td> <td>Trecho (m)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Qtđ. Pessoas: _____</td> <td colspan="2">Data: _____</td> </tr> </tbody> </table>	QC:	DE-PARA			Nº	TIPO CABO	METRAGEM (m)	RSU				RSU				CAM				NCU				Escavação		Reaterro		Trecho (m)		Trecho (m)		Qtđ. Pessoas: _____		Data: _____		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">QC:</th> <th colspan="3">DE-PARA</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>TIPO CABO</th> <th>METRAGEM (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>RSU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>RSU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>NCU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Escavação</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Reaterro</td> </tr> <tr> <td>Trecho (m)</td> <td></td> <td>Trecho (m)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Qtđ. Pessoas: _____</td> <td colspan="2">Data: _____</td> </tr> </tbody> </table>	QC:	DE-PARA			Nº	TIPO CABO	METRAGEM (m)	RSU				RSU				CAM				NCU				Escavação		Reaterro		Trecho (m)		Trecho (m)		Qtđ. Pessoas: _____		Data: _____																																					
QC:		DE-PARA																																																																																																																																													
	Nº	TIPO CABO	METRAGEM (m)																																																																																																																																												
RSU																																																																																																																																															
RSU																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
NCU																																																																																																																																															
Escavação		Reaterro																																																																																																																																													
Trecho (m)		Trecho (m)																																																																																																																																													
Qtđ. Pessoas: _____		Data: _____																																																																																																																																													
QC:	DE-PARA																																																																																																																																														
	Nº	TIPO CABO	METRAGEM (m)																																																																																																																																												
RSU																																																																																																																																															
RSU																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
NCU																																																																																																																																															
Escavação		Reaterro																																																																																																																																													
Trecho (m)		Trecho (m)																																																																																																																																													
Qtđ. Pessoas: _____		Data: _____																																																																																																																																													
QC:	DE-PARA																																																																																																																																														
	Nº	TIPO CABO	METRAGEM (m)																																																																																																																																												
RSU																																																																																																																																															
RSU																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
NCU																																																																																																																																															
Escavação		Reaterro																																																																																																																																													
Trecho (m)		Trecho (m)																																																																																																																																													
Qtđ. Pessoas: _____		Data: _____																																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">QC:</th> <th colspan="3">DE-PARA</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>TIPO CABO</th> <th>METRAGEM (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>RSU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>RSU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>NCU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Escavação</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Reaterro</td> </tr> <tr> <td>Trecho (m)</td> <td></td> <td>Trecho (m)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Qtđ. Pessoas: _____</td> <td colspan="2">Data: _____</td> </tr> </tbody> </table>	QC:	DE-PARA			Nº	TIPO CABO	METRAGEM (m)	RSU				RSU				CAM				NCU				Escavação		Reaterro		Trecho (m)		Trecho (m)		Qtđ. Pessoas: _____		Data: _____		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">QC:</th> <th colspan="3">DE-PARA</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>TIPO CABO</th> <th>METRAGEM (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>RSU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>RSU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>NCU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Escavação</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Reaterro</td> </tr> <tr> <td>Trecho (m)</td> <td></td> <td>Trecho (m)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Qtđ. Pessoas: _____</td> <td colspan="2">Data: _____</td> </tr> </tbody> </table>	QC:	DE-PARA			Nº	TIPO CABO	METRAGEM (m)	RSU				RSU				CAM				NCU				Escavação		Reaterro		Trecho (m)		Trecho (m)		Qtđ. Pessoas: _____		Data: _____		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">QC:</th> <th colspan="3">DE-PARA</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>TIPO CABO</th> <th>METRAGEM (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>RSU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>RSU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>NCU</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Escavação</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Reaterro</td> </tr> <tr> <td>Trecho (m)</td> <td></td> <td>Trecho (m)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Qtđ. Pessoas: _____</td> <td colspan="2">Data: _____</td> </tr> </tbody> </table>	QC:	DE-PARA			Nº	TIPO CABO	METRAGEM (m)	RSU				RSU				CAM				NCU				Escavação		Reaterro		Trecho (m)		Trecho (m)		Qtđ. Pessoas: _____		Data: _____																																					
QC:		DE-PARA																																																																																																																																													
	Nº	TIPO CABO	METRAGEM (m)																																																																																																																																												
RSU																																																																																																																																															
RSU																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
NCU																																																																																																																																															
Escavação		Reaterro																																																																																																																																													
Trecho (m)		Trecho (m)																																																																																																																																													
Qtđ. Pessoas: _____		Data: _____																																																																																																																																													
QC:	DE-PARA																																																																																																																																														
	Nº	TIPO CABO	METRAGEM (m)																																																																																																																																												
RSU																																																																																																																																															
RSU																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
NCU																																																																																																																																															
Escavação		Reaterro																																																																																																																																													
Trecho (m)		Trecho (m)																																																																																																																																													
Qtđ. Pessoas: _____		Data: _____																																																																																																																																													
QC:	DE-PARA																																																																																																																																														
	Nº	TIPO CABO	METRAGEM (m)																																																																																																																																												
RSU																																																																																																																																															
RSU																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
CAM																																																																																																																																															
NCU																																																																																																																																															
Escavação		Reaterro																																																																																																																																													
Trecho (m)		Trecho (m)																																																																																																																																													
Qtđ. Pessoas: _____		Data: _____																																																																																																																																													

Fonte: Autor

3.4.4 Formulário: Lançamento dos cabos de média tensão

Os cabos de média tensão constam a parte CA da usina fotovoltaica, logo depois do inversor transformar CC/CA.

Figura 27 – RMT

FORMULÁRIO DE PRODUÇÃO ELETROMECÂNICA
Instalação Cabos C.A - RMT

Responsável: _____			Semana Nº: _____		
Data:	Início	Fim	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		
Planejamento	01/01/2021	20/12/2021			

Atividade realizada	Trecho	QTD. Pessoas:	Data:
<input type="checkbox"/> Escavação			
<input type="checkbox"/> Lançamento de cabo			
<input type="checkbox"/> Lançamento de Aterramento			
<input type="checkbox"/> Lançamento de F.O			
<input type="checkbox"/> Reaterro			
<input type="checkbox"/> Tritofamento			
Obs.:			

STATUS ATIVIDADE: Finalizado
 Em andamento
 Atividade no prazo
 Atividade atrasada

Atividade realizada	Trecho	QTD. Pessoas:	Data:
<input type="checkbox"/> Escavação			
<input type="checkbox"/> Lançamento de cabo			
<input type="checkbox"/> Lançamento de Aterramento			
<input type="checkbox"/> Lançamento de F.O			
<input type="checkbox"/> Reaterro			
<input type="checkbox"/> Tritofamento			
Obs.:			

Atividade realizada	Trecho	QTD. Pessoas:	Data:
<input type="checkbox"/> Escavação			
<input type="checkbox"/> Lançamento de cabo			
<input type="checkbox"/> Lançamento de Aterramento			
<input type="checkbox"/> Lançamento de F.O			
<input type="checkbox"/> Reaterro			
<input type="checkbox"/> Tritofamento			
Obs.:			

Atividade realizada	Trecho	QTD. Pessoas:	Data:
<input type="checkbox"/> Escavação			
<input type="checkbox"/> Lançamento de cabo			
<input type="checkbox"/> Lançamento de Aterramento			
<input type="checkbox"/> Lançamento de F.O			
<input type="checkbox"/> Reaterro			
<input type="checkbox"/> Tritofamento			
Obs.:			

Atividade realizada	Trecho	QTD. Pessoas:	Data:
<input type="checkbox"/> Escavação			
<input type="checkbox"/> Lançamento de cabo			
<input type="checkbox"/> Lançamento de Aterramento			
<input type="checkbox"/> Lançamento de F.O			
<input type="checkbox"/> Reaterro			
<input type="checkbox"/> Tritofamento			
Obs.:			

Atividade realizada	Trecho	QTD. Pessoas:	Data:
<input type="checkbox"/> Escavação			
<input type="checkbox"/> Lançamento de cabo			
<input type="checkbox"/> Lançamento de Aterramento			
<input type="checkbox"/> Lançamento de F.O			
<input type="checkbox"/> Reaterro			
<input type="checkbox"/> Tritofamento			
Obs.:			

Fonte: Autor

Os cabos de média tensão saem dos cubículos dos transformadores localizados nos skids e são encaminhados até a subestação coletora: SE Brígida.

O formulário de Rede de Média Tensão apresentado na Figura 27 foi elaborado contendo as seguintes informações:

- Responsável pela frente de serviço (Atividade);
- A quantidade de pessoas na atividade no dia de realização da mesma;
- Os documentos de referência de projeto;
- Data de início e fim da atividade;
- As áreas de lançamento de cabos de MT, escavação e reaterro de valas para os cabos de MT; Além do campo para lançamento de fibra ótica, o qual efetuará a comunicação entre skids e entre skids/subestação.

A figura 27 representa o formulário de RMT, assim o responsável por tal atividade pode informar como foi a produção da atividade de lançamento de cabos de Médio Tensão.

3.5 Preenchimento das Planilhas Google

Figura 28 – Organização de dimensão e métrica na planilha google

	A	B	C	D	E	F	G
1	DIMENSÃO			MÉTRICA			PROJETO
2	DATA	USINA	SUBCAMPO	Nº CRAVAÇÃO DIRETA	Nº CONCRETAGEM	AVANÇO CRAVAÇÃO	PRJ - ESTACAS
3						100,00%	40394

Fonte: Autor

A figura 28 representa como estão organizadas as dimensões e as métricas dos dados.

"Dimensão é um conjunto de valores pelos quais você pode agrupar seus dados. Dimensões são categorias de informações. Elas normalmente contêm valores de nomes, descrições ou outras características dos dados"(GOOGLE, 2021b).

Por exemplo, se você está gerando um relatório sobre o tráfego do site, seus dados provavelmente contêm dimensões como Navegador, Página de destino e Campanha. Elas conterão valores como Chrome ou /página inicial ou Promoção de verão. As dimensões de dados geográficos serão Continente, País, Latitude e Longitude. Elas conterão valores como América do Norte, Estados Unidos, 36.985891 e -121.965528. As dimensões também incluem números não agregados, como preço (GOOGLE, 2021c)

Métrica é uma agregação específica que você pode aplicar a um conjunto de valores"(SUPORTE GOOGLE, 2022, Online).

Métricas são agregações derivadas do conjunto de dados subjacente ou são resultado da aplicação implícita ou explícita de uma função de agregação, como COUNT(), SUM() ou AVG(). As métricas não têm um conjunto definido de valores, então não é possível criar agrupamentos com base nelas da mesma forma que fazemos com uma dimensão(SUPORTE GOOGLE, 2022, Online).

A coluna "G" da planilha da figura 28 representa os dados de projeto, são os dados de referência para construção do empreendimento. Os dados de projeto podem ser da quantidade de estacas que serão cravadas no solo, da quantidade de cabos que vão ser lançados, etc

Referente a Figura 29 Na dimensão, e coluna USINA tem-se que foi utilizado dois parâmetros. BN 5 e BN 6, respectivamente, Usina Bon Nome 5 e Usina Bon Nome 6. Cada usina possui 9 subcampos, nomeados de acordo como mostrado na coluna SUBCAMPO. E

cada subcampo tem-se uma quantidade de estacas para serem cravadas. Na Coluna "PRJ - ESTACAS" tem-se a quantidade de estacas por subcampo definidas no projeto.

Figura 29 – Preenchimento dos dados de projeto na planilha google

A	B	C	D	E	F	G
DIMENSÃO			MÉTRICA			PROJETO
DATA	USINA	SUBCAMPO	Nº CRAVAÇÃO DIRETA	Nº CONCRETAGEM	AVANÇO CRAVAÇÃO	PRJ - ESTACAS
					100,00%	40394
	BN 5	5.1				2451
	BN 5	5.2				2451
	BN 5	5.3				2451
	BN 5	5.4				2451
	BN 5	5.5				2451
	BN 5	5.6				2451
	BN 5	5.7				1843
	BN 5	5.8				1824
	BN 5	5.9				1824
	BN 6	6.1				2451
	BN 6	6.2				2451
	BN 6	6.3				2451
	BN 6	6.4				2451
	BN 6	6.5				2451
	BN 6	6.6				2451
	BN 6	6.7				1824
	BN 6	6.8				1843
	BN 6	6.9				1824

Fonte: Autor

Para a Figura 30 tem-se na coluna "DATA" os dias em que foram trabalhados na cravação de estacas do parque solar.

Por exemplo, na data 15/07/2021 na usina Bon Nome 6 no subcampo 6.2 foram cravadas 136 estacas, na mesma usina, porém no subcampo 6.3 foram cravadas 687 estacas, além da execução da concretagem de 37 estacas no subcampo 5.4, pois não foi possível o método da cravação direta.

Por fim, para Figura 30 com o preenchimento dos dados na planilha google, tem-se que o andamento da cravação, ou seja, um valor entre 0% e 100%. Assim, a medida que os dados são preenchidos, eles também são comparados com os dados de projeto apresentados na figura 29.

Para a Figura 31 tem-se a aplicação do mesmo procedimento. Contudo, os dados e parâmetros são ajustados com necessidade de projeto e produção eletromecânica. Os dados de dimensão geralmente continuam os mesmos para facilitar a manipulação dos dados. Contudo os

Figura 30 – Preenchimento dos dados de campo, ou seja, os dados colhidos nos formulários de campo. Planilha google

A	B	C	D	E	F	G
DIMENSÃO			MÉTRICA			PROJETO
DATA	USINA	SUBCAMPO	Nº CRAVAÇÃO DIRETA	Nº CONCRETAGEM	AVANÇO CRAVAÇÃO	PRJ - ESTACAS
					100,00%	40394
13/07/2021	BN 6	6.2	91			
13/07/2021	BN 6	6.3	525			
13/07/2021	BN 5	5.4		3		
13/07/2021	BN 5	5.5		35		
13/07/2021	BN 5	5.6		5		
14/07/2021	BN 6	6.3	566			
14/07/2021	BN 5	5.4		5		
14/07/2021	BN 5	5.5		47		
14/07/2021	BN 5	5.6		3		
15/07/2021	BN 6	6.2	136			
15/07/2021	BN 6	6.3	687			
15/07/2021	BN 5	5.4		37		
16/07/2021	BN 6	6.2	166			
16/07/2021	BN 6	6.3	190			
16/07/2021	BN 5	5.4		40		
17/07/2021	BN 6	6.3	106			
17/07/2021	BN 6	6.4	260			
17/07/2021						

Fonte: Autor

dados de projeto e métricas se alteram.

Na tabela da Figura 31 constam colunas com o número de câmeras, Network Control Unit (NCU), Remote Sensor Unit (RSU), Quadro de Câmeras (QC), Torre Meteorológica (TM) e CAT6 que serão implementados no sistema de comunicação e CFTV das Usinas Bon Nome 5 e 6. Além dos dados de projeto, os quais os tipos e bitolas de cabos

3.6 Preenchimento dos dados no Google Data Studio

Depois do preenchimento no Planilhas Google, o próximo passo é inserir os dados no Google Data Studio. Ou seja, inserir no banco de dados do Google Data Studio todas as tabelas com as informações que vão ser necessárias para gerar o relatório gráfico.

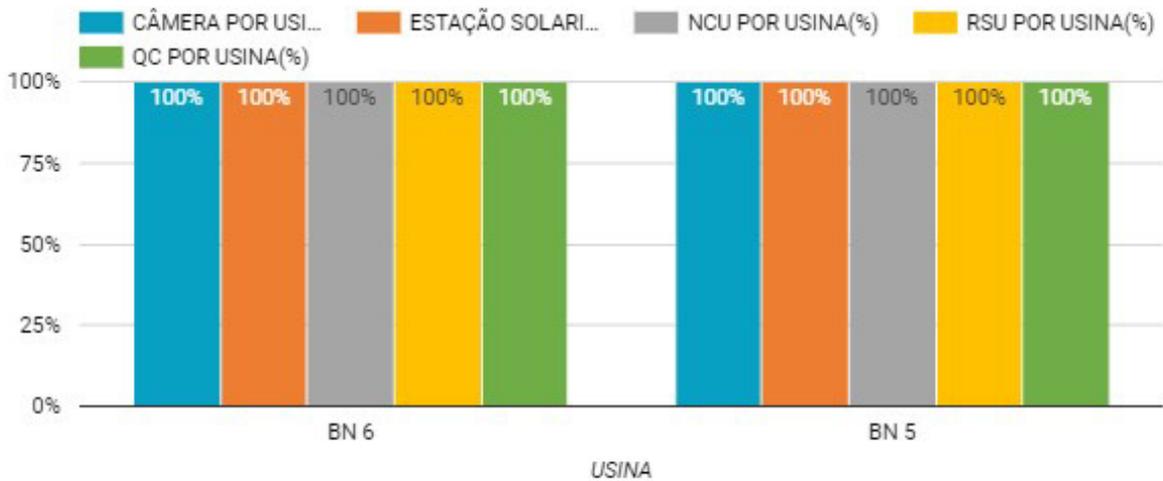
O gráfico da Figura 32 é um exemplo do relatório gráfico que pode ser gerado pelo Google Data Studio. O gráfico da Figura 32 está mostrando as atividades de CFTV e comunicação das Usinas Bon Nome 5 e 6. Atualmente o gráfico aponta que tal atividade está finalizada.

Figura 31 – Preenchimento dos dados de CFTV e comunicação na planilha google

DIMENSÃO		MÉTRICA									PROJETO					
DATA	USINA	Nº CÂMERA	Nº NCU	Nº RSU	Nº QC	Nº TM	CAT6(m)	PP 2X1,5mm² (m)	PP 3X2,5mm² (m)	PP 3X4,0mm² (m)	GFO (m)	PRJ - CÂMERAS	PRJ - NCU	PRJ - RSU	PRJ - QC	PRJ - TM
	BN 5											18	9	10	5	1
	BN 6											26	9	8	8	1
21/09/21	BN 6	3			1		370	370		261	261					
22/09/21	BN 6	3			1		500	500		490	490					
23/09/21																
24/09/21																
25/09/21																
26/09/21																
27/09/21																
28/09/21																
29/09/21																
30/09/21																
01/10/21																
02/10/21																
03/10/21																
04/10/21																
05/10/21																
06/10/21																
07/10/21																
08/10/21																
09/10/21																
10/10/21																
11/10/21																
12/10/21	BN 6	3	2	1	1		440	390	135	415	415					
13/10/21																
14/10/21	BN 6		1	2			25		385							
15/10/21																
16/10/21																
17/10/21																
18/10/21																
19/10/21	BN 6	6	1	1	1		1070	1045	115	490	490					

Fonte: Autor

Figura 32 – Gráfico exemplo do relatório sobre a atividade de CFTV e comunicação de Bon Nome 5 e 6. Google Data Studio

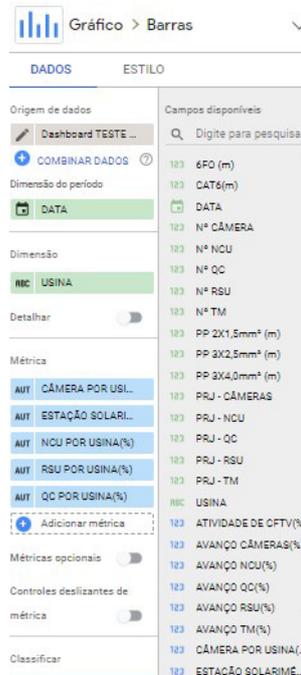


Fonte: Autor

A Figura 33 possui as informações puxadas diretamente das Planilhas Google correspondente aos dados sobre a atividade de CFTV de Bon Nome 5 e 6. Assim, na parte de

"DADOS", coluna a esquerda da Figura 33 pode-se manipular os dados pela dimensão, e mostrar os dados em métricas.

Figura 33 – Dados que compõe a figura 32



Fonte: Autor

Depois do preenchimento das planilhas google e como exemplo a Figura 32 tem-se que, como explicado anteriormente utilizamos a dimensão para manipular os dados e as métricas para mostrar os dados requisitados. Assim, na Figura 32 foi utilizada na dimensão a coluna USINA e na métrica foram utilizadas os parâmetros mostrados na coluna da direita da Figura 33. Logo vê-se alguns destes parâmetros na parte de métrica do Google Data Studio.

O Google Data Studio nos dá a possibilidade de manipular fórmulas para construir novos dados ou resultados. Por exemplo, a Figura 32 contém como está o andamento da atividade de CFTV, mas como mostrado anteriormente tem-se vários valores na métrica desta página do relatório.

Dito isto, é possível manipular estas métricas, pois foi necessário colocar um peso na atividade de CFTV no próprio DATA Studio para mostrar um valor real do andamento da atividade.

A Figura 34 é a figura padrão utilizada no formulário para indicar como está o processo de andamento da atividade, ou seja, o avanço em porcentagem até a conclusão da atividade.

Figura 34 – Resumo da atividade de CFTV no relatório



Fonte: Autor

A Figura 35 consta a manipulação de dados. Em resumo, para cada tipo de cabo lançado na infraestrutura de comunicação foi atribuído um peso em relação a dificuldade de executar a atividade. Logo, vê-se que existe a possibilidade de manipular os dados com facilidade para alcançar os resultados desejados, pois a partir da base - O preenchimento dos dados na Planilha Google - é possível manipular adequadamente valores para mostrar resultados coerentes.

Figura 35 – Campo de manipulação de fórmulas no Google Data Studio



Fonte: Autor

3.7 Conclusões do capítulo

Resumindo os métodos utilizados anteriormente neste capítulo, tem-se que a partir da construção de formulários para acompanhar o andamento de cada atividade desenvolvida nas Usinas Bon Nome 5 e 6, é possível utilizar essas informações para monitoramento dos processos de cada atividade. Assim por meio do Planilhas *Google*, pode-se armazenar estes dados de forma pré determinada e conseqüente colocá-los no banco de dados do *Google Data Studio* para construir o relatório gráfico destas informações.

Com os resultados gráficos é possível monitorar a diferença entre o que foi planejado

e o que foi executado. Com estas informações em mãos, os setores de produção eletromecânica e de planejamento podem corrigir os processos que não deram certo ou até mesmo fazer melhorias nos processos que foram bem sucedidos.

4 RESULTADOS

O principal resultado foi a construção do relatório, ou seja, o *Dashboard* para acompanhamento da construção eletromecânica das usinas Bon Nome 5 e 6. O relatório possui 24 páginas - a partir de um arquivo do Planilhas *Google* com 18 planilhas - contemplando o controle das seguintes atividades:

- Resumo Geral da obra;
- Locação de estacas;
- Cravação de estacas;
- Perfuração do solo para cravação de estacas;
- Cabos de baixa tensão;
- Cabos de média tensão;
- Cabos solares;
- Montagem de trackers;
- Montagem de stringboxes;
- Fusão de Fibra ótica;
- Circuito Fechado de Televisão (CFTV);
- Comissionamento;
- Drenagem;
- Cerca e mourões;

4.1 Resultados do Dashboard

A Figura 36 representa algumas atividades que compõe a produção eletromecânica das Usinas Bon Nome 5 e 6. Nesse resumo constam atividades de comissionamento, lançamento de cabo solar e algumas atividades do setor civil, como drenagem e cerca e mourões.

A página RESUMO GERAL tem como intuito mostrar todas as atividades que acontecem na obra, desde a cravação de estacas até a parte final, no caso a atividade de comissionamento.

O Dashboard foi criado com a obra em andamento e com algumas atividades em sua finalização, contudo foi possível analisar alguns dados de construção da usina.

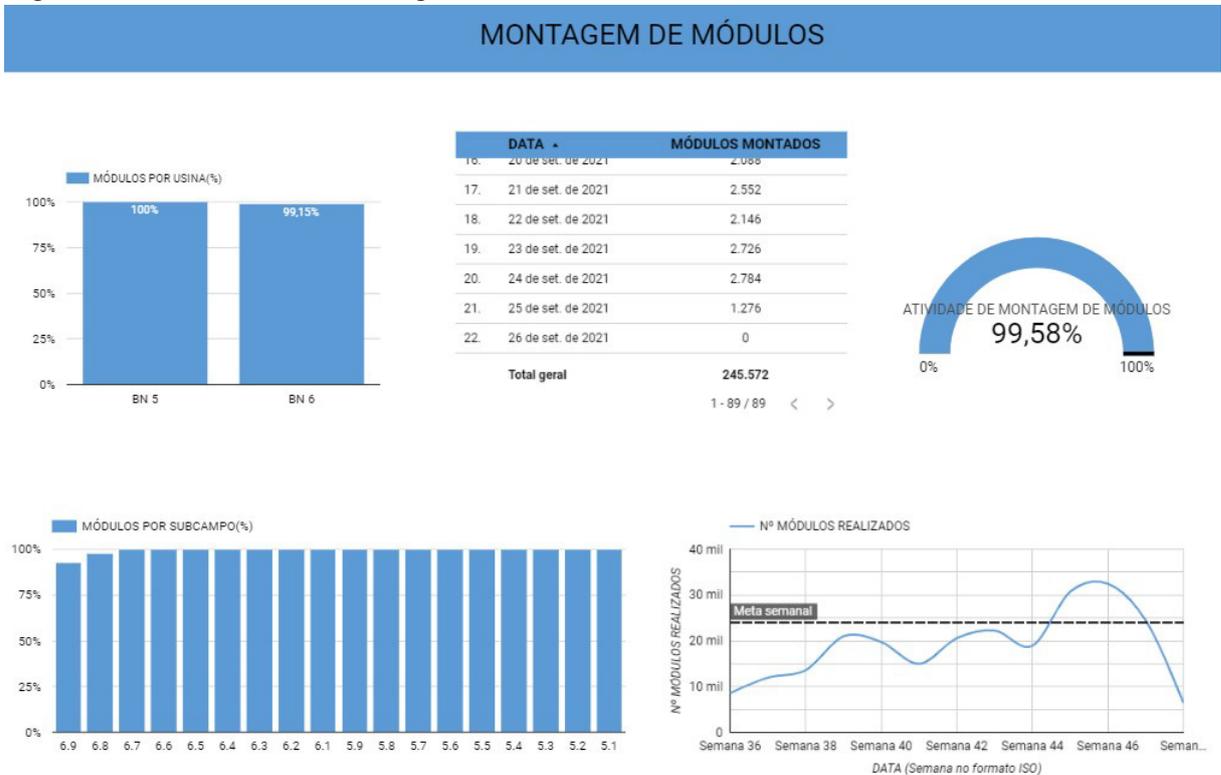
A Figura 37 representa o relatório da montagem de módulos das Usinas Bon Nome 5 e 6. Nesta página do relatório, tem-se uma tabela mostrando a quantidade de módulos montados

Figura 36 – Resumo geral das atividades de produção eletromecânica



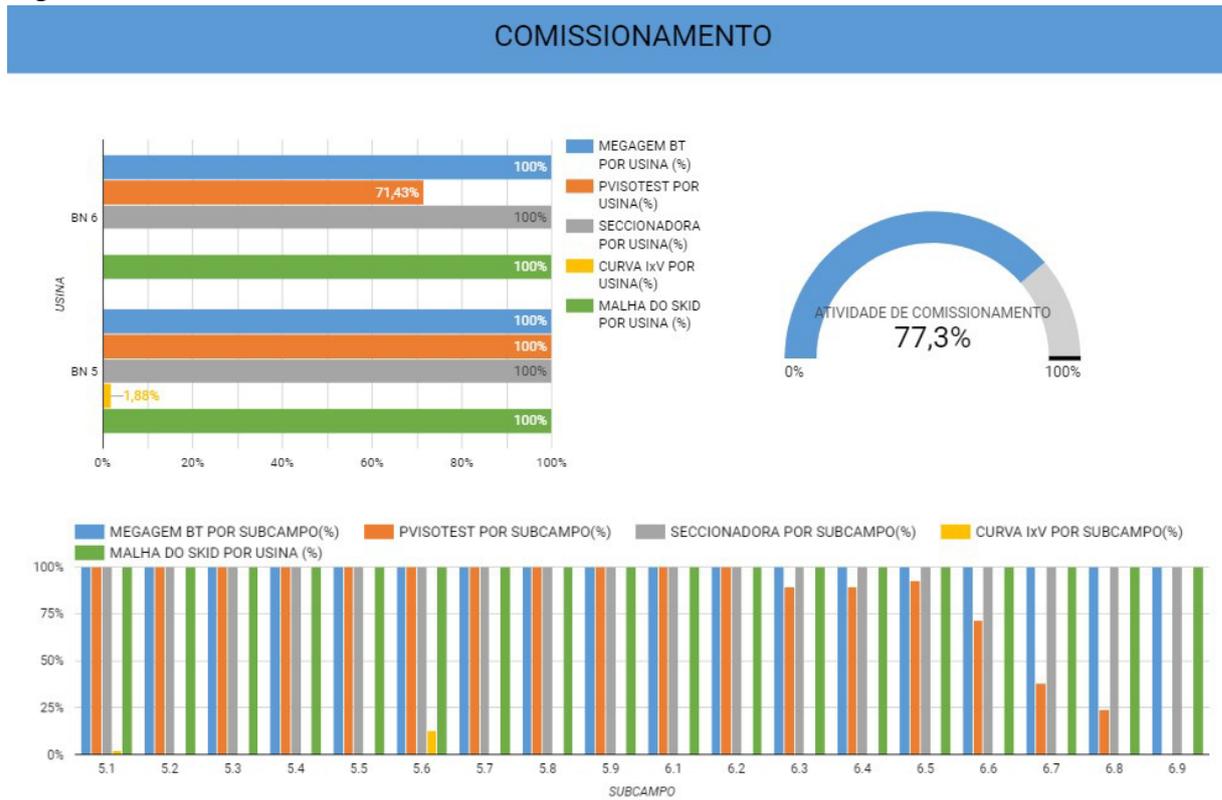
Fonte: Autor

Figura 37 – Relatório da montagem de módulos fotovoltaicos.



Fonte: Autor

Figura 38 – Relatório de comissionamento das Usinas Bon Nome 5 e 6.



Fonte: Autor

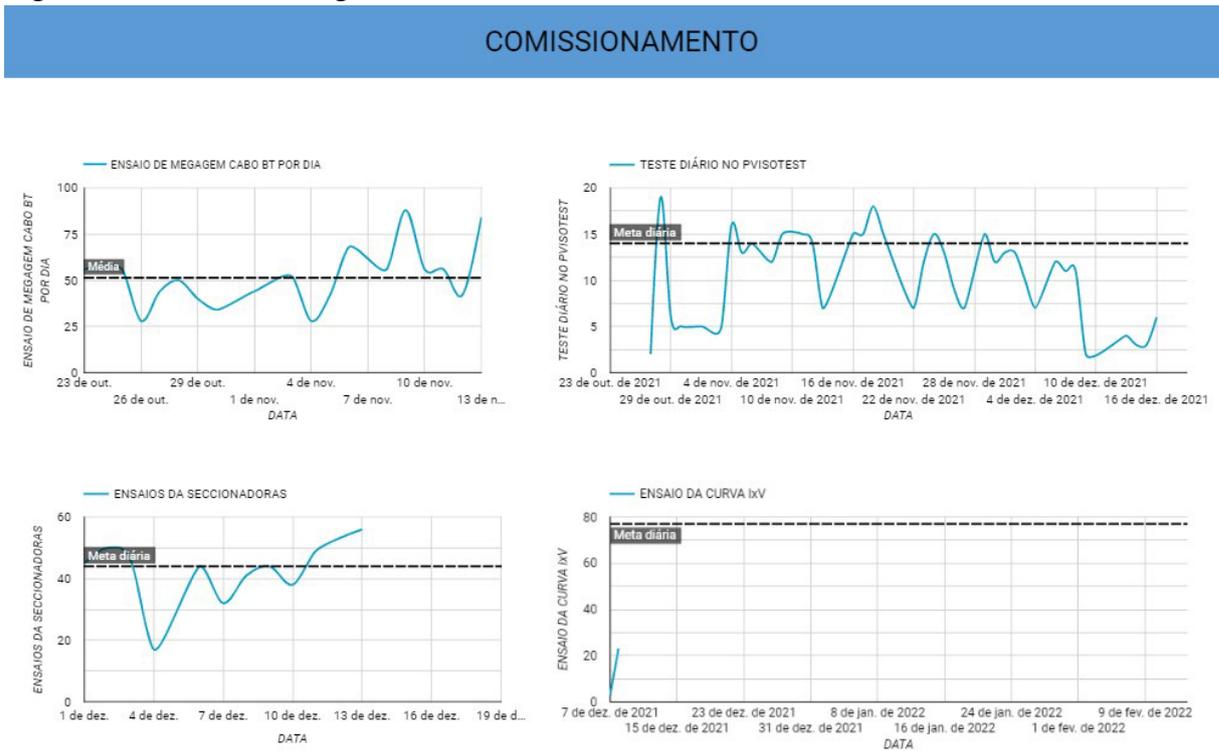
por dia. Também é mostrado como está o avanço de montagem em cada área da usina, ou seja, cada subcampo. E como está o status de montagem geral em cada usina.

O gráfico que mais chama atenção da Figura 37 é o gráfico temporal, pois este mostra semana a semana como foi a montagem, o interessante é que foi estabelecida uma meta semanal de montagem, a meta é de 24.000 módulos montados por semana. Analisando o gráfico é possível perceber que em nenhuma das semanas iniciais foi possível atingir a meta. Dito isto, com estas informações de produção na montagem de módulos, é possível fazer tratativas ou correções para que se possa alcançar as metas, independente da atividade realizada. Assim, é possível enxergar o status da atividade e corrigir os processos.

A Figura 38 mostra a página do relatório de comissionamento. Nesta página constam cada etapa de comissionamento da usina e suas respectivas evoluções, assim como para cada área, ou seja, para cada subcampo. E como comentado anteriormente, a porcentagem da ATIVIDADE DE COMISSIONAMENTO foi manipulado utilizando o recurso de fórmulas do *Google Datastudio*, pois cada etapa de comissionamento tem um peso diferente.

Os gráficos da Figura 39 representam atividades de comissionamento. Por exemplo,

Figura 39 – Relatório de gráficos de comissionamento das Usinas Bon Nome 5 e 6.



Fonte: Autor

do teste de PVISOTEST, no gráfico do mesmo é possível perceber que na maioria dos dias as metas eram batidas, ou seja, a atividade estava acontecendo conforme o esperado, apenas sendo empregadas pequenas medidas corretivas.

Contudo, vê-se que a atividade de Curva IxV não apresenta avanço. Analisando a causa da não continuidade da atividade, concluiu-se que o responsável foi o clima, pois o clima nublado na região é um dos fatores que impossibilitam a execução da atividade no período designado.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A partir do uso do *dashboard* é possível através dos gráficos gerados monitorar a execução das atividades do setor de produção eletromecânica.

A partir das curvas temporais resultantes dos dados quantitativos coletados de campo é fazer correções no processo de construção de uma Usina Fotovoltaica. Resultando assim na melhor eficiência na produção eletromecânica do projeto.

O *Google Data Studio*, ferramenta gratuita disponibilizada pela *Google*, fornece o conjunto de elementos que torna possível gerar gráficos para monitorar a obra. O que atende muito bem as necessidades do setor de engenharia.

Por tanto, o objetivo de utilizar uma ferramenta para gerenciar os processos para que possa ser controlada e monitorada a execução da obra foi alcançado por meio da implementação de um *dashboard*.

Portanto, o *Dashboard* para acompanhamento da montagem eletromecânica das Usinas Bon Nome 5 e 6 foi implementado com sucesso. Assim, através dos dados coletados no campo pelos responsáveis por cada frente de trabalho - lançamento de cabos, cravação de estacas, montagem mecânica em geral, entre outras atividades - foi possível utilizar o Planilhas Google para armazenar tais informações e por meio da utilização do *Google Data Studio* foi possível tratar estes dados de forma a deixá-los mais visíveis tanto para o uso do setor de produção eletromecânica como para o setor de planejamento da obra.

Utilizar os resultados gráficos produzidos para fazer as devidas correções nos processos de construção da Usina Fotovoltaica. Para que se possa mitigar a diferença entre o que foi planejado e o que é executado, resultando na melhor eficiência possível de produção e para que se possa cumprir as datas planejadas para a construção do projeto.

O *Google Data Studio*, ferramenta gratuita disponibilizada pela *Google*, nos fornece os elementos necessários para tratamento dos dados. O que atende muito bem as necessidades do setor de engenharia eletromecânica.

Apesar, de ser um relatório piloto, este mostrou sua importância para a construção de uma Usina Fotovoltaica, pois é possível expandir o relatório para outras atividades, atividades do escopo civil, por exemplo. Dessa maneira, é possível a ferramenta *dashboard* para construir relatório gráficos de outras usinas solares.

Desse modo, construiu-se um processo para chegar ao produto final, este mostrado na forma de relatório pelo *Google Data Studio*, contemplando a seguinte ordem de processos:

1. Formulários;
2. Planilhas Google;
3. Google Data Studio;

Em que o primeiro passo é a coleta de dados através dos formulários de produção. Assim, cada formulário deve ser adaptado para receber da forma mais simples e objetiva os dados de campo, e da forma que seja possível lançar os dados nas Planilhas Google.

Pois, é necessário uma organização nas Planilhas Google sobre as dimensões, as quais são utilizadas para filtrar e/ou tratar os dados. Além das métricas que são utilizadas para contabilizar a produção quantitativa das atividades.

Por último, tem-se o tratamento dos dados na ferramenta Google Data Studio. Pois, por meio deste é possível mostrar o avanço das atividades por períodos estabelecidos - diário, semanal, mensal - e também é possível visualizar como está o andamento de cada atividade por setor da usina Bon Nome 5 e 6.

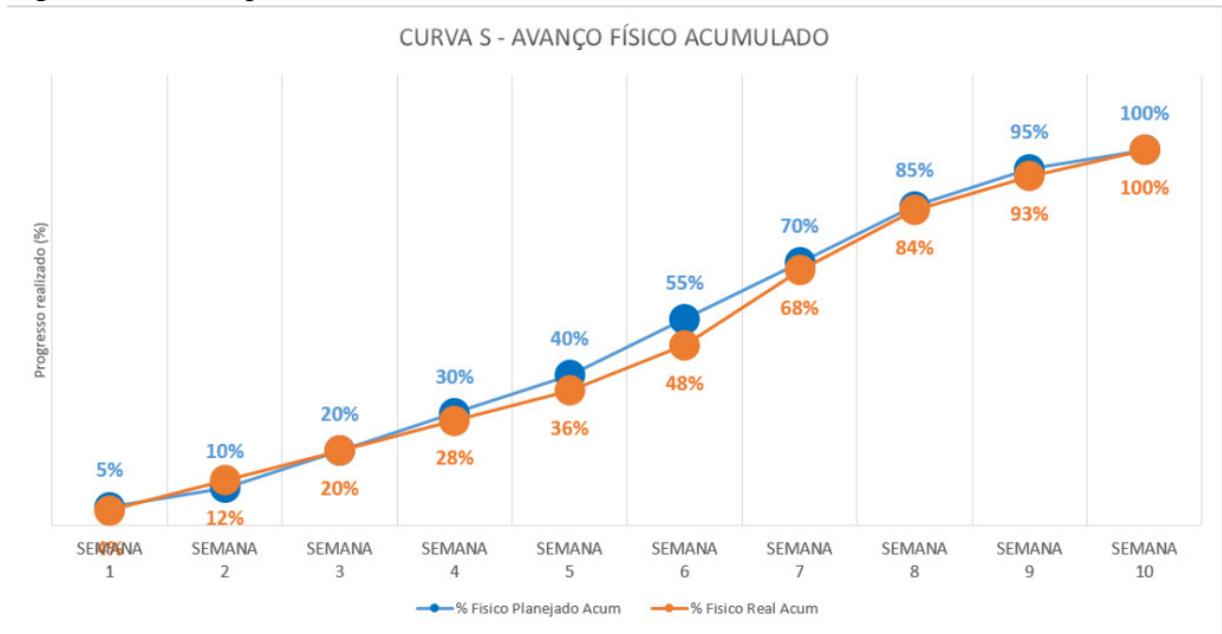
Pelo *Google Data Studio* é possível utilizar gráficos e tabelas para acompanhar toda a evolução da atividade, seja ela de lançamento de cabos, seja ela de escavação de valas, etc.

Ademais, como o *dashboard* ainda está em processo de melhorias, é interessante trabalhar na construção de mais formulários para recolher as informações das atividades. Assim, quanto mais fiel e objetivo for o formulário sobre o que está acontecendo sobre as atividades, mais fácil será o tratamento e a visualização dos dados. Dito isto, faz-se necessário a construção de novos formulários para cada etapa de construção eletromecânica de uma usina fotovoltaica.

Segue abaixo uma sugestão de formulários para cada atividade eletromecânica de uma usina fotovoltaica:

1. Locação de estacas;
2. Cravação/concretagem de estacas;
3. Montagem e conferência de trackers;
4. Montagem de módulos;
5. Montagem de quadros de câmeras, quadros elétricos, quadros em geral;
6. Montagem das stringboxes, combinerboxes e caixas de monitoramento das string caso necessário;
7. lançamento de cabos solares, baixa e média tensão, infraestrutura de cabeamento de CFTV/comunicação;
8. Malha de aterramento da Usina;

Figura 40 – Exemplo de curva S



Fonte: (GERAIS, 2020)

9. Comissionamento: Testes de megagem de cabos, traçadores de curva, teste de seccionadoras, ensaios nos cabos de média tensão;
10. Pendências de montagem em geral da usina;
11. Energização da usina;

Definidas as etapas de construção da Usina Fotovoltaica, é possível criar formulários para o acompanhamento de cada atividade desenvolvida. E por fim a tratativa quantitativa destes dados por meio do Google Data Studio.

Por fim a utilização do ciclo PDCA para melhoria contínua dos processos.

Ademais, o próximo passo é integrar o MS Project as Planilhas Google e ao Google Data Studio, pois será possível apresentar a curva S.

A curva S é um gráfico, em sua grande maioria das vezes em formato de S, que mostra o resultado acumulado do início ao fim do avanço físico ou volume financeiro das atividades de um projeto (GERAIS, 2020).

A curva S é utilizada constantemente para avaliar se estamos indo conforme nosso planejamento, mostrando de forma visual se a curva da situação “Real” está acima, abaixo ou sobreposta a situação “planejada” (GERAIS, 2020).

A Figura 40 representa o exemplo de uma curva "S". E o motivo de integrar tal curva ao relatório é agregar o preenchimento dos dados para montar a curva "S", ou seja, puxar os

dados automaticamente das Planilhas Google que armazenam os dados do setor de produção eletromecânica e também os dados dos outros setores de produção que interessam ao cronograma e também ao preenchimento da curva S.

Ademais, pela curva S também é possível monitorar como está a diferença entre o que foi planejado e o está sendo executado.

E todo o conjunto destas propostas leva para o processo de gerenciar uma obra de uma usina fotovoltaica através da proposta do dashboard, pois através dele é possível utilizar os dados que nele constam para monitorar e controlar toda a execução de atividades do setor de engenharia eletromecânica.

REFERÊNCIAS

- AECWEB. **Cravação de estacas é etapa crítica na construção de usinas solares**. 2022. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/cravacao-de-estacas-e-etapa-critica-na-construcao-de-usinas-solares/17585>>. Acesso em: 14 jan. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16690**: Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos – requisitos de projeto. Rio de Janeiro, 2019.
- BLUESOL. **Célula Fotovoltaica – O Guia Técnico Absolutamente Completo**. 2021. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/celula-fotovoltaica-guia-completo/>>. Acesso em: 02 jan. 2022.
- BRASIL, S. P. **Curso Avançado Regulação, Projeto, Comissionamento e OEM**. 2022. Acesso em 13 jan. 2022.
- DICIO. **Formulário**. 2021. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/formulario/>>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- DIEFRA. **Como é feito o gerenciamento de obras?** 2020. Disponível em: <<https://www.grupodiefra.com.br/site/engenharia/como-e-feito-o-gerenciamento-de-obras/>>. Acesso em: 15 jan. 2022.
- ENCYCLOPEDIA, T. free. **Planilhas Google**. 2020. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Sheets>. Acesso em: 29 dez. 2021.
- ENERSOLAR. **Cravação de estacas**. 2021. Disponível em: <<https://www.enersolar.eng.br/servicos/cravacao-de-estacas/>>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- ENGEHALL. **O que é Energia Solar: Tudo sobre energia solar fotovoltaica**. 2018. Disponível em: <<https://engehallrenovaveis.com.br/artigos/o-que-e-energia-solar>>. Acesso em: 14 jan. 2022.
- ETESCO. **Quais as etapas de um gerenciamento de obras?** 2021. Disponível em: <<https://etesco.com.br/quais-as-etapas-de-um-gerenciamento-de-obras/>>. Acesso em: 15 jan. 2022.
- GERAIS, P. M. I. M. **Curva S – Uma maneira eficiente de mostrar planejado x real do projeto**. 2020. Disponível em: <<https://pmimg.org.br/blog/curva-s-uma-maneira-eficiente-de-mostrar-planejado-x-real-do-projeto/>>. Acesso em: 16 jan. 2022.
- GOOGLE, S. **Criar uma fonte de dados do Planilhas Google**. 2021. Disponível em: <https://support.google.com/datastudio/answer/6295223?hl=pt-BR&ref_topic=6295893#prepare&zippy=\%2Cneste-artigo>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- GOOGLE, S. **Dimensão**. 2021. Disponível em: <<https://support.google.com/datastudio/answer/6303401?hl=pt-BR>>. Acesso em: 08 jan. 2022.
- GOOGLE, S. **Métrica**. 2021. Disponível em: <<https://support.google.com/datastudio/answer/6292570?hl=pt-BR#zippy=\%2Cneste-artigo>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

INDUSCABOS. **Cabo Indusolar Flex**. 2022. Disponível em: <<https://www.induscabos.com.br/portfolio-item/cabo-indusolarflex-2-2/>>. Acesso em: 13 jan. 2022.

INSTITUTE, P. M. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. [S.l.]: 2000, 2000. único. 4 p. ISBN 1-880410-22-2.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. [S.l.]: 2010, 2022. único. 31,37-39 p. ISBN 9878-85-7266-223-9.

MICROSOFT. **Gerenciamento de projetos**. 2021. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/project/project-management>>. Acesso em: 16 jan. 2022.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. [S.l.: s.n.], 2014. único. 50, 144,156,216 p.

RODRIGUES, E. **Gestão de Projetos na prática**. 2018. Disponível em: <<https://www.elirodrigues.com/parte-7-exemplos-de-cronograma-no-ms-project-didaticos/>>. Acesso em: 19 jan. 2022.

RUTRAAEP. **Ensaios de Arrancamento (PULL OUT TEST)**. 2022. Disponível em: <<https://rutraaep.com.br/ensaios-de-arrancamento-pull-out-test/>>. Acesso em: 14 jan. 2022.

SOLAR, C. **Entenda as Stringboxes com múltiplas entradas e múltiplas saídas**. 2021. Disponível em: <<https://canalsolar.com.br/entenda-as-stringboxes-com-multiplas-entradas-e-multiplas-saidas/>>. Acesso em: 02 jan. 2022.

WEG. **Catalogos WEG**. 2021. Disponível em: <<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h7f/h57/WEG-eletoCentro-10535380-catalogo-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2022.

WIKIPÉDIA. **Google Data Studio**. 2020. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Data_Studio>. Acesso em: 29 dez. 2021.

ANEXO A – TUTORIAL GOOGLE DATA STUDIO

A.1 Criar uma fonte de dados do Planilhas Google

A.1.1 Preparar seus dados

Segue abaixo algumas dicas para facilitar o trabalho com os dados do Planilhas no Data Studio:

1. Usar uma planilha separada para os dados do Data Studio.
 - a) Com as planilhas, é possível armazenar e analisar, em um formato flexível, os dados que são difíceis de modelar no Data Studio. Recomendamos criar uma planilha separada para os dados que você quer ver no Data Studio.
2. Formato da tabela
 - a) A planilha ou o intervalo ao qual você se conecta deve ter um formato tabular simples. Cada coluna deve conter apenas células únicas, pois as células mescladas podem fazer com que seus dados sejam exibidos incorretamente.
 - b) As células só devem conter dados. Não é possível importar gráficos ou imagens, por exemplo.
 - c) A primeira linha de dados deve conter cabeçalhos de coluna. Eles serão usados como nomes de campos na sua fonte de dados.
3. Formato da data.
 - a) As datas no seu arquivo do Planilhas Google precisam conter o dia, o mês e o ano completos no seguinte formato: 9/22/2020 ou 2020-09-22.
 - b) Se houver dados de hora, combine-os com o campo de data, por exemplo, 22/9/2020 11:55:30.
 - c) Os campos de data devem ser formatados como datas (usando a opção de menu Formato > Número > Data no arquivo do Planilhas).

4. Estrutura de dados.

Organizar seus dados de determinadas maneiras pode facilitar o trabalho com o Data Studio. Por exemplo:

É melhor que uma tabela seja longa do que ampla. Limite o número de dimensões agrupando dados em categorias, em vez de criar colunas para cada valor possível. Se você estiver avaliando a venda de frutas de um mercado, por exemplo, faça o seguinte:

Tabela 1 – Exemplo Tabela longa - Planilhas Google

Data	Fruta	Quantidade vendida
2017-07-06	Maçãs	100
2017-07-06	Laranjas	75
2017-07-06	Bananas	150
2017-07-07	Maçãs	80
2017-07-07	Laranjas	95
2017-07-07	Bananas	175

Tabela 2 – Exemplo Tabela ampla - Planilhas Google

Data	Maçãs	Laranjas	Bananas
2017-07-06	100	75	150
2017-07-07	80	95	175

No exemplo da tabela longa, sua fonte de dados exige apenas uma dimensão para a categoria "Frutas". Já na tabela ampla, ela requer uma dimensão para cada tipo de fruta. Se você vendeu 100 variedades de frutas, precisaria de 100 dimensões para avaliar usando o segundo exemplo. Seria impossível exibir isso em um gráfico do Data Studio.

Agrupar suas séries de dados em dimensões também facilita a filtragem no Data Studio. No exemplo da tabela longa, é fácil criar um filtro em "Frutas"= "Maçãs". No exemplo da tabela ampla, no entanto, não é possível filtrar por tipo de fruta.

Entenda suas agregações. Se sua Planilha incluir dados agregados (como somas, médias, medianas etc.), tenha cuidado para não os misturar com dados desagregados nos gráficos do Data Studio. Se você fizer isso, os números desses gráficos podem ficar incorretos. Por exemplo, digamos que a tabela ampla acima inclui uma linha "Totais":

Tabela 3 – Exemplo Tabela ampla com totais - Planilhas Google

Data	Maçãs	Laranjas	Bananas
2017-07-06	100	75	150
2017-07-07	80	95	175
Totais	180	170	325

A visão geral no Data Studio exibiria quantidades superiores para cada uma das dimensões de frutas (porque os totais são adicionados às métricas não agregadas):

Nesse caso, é melhor não incluir a linha de totais na fonte de dados, mas deixar o Data Studio calcular os totais.

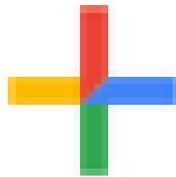
Tabela 4 – Exemplo de visão geral - Planilhas Google

Maçãs	Laranjas	Bananas
180	170	325

A.1.2 Conectar-se ao Planilhas Google

1. Fazer login no Data Studio
2. No canto superior esquerdo, clique em figura 41 - Crie e selecione Relatório.

Figura 41 – Criar Novo



Fonte: Suporte Google, 2022, Online

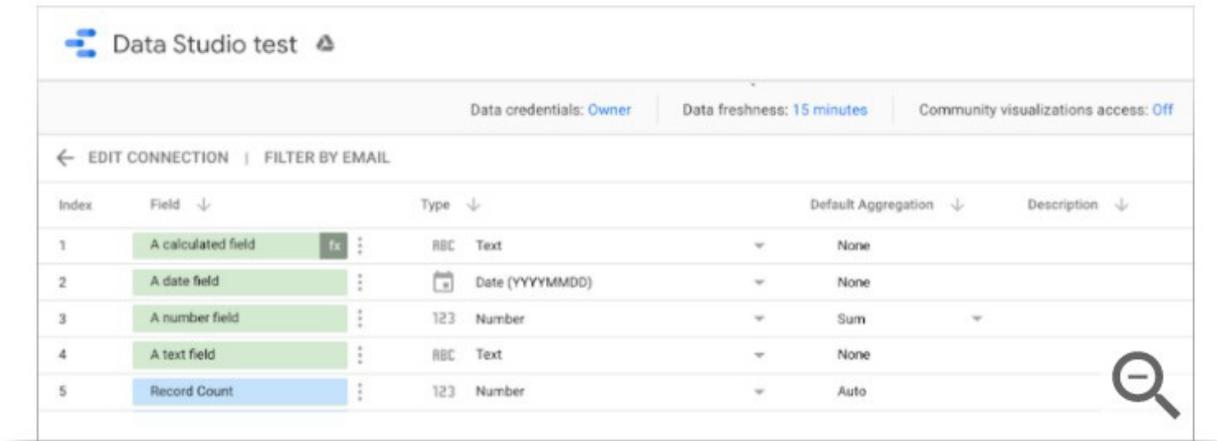
3. No painel de conectores, selecione Planilhas Google.
4. Selecione uma planilha e uma página.
5. Se quiser, desmarque a opção Usar primeira linha como cabeçalhos. Os campos na sua fonte de dados usarão as etiquetas de coluna padrão do Planilhas: "A", "B", "C", etc.
6. Opcionalmente, desmarque Incluir células ocultas e filtradas. Dessa forma, elas serão excluídas da fonte de dados.
7. É possível especificar um intervalo de células. Se não quiser fazer isso, a planilha inteira será usada.
8. Clique em CONECTAR no canto superior direito. O painel de campos será exibido.

A.1.3 Configurar a fonte de dados

O painel de campos contém todas as dimensões (marcadores verdes) e métricas (marcadores azuis) do conjunto de dados. Você pode ajustar a fonte de dados renomeando ou desativando os campos, adicionando campos calculados e alterando a agregação e o tipo dos dados.

1. Adicionar uma métrica: pode adicionar uma métrica à fonte de dados clicando em figura 43 (Mais opções). ao lado de uma dimensão e selecionando uma das funções disponíveis. Para criar um gráfico com seus dados no Data Studio, é necessário ter pelo menos uma

Figura 42 – Fonte de dados Google Data Studio



Index	Field	Type	Default Aggregation	Description
1	A calculated field	RBC Text	None	
2	A date field	Date (YYYYMMDD)	None	
3	A number field	123 Number	Sum	
4	A text field	RBC Text	None	
5	Record Count	123 Number	Auto	

Fonte: Suporte Google, 2022, Online

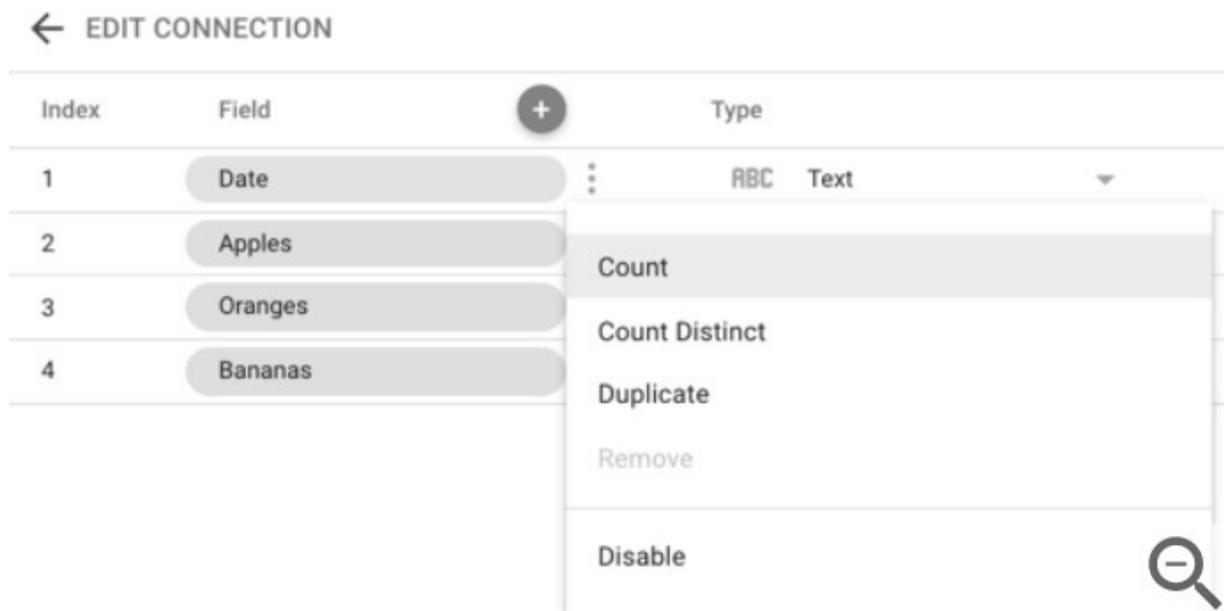
métrica.

Figura 43 – Mais opções



Fonte: Suporte Google, 2022, Online

Figura 44 – Adicionar métrica no Google Data Studio



Index	Field	Type
1	Date	RBC Text
2	Apples	
3	Oranges	
4	Bananas	

- Count
- Count Distinct
- Duplicate
- Remove
- Disable

Fonte: Suporte Google, 2022, Online

A.1.4 Renomear a fonte de dados

O Data Studio automaticamente atribui à sua fonte de dados o mesmo nome do seu conjunto de dados. Se você quiser alterá-lo, clique no nome no canto superior esquerdo e digite um novo nome.

Você também pode mudar o nome da fonte de dados depois na página inicial de "FONTES DE DADOS" clicando no menu de contexto e selecionando Renomear.

A.1.5 Compartilhar a fonte de dados

É possível permitir que outros editores adicionem essa fonte de dados aos relatórios. Para isso, basta compartilhá-la com eles.

Compartilhar uma fonte de dados:

1. No canto superior direito, clique em Ícone de compartilhamento.
2. Digite os endereços de e-mail ou os Grupos do Google com que você gostaria de compartilhar a fonte de dados. Selecione o acesso (permissões) para cada pessoa ou grupo. As permissões determinam o que as outras pessoas podem fazer com a fonte de dados. Estas são suas opções:
 - a) Pode visualizar. As pessoas com essa permissão podem visualizar, mas não editar a origem de dados.
 - b) Pode editar. As pessoas com essa permissão podem visualizar e editar a fonte de dados.

A.1.6 Usar essa fonte de dados em relatórios

Agora você pode criar relatórios que recebem dados da sua Planilha Google:

1. Clique em CRIAR RELATÓRIO no canto superior direito.
2. Você verá o editor de relatórios, e uma tabela será exibida com os campos dessa fonte de dados.
 - a) Use o painel de propriedades à direita para alterar as informações e o estilo.
3. Nomeie seu relatório clicando em Relatório sem título, no canto superior esquerdo.

A.2 Criar um Novo Relatório

A.2.1 Criar um Novo Relatório em Branco

1. Fazer login no Data Studio
2. No canto superior esquerdo, clique em figura 41 Criar e selecione Relatório.
3. Será visto o editor de relatórios com o painel Adicionar dados ao relatório aberto. Esse painel tem duas guias: Conectar aos dados e Minhas origens de dados.
 - a) Use Conectar aos dados para selecionar um conector, criar uma nova fonte de dados e adicioná-la ao seu relatório:
 - i. Escolha o tipo de dados que você quer ver.
 - ii. Adicione sua conta ou outros detalhes.
 - iii. No canto inferior direito, clique em Adicionar.
 - b) Use Minhas origens de dados para adicionar fontes de dados ao seu relatório:
 - i. Localize a fonte de dados desejada.
 - ii. No canto inferior direito, clique em Adicionar.
 - iii. A fonte é adicionada ao seu relatório.
4. Uma tabela é exibida com os campos dessa fonte de dados. Use o painel de propriedades à direita para alterar as informações e o estilo.
5. Nomeie seu relatório clicando em Relatório sem título, no canto superior esquerdo.

Para adicionar mais dados basta clicar em 1 na figura 45

Figura 45 – Google Data Studio - Adicionar mais dados.



Fonte: Autor

A.2.2 Adicionar gráficos ao relatório

1. Edite o relatório.
2. Navegue até a página que contém o gráfico.
3. Na barra de ferramentas, clique em Adicionar um gráfico.
4. Selecione o gráfico que você quer incluir.

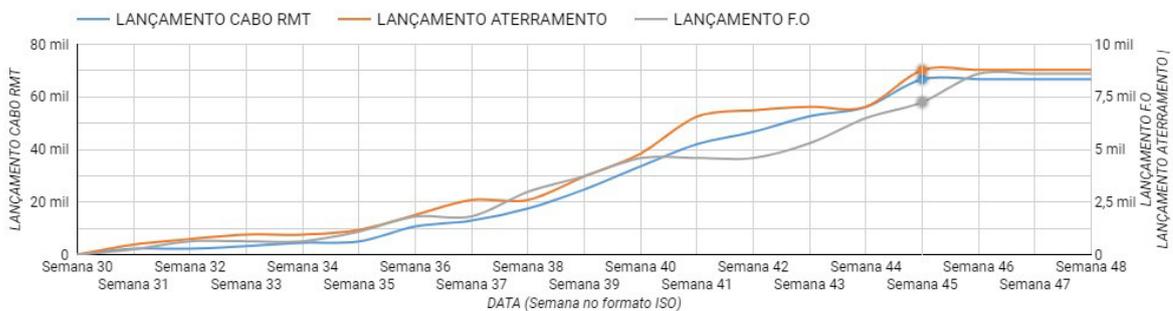
5. Clique na tela para adicionar o gráfico ao relatório.
6. Selecione um ou mais gráficos para mover ou redimensioná-los conforme necessário.

A.2.3 Adicionar outro gráfico ao relatório

"O gráfico de série temporal coleta dados ao longo do tempo"(SUPORTE GOOGLE, 2022, Online).

1. Na barra de ferramentas, clique em Adicionar um gráfico.
2. Selecione um gráfico de série temporal.
3. Clique na tela em que você quer que o gráfico apareça.
4. O Data Studio adicionará automaticamente a dimensão Data e a métrica Fonte se você usar uma fonte de dados.
5. Para ajustar a posição do gráfico, clique nele e arraste-o ou selecione o gráfico e mova-o usando as teclas de seta do teclado.
6. Para ajustar o tamanho do gráfico, selecione-o e arraste um ponto na extremidade ou no meio das linhas.

Figura 46 – Google Data Studio - Exemplo de gráfico temporal.



Fonte: Autor

A figura 46 representa um gráfico de série temporal. Representa o lançamento de cabos de Médita tensão, fibra ótica e aterramento nas Usinas Bon Nome 5 e 6.

A.2.4 Personalizar o estilo do relatório

1. Edite o relatório.
2. Abra o painel "tema e layout".
 - a) O painel Tema e layout aparece à direita quando não há componentes selecionados.

- b) Você também pode clicar em "Tema e layout" na barra de ferramentas.
- c) Na guia TEMA, clique no tema que você quer aplicar.

Figura 47 – Google Data Studio - Exemplo de Tema e Layout



Fonte: Autor

Em "2" na figura 47 apresenta a aba de "Tema e Layout", por esta aba é possível escolher um layout para o relatório.

A.2.5 Adicionar um Banner

1. Selecione o componente Página clicando em qualquer lugar da grade.
2. Selecione a ferramenta Retângulo na barra de ferramentas.
3. Desenhe um retângulo de um lado ao outro da parte superior da página.
4. Selecione a guia ESTILO do painel Propriedades do retângulo à direita.
5. Defina a cor do segundo plano do retângulo como azul.

A.2.6 Adicionar um título ao relatório

1. Selecione a ferramenta Texto na barra de ferramentas.
2. Desenhe uma caixa de texto no retângulo do banner.
3. Digite o título do relatório na caixa de texto.
4. Destaque o texto. Use o painel Propriedades de texto à direita para alterar a cor e o tamanho da fonte de acordo com suas preferências.