



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Faculdade de Engenharia e Ciências

Câmpus de Rosana

FELIPE GOMES MACHADO CARDOSO

**Desenvolvimento sustentável por meio da energia fotovoltaica: Um detalhamento sobre
acompanhamento de projetos fotovoltaicos**

Rosana - SP

2023

Felipe Gomes Machado Cardoso

Desenvolvimento sustentável por meio da energia fotovoltaica: Um detalhamento sobre acompanhamento de projetos fotovoltaicos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria de Curso de Engenharia de Energia do Campus Experimental de Rosana, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia de Energia.

Orientador(a): Andrea Cressoni De Conti

Rosana - SP
2023

C268d

Cardoso, Felipe

Desenvolvimento sustentável por meio da energia fotovoltaica : Um detalhamento sobre acompanhamento de projetos fotovoltaicos / Felipe Cardoso. -- Rosana, 2023
52 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Energia) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Engenharia e Ciências, Rosana
Orientadora: Andrea Cressoni De Conti Cressoni De Conti

1. Energia Fotovoltaica. 2. Acompanhamento de Obra. 3. Energia Renovável. 4.
Usina Fotovoltaica. 5. Transição energética. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus Experimental de Rosana

FELIPE GOMES MACHADO CARDOSO

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“GRADUADO EM ENGENHARIA DE ENERGIA”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA

Prof. Dr. LEANDRO FERREIRA PINTO
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. ANDREA CRESSONI DE CONTI
Orientador/UNESP-Rosana

Prof. Dr. JOSÉ FRANCISCO RESENDE DA SILVA
UNESP-Rosana

Eng. de Energia MARCOS PAULO GRANADO
UNESP-Rosana

Novembro de 2023

Dedico esse Trabalho de Conclusão de Curso para todas as pessoas que estiveram comigo durante toda a caminhada, principalmente a minha família, Nelson Cardoso, Elisangela Cardoso e Beatriz Beata, sem vocês isso não seria possível, obrigado por tudo!

AGRADECIMENTOS

A princípio, agradeço a Deus por me proporcionar essa conquista e à minha família por sempre me apoiar em minhas decisões, amparar-me, preparar-me e sempre me aconselhar com bons conselhos.

Aos meus pais faltam palavras para agradecê-los. Muito obrigado por tudo que fizeram por mim até o momento. Todas as decisões tomadas enquanto eu não era capaz de discernir o certo do errado me fizeram ser um cidadão honesto e com princípios excelentes. Agradeço a Deus pela oportunidade de ter sido concebido em uma família como a nossa, que preza, principalmente, pela união e pelo respeito entre as partes, que é estruturada, guerreira e que, por esses motivos, está em constante evolução.

Também agradeço à minha namorada Beatriz, em especial por essa conquista, por ter feito a inscrição no vestibular e por me incentivar arduamente a realizá-lo. Sinto que você me completa e sempre almeja o meu bem, assim como almeja o seu. Durante essa trajetória, você sempre se manteve ao meu lado, dando suporte, me encorajando e mantendo-me convencido de que todo esforço seria retribuído, assim como já está sendo. Não posso deixar de agradecer aos meus amigos de faculdade, Gustavo Sandro, Leandro Baffi, Matheus Micelli, Matheus Moura, Vitor Ghiraldelo, Pedro Candido, José Mejia, Nuelson Carlitos, Christian Calandrin, João Leme, entre outros. Assim como minha família, vocês caminharam juntos comigo e sempre me ajudaram a manter a confiança e o equilíbrio emocional. Fico muito feliz pelo laço de amizade que criamos e pelo entendimento mútuo em nos ajudar e mantermos sempre unidos, sendo essencial para minimizar a saudade de nossas famílias. Não posso afirmar que nosso grupo será o melhor, mas uma certeza que tenho: seremos profissionais exemplares e daremos muito orgulho a todos que nos rodeiam, principalmente aos nossos familiares, que foram fundamentais para nosso crescimento como indivíduos íntegros.

Aos membros da UNESP, obrigado por todo o apoio e conhecimento compartilhado. Compreendo que escolhi uma universidade certa para realizar minha graduação. À minha orientadora, Prof. Andrea Cressoni De Conti, deixo um agradecimento especial por me ter dado a oportunidade de adquirir conhecimentos que, mesmo em áreas de atuação diferentes da estudada, servem como base para o que exerço hoje.

Finalizo evidenciando a frase que sempre ouvi e faço valer durante minha caminhada: "Família unida jamais será vencida.". Vocês são minha base. Vamos juntos plantar e colher ainda mais frutos.

“O SENHOR é o meu pastor; nada me faltará. Ele me faz repousar em pastos verdejantes. Leva-me para junto das águas de descanso; refrigera-me a alma. Guia-me pelas veredas da justiça por amor do seu nome. Ainda que eu ande pelo vale da sombra da morte, não temerei mal nenhum, porque tu estás comigo; o teu bordão e o teu cajado me consolam. Preparas-me uma mesa na presença dos meus adversários, unges a minha cabeça com óleo; o meu cálice transborda. Bondade e misericórdia certamente me seguirão todos os dias da minha vida; e habitarei na Casa do SENHOR para todo o sempre”

Salmo 23:1-6

RESUMO

O presente trabalho tem como finalidade apresentar a toda comunidade acadêmica, a importância e os detalhes que cercam o acompanhamento da implementação de projetos de usinas fotovoltaicas, considerando a crescente importância das energias renováveis no mundo e no Brasil. Inicia-se com uma análise da energia renovável global e sua influência na mitigação das mudanças climáticas. Discute-se a expansão da energia fotovoltaica no Brasil, relatando as políticas governamentais e incentivos fiscais que promovem o crescimento do setor. O acompanhamento de obra e a gestão de projetos são tópicos cruciais, enfatizando a comunicação eficaz, o uso de ferramentas como mapas de atividades e cronogramas, além da documentação diária de obra e medição de avanço. O Trabalho de Conclusão de Curso destaca a energia fotovoltaica mostrando como ela é fundamental para a sustentabilidade e o desenvolvimento do Brasil e do mundo. O estudo aborda aspectos de acompanhamento de implementações de usinas fotovoltaicas com o detalhamento de indicadores de qualidade, métodos de execução e métodos de gerenciamento.

PALAVRAS-CHAVE: Energia fotovoltaica; Acompanhamento de obra; Energia renovável; Usina fotovoltaica; Transição energética.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to introduce the entire academic community, especially the FEC Energy Engineering course, to the importance and details surrounding the implementation of photovoltaic plant projects, considering the growing importance of renewable energies in the world and in Brazil. It begins with an analysis of global renewable energy and its influence on climate change mitigation. The expansion of photovoltaic energy in Brazil is discussed, with an account of government policies and tax incentives that promote growth in the sector. Site monitoring and project management are crucial topics, emphasizing effective communication, the use of tools such as activity maps and schedules, as well as daily site documentation and progress measurement. The Final Paper highlights the photovoltaic energy, showing how it is fundamental to sustainability and development in Brazil and around the world. The study looks at management aspects that ensure the success of photovoltaic projects.

KEYWORDS: Photovoltaic energy; Construction site monitoring; Renewable energy; Photovoltaic power plant; Energy transition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Investimentos Global por ano em energias renováveis.....	13
Figura 2: Principais fontes de energia de cada estado do Brasil	14
Figura 3: Funcionamento do Kit gerador fotovoltaico	17
Figura 4: Layout de Obras	21
Figura 5: Placa de sinalização (velocidade)	22
Figura 6: Placa de sinalização (entrada proibida).....	22
Figura 7: Placa de sinalização (uso de EPI's)	22
Figura 8: Tabela SESMT	24
Figura 9: Cronograma de obra (geral)	26
Figura 10: Cronograma de obra (específico).....	27
Figura 11: KPI's	28
Figura 12: Curva S.....	28
Figura 13: Alinhamento de estacas	30
Figura 14: Montagem das estruturas	30
Figura 15: Preenchimento do cone com concreto usinado	35
Figura 16: Espalhamento natural do concreto	35
Figura 17: Concretagem das estruturas	36
Figura 18: Índice da ATA de reunião	37
Figura 19: Oficialização da ATA de reunião	38
Figura 20: Placas de sinalizações (uso de EPI's).....	40
Figura 21: Placa de sinalização (entrada proibida).....	40
Figura 22: Placa de sinalização (Estacione de ré)	41
Figura 23: Roteador Starlink	41
Figura 24: Sistema de segurança (sensor de presença).....	42
Figura 25: Sistema de segurança (câmera)	42
Figura 26: DDS sendo realizado.....	43
Figura 27: Kit EPI's (capacete, luvas, perneira e colete).....	43
Figura 28: Microsoft Project.....	44
Figura 29: Figura Curva S	45
Figura 30: Módulo quebrado no transporte	46
Figura 31: CT-e assinada e com observação oficializada	47

LISTA DE ABREVIACOES

CO	dióxido de carbono
NOX	óxido de nitrogênio
MP	material particulado
SOx	dióxido de enxofre
O ₃	oxônio
IEA	Agência Internacional de Energia
SIN	Sistema Interligado Nacional
UFV	Usina Fotovoltaica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
ICMS	Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços
IPI	Imposto sobre Produto Industrializados
SCEE	Sistema de Compensação de ENERGIA Elétrica
PERS	Programa de Energia Renovável Social
GD	Geração Distribuída
APR	Análise Preliminar de Risco
EPI's	Equipamentos de Proteção Individual
CA	Certificado de Aprovação
KPI's	Key Performance Indicators
RDO	Relatório Diário de Obra
RNC	Relatório de Não Conformidade
O&M	Operação e manutenção
DDS	Discussão Diário de Segurança
NF	Nota Fiscal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Energias renováveis no mundo	12
1.2 Energia renovável no brasil	13
1.3 Políticas governamentais e incentivos fiscais no Brasil	15
1.3.1 Lei 14.300.....	15
1.4 Energia fotovoltaica no Brasil	16
2 METODOLOGIA	18
2.1 Acompanhamento de obra	18
2.1.1 Comunicação	18
2.1.2 Mapa de atividades	20
2.1.3 Manual de mobilização.....	20
2.1.4 Segurança do trabalho	23
2.1.5 Cronograma de obra	26
2.1.5.1 Relatório Diário de Obra	29
2.1.5.2 Medição de avanço	30
2.1.6 Recebimento de materiais e equipamentos.....	31
2.1.6.1 Ficha de recebimento.....	31
2.1.6.2 Relatório de não conformidade.....	33
2.1.6.3 Recebimento de cimento usinado	34
3 RESULTADOS.....	36
3.1 Comunicação	36
3.2 Mapa de atividade.....	39
3.3 Manual de mobilização.....	39
3.4 Segurança do trabalho	42
3.5 Cronograma de obra	44
3.6 Recebimento de materiais.....	45
4 CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS	49

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico de um país está ligado com o consumo de energia elétrica, já que esse fator significa maior industrialização dessa nação [1]. Após a revolução industrial a economia mundial passou a basear-se, principalmente, nas matrizes energéticas fósseis [2], fontes essas que emitem dióxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO_x) e ozônio (O₃). Esses poluentes podem causar sérios problemas de saúde à humanidade, como: os cardíacos, com a oxigenação sanguínea, inflamações, dentre outras disfunções. Além disso, eles podem agredir o meio ambiente, causando impactos como mudanças climáticas e aquecimento global [3][4][5][6]. Dessa maneira, o repensar em fontes alternativas de energia fez-se necessário, aumentando o uso de energias renováveis atualmente no mundo, podendo levar a geração solar fotovoltaica para o topo das fontes de energia[7].

1.1 Energias renováveis no mundo

Em constante crescimento, as energias renováveis vêm ganhando notoriedade nas discussões de planejamento energético dos países, uma vez que, elas são pontos fundamentais para a transição energética global [8]. No entanto essa tarefa é complexa, por decorrência do custo e da concorrência das fontes tradicionais, que normalmente já estão bem enraizadas.

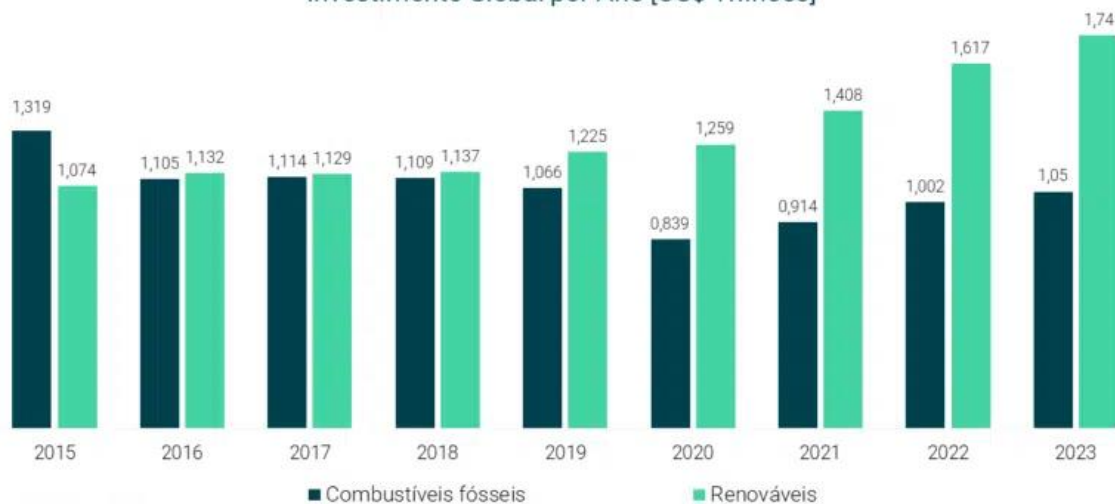
As fontes renováveis mais utilizadas no mundo são provenientes de energia solar, eólica, hidráulica, de biomassa ou geotérmica, energias essas que são originadas através de irradiação solar, vento, de energia potencial gravitacional, de calor ou de matéria orgânica.

Embora exista diversas fontes, a distribuição da matriz energética mundial ainda é muito desigual, uma vez que a solar, eólica e geotérmica correspondem a apenas 2,5% e a hidráulica e de biomassa 15%. A resistência quanto a geração menos nociva vem de fontes como as derivadas do petróleo, do carvão e a de gás natural, que representam, respectivamente, 29,5%, 23,5 e 25% da matriz [9].

Na busca por uma maior atratividade, as fontes renováveis precisam disputar espaços com outra cuja disponibilidade e acessibilidade é muito alta, como é notório quando comparamos com petróleo e carvão, além disso, exige muito tecnologia e infraestrutura para a extração, transporte e uso dessas fontes, bem como, a sua alta densidade energética, o que deixa essa disputa ainda mais acirrada[10].

A Figura 1 apresenta o crescimento da utilização das energias renováveis pelos países. É visível que desde 2016 os investimentos nessas fontes vêm se tornando mais presentes comparado aos combustíveis fósseis, sendo a diferença maior ano após ano. Segundo a Agência internacional de Energia (IEA) em 2023 os aportes serão de US\$1,7 trilhões em energia limpa e a geração solar fotovoltaica superará a do petróleo, pela primeira vez na história. Esses investimentos são provenientes, principalmente, de países como China, Estados Unidos, Alemanha, Índia e Reino Unido que correspondem a mais de 32% dos investimentos globais [11]–[13].

Figura 1: Investimentos Global por ano em energias renováveis
Investimento Global por Ano [US\$ Trilhões]



Fonte: IEA, 2023

1.2 Energia renovável no brasil

O cenário energético brasileiro vem sofrendo influências positivas, das fontes renováveis. Detentor de um grande território, cerca de 8.547.403,5 km² [14], o Brasil tem abundância de recursos naturais, possibilitando que haja alternativas para solucionar as crescentes preocupações com a sustentabilidade [15], seja com investimentos em energia solar, eólica, biomassa etc. [16]. Amparado por políticas governamentais e incentivos fiscais, o país tem registrado uma crescente dessas fontes de energia, garantindo a redução das emissões de gases contribuintes do efeito estufa [17].

Figura 2: Principais fontes de energia de cada estado do Brasil



Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica, 2021

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética, com capacidade instalada de 185 GW, em 2022, o Brasil tem como principal fonte de energia renovável as hidrelétricas, elas são responsáveis por 51,3% da energia gerada no nosso território, como é possível identificar pela análise da Figura 2. As fontes hídricas, vem em seguida por eólica e solar com, respectivamente, 12 e 11,5%, fontes essas que deve ter sua contribuição cada vez maior [18].

Em alguns estados do Brasil, ainda se faz uso de fontes não renováveis, cenário que está em constante mudança, seja por estarem fora do Sistema Interligado Nacional (SIN), como é o caso da região Norte [19], ou por falta de investimentos. Dessa forma, a utilização de óleo diesel, gás natural e carvão se fazem presentes, fornecendo energia e possibilitando a utilização de acesso a tecnologias e qualidade de vida a população, contudo, sabemos que a origem dessa energia contribui para mudanças climáticas, trazendo prejuízos incalculáveis para o planeta.

1.3 Políticas governamentais e incentivos fiscais no Brasil

No Brasil, existem várias ações para fazer com que Usinas Fotovoltaicas (UFV) sejam implementadas, como [20]–[23]:

- Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL: Estabeleceu regras para a microgeração e a minigeração distribuída de energia solar por particulares. Permitiu o sistema de compensação, onde a energia produzida por painéis fotovoltaicos gera créditos que podem ser compensados na conta de luz;
- Resolução Normativa nº 687/2015 da ANEEL: Atualizou a Resolução Normativa nº 482 e estabeleceu novas regras, incluindo a criação das modalidades do autoconsumo remoto e da geração compartilhada;
- CONFAZ – Convênio ICMS 101/97 e Convênio ICMS 16/2015: O Convênio nº 101/97 concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica. O Convênio nº 16/2015 autoriza a isenção do ICMS nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica;
- Incentivos de IPI e PIS-COFINS: A venda dos produtos semicondutores, *displays* e módulos ou células fotovoltaicas também tem incentivos de IPI e PIS-COFINS;
- Desconto no IPTU: Alguns municípios oferecem descontos no IPTU para imóveis que utilizam energia solar.

A energia solar, em particular, tem o potencial de desempenhar um papel crucial na matriz energética do Brasil, dada as condições climáticas do país. No entanto, apesar do otimismo, existem desafios, como a infraestrutura para energia solar que hoje ainda está em desenvolvimento, questões regulatórias que precisam ser abordadas que desencadearia em maior atratividade em novos projetos de UFV. Em resumo, o futuro da energia solar no Brasil é promissor, mas dependerá muito de políticas favoráveis para garantir que o setor continue a crescer e atinja seu potencial máximo [24].

1.3.1 Lei 14.300

A Lei 14.300, também conhecida como a nova lei da energia solar, é considerada o marco legal do setor no Brasil. Ela foi promulgada em 6 de janeiro de 2022. Esta lei institui o marco

legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS).

A lei introduz várias definições importantes, incluindo:

- Autoconsumo local: modalidade de microgeração ou minigeração distribuída eletricamente junto à carga, participante do SCEE, no qual o excedente de energia elétrica gerado por unidade consumidora de titularidade de um consumidor-gerador, pessoa física ou jurídica, é compensado ou creditado pela mesma unidade consumidora;
- Autoconsumo remoto: modalidade caracterizada por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma pessoa jurídica, incluídas matriz e filial, ou pessoa física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída, com atendimento de todas as unidades consumidoras pela mesma distribuidora;
- Consórcio de consumidores de energia elétrica: reunião de pessoas físicas e/ou jurídicas consumidoras de energia elétrica instituído para a geração de energia destinada a consumo próprio, com atendimento de todas as unidades consumidoras pela mesma distribuidora.

A lei também institui a cobrança dos custos de distribuição para quem produz a própria energia e, atualmente, não paga essa tarifa quando usa a energia da rede, mas compensa esse uso com os créditos de geração. No entanto, para os projetos de energia solar já existentes ou que protocolarem a solicitação de acesso até 7 de janeiro de 2023, as regras atuais (com a isenção) serão mantidas até 2045.

1.4 Energia fotovoltaica no Brasil

A energia solar fotovoltaica tem se destacado como uma alternativa promissora para substituir as fontes de energia não renováveis no mundo e principalmente no Brasil. Com uma ótima irradiação solar, o Brasil possui um grande potencial para aproveitar essa fonte de energia renovável [25], [26]. Além disso, esse tipo de energia pode poupar, em boa parte dos dias, o uso de fontes hidrelétricas, reforçando a ideia de que ela é uma alternativa estratégica.

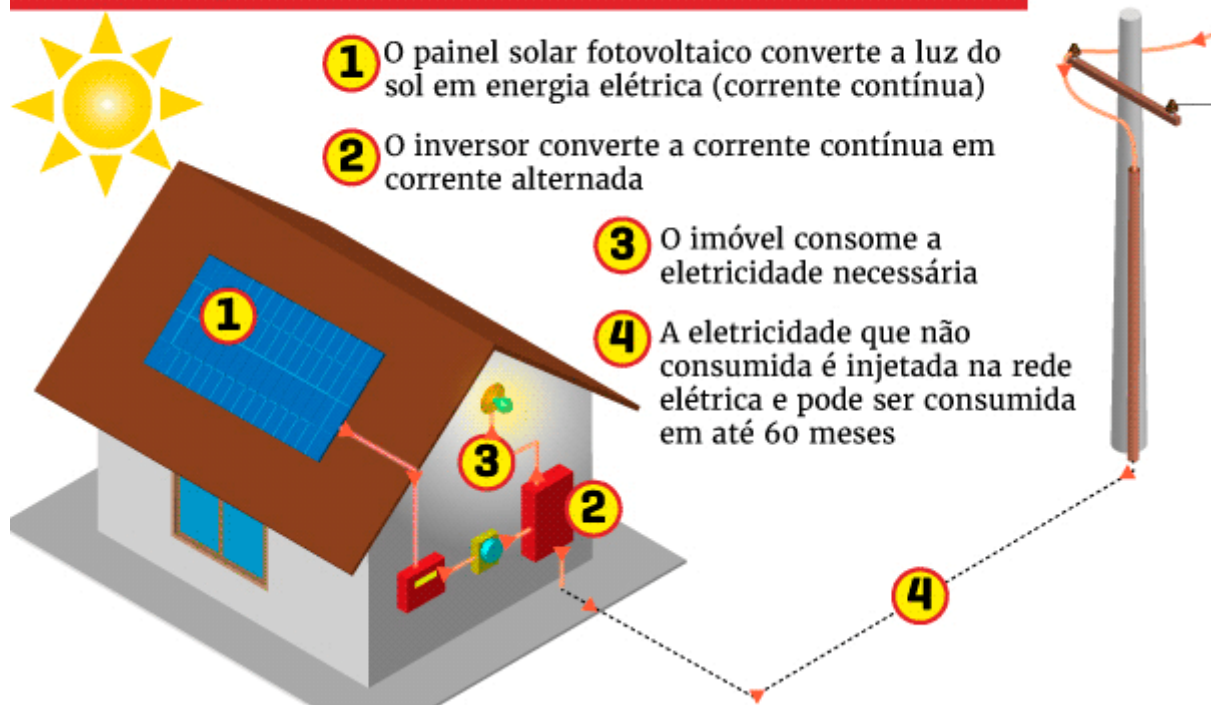
A energia solar fotovoltaica, que converte a luz solar em eletricidade usando células fotovoltaicas, inversores e transformadores, Figura 3, apresenta várias vantagens [25], [26]:

- É uma fonte de energia limpa;
- Pode ser implementada em várias escalas;

- Pode ser implementada em regiões isoladas;
- Pode não necessitar de grande área de instalação;
- É possível o remanejamento e ou aumento da potência instalada;
- É facilmente empregada para poupar outros tipos de geração.

Figura 3: Funcionamento do Kit gerador fotovoltaico

Energia Solar Fotovoltaica



Fonte: Panda Solar, 2021

O crescimento da energia solar no Brasil tem sido impulsionado por vários fatores, como políticas governamentais favoráveis, como incentivos fiscais e tarifas de alimentação, o que têm sido um papel crucial. Além disso, os avanços tecnológicos têm reduzido o custo dos painéis solares, tornando a energia solar mais acessível [25], [26].

De acordo com a Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD) as instalações de geração distribuída (GD) no Brasil ultrapassaram 22 GW no primeiro semestre e devem fechar o ano de 2023 com cerca de 26 GW de capacidade [27], chegando em um possível montante de R\$38 bilhões em investimento. Tal aumento tem relação com a proximidade física entre gerador e consumidor e pela redução do custo do kit gerador, uma vez que o custo de produção dos módulos fotovoltaicos é crucial para determinar o valor final do produto. Com redução de 58%, do custo, na produção dos módulos e por ele representar de 38 a 50% do preço

final do sistema fotovoltaico, os módulos contribuirão para a queda do preço final para o consumidor, influenciando uma redução de 20% no mercado brasileiro [28].

As perspectivas para a energia solar no Brasil são promissoras, a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar) estima que os novos investimentos em energia solar em 2023 poderão ultrapassar 50 bilhões de reais [29].

2 METODOLOGIA

2.1 Acompanhamento de obra

O acompanhamento de um projeto de Usina Fotovoltaica é importante assim como qualquer outro projeto, devido ao fato de ter prazos e de se tratar de uma construção que envolve um investimento considerável. O acompanhamento está totalmente ligado ao sucesso e eficiência da usina, haja vista que é primordial o cumprimento fiel das etapas de construções presentes nos projetos executivos[30]. Não menos importante, ele garantirá que as regulamentações locais, como as de âmbito ambiental e regulatório, sejam cumpridas, evitará assim multas e problemas legais. Questões financeiras também são administradas ao supervisionar o empreendimento de perto, pois com a presença é possível evitar desperdícios, atrasos no cronograma, retrabalho e acompanhamento de qualidade tanto da execução quanto do fornecimento de materiais.

2.1.1 Comunicação

A forma de comunicação entre as partes envolvidas no projeto é essencial para qualquer projeto e não é menos importante em uma implantação de UFV. A definição traz benefícios como[30], [31]

- **Compreensão compartilhada:** com uma comunicação bem definida, ela ajudará na garantia que todos os envolvidos terão uma ótima compreensão dos objetivos, expectativas e os requisitos do projeto;
- **Transparência:** permitirão que todas as partes tenham acesso as informações relevantes, sem que haja falta de conhecimento por quaisquer integrantes, elemento fundamental para evitar riscos;
- **Minimização de conflitos:** um dos motivos para o surgimento de conflitos é a falta de definições de hierarquias e consecutivamente a falta de comunicação entre prestador e encarregado;

- Eficiência na tomada de decisões: com eficácia e agilidade o processo, em questão, permite a compreensão de todas as decisões tomadas pelas partes, possibilitando as atualizações financeiras, de projetos de engenharia e da equipe de execução;
- Melhorias contínuas: por meio do detalhamento das atividades, os envolvidos poderão propor sugestões de melhorias a fim de aprimorar e evitar problemas similares nos próximos projetos.

Por envolver diversas partes interessadas, incluindo investidores, a comunicação é primordial para o sucesso do empreendimento, o meio com que ele é feito, não limita a [30]:

- E-mail: é uma forma eficiente para a comunicação escrita que permite o compartilhamento de documentações e informações e é muito usado como forma de formalizar decisões;
- Reuniões presenciais: são valiosas para as decisões importantes, promovendo a compreensão das etapas. Normalmente a reunião presencial é utilizada para o momento da contratação, visto ser uma parte crucial do projeto;
- Videoconferências: as reuniões em tempo real são muito uteis quando as partes envolvidas estão distantes e necessitarão compartilhar informações e tomar decisões rápidas. As plataformas mais utilizadas são *Zoom* e *Microsoft Teams*, quando não, *Google Meet*;
- Teleconferências: chamadas telefônicas em grupo são utilizadas para divulgações rápidas, principalmente em uma situação em que os integrantes estão atarefados;
- Mensagens instantâneas: o WhatsApp vem se tornando um meio, informal, de compartilhamento de informações de projetos. Pela sua forma rápida de comunicação os interessados podem se comunicar via áudio ou mensagem sem grandes dificuldades;
- Plataformas de gerenciamento de projetos: Ferramentas como o Microsoft Project, Trello, Asana e Jira permitem que as equipes compartilhem informações, atribuam tarefas e acompanhem o andamento do projeto;
- Plataforma de colaboração em Nuvem: Google Workspace, Microsoft 365 e Dropbox são utilizadas para o compartilhamento de documentos, planilhas e outros arquivos;
- Plataformas internas de comunicação: as empresas, normalmente, têm plataformas que auxiliam os colaboradores a encontrar projetos e dados que facilitam o desenvolver da sua atividade.

De forma geral, a escolha do meio de comunicação depende do tipo de informação, urgência e do conhecimento das partes que estarão encarregadas de receber ou tomar a decisão.

É comum que no decorrer do projeto muitas formas de comunicação sejam utilizadas, porém o que se deve deixar bem definido é a comunicação final, ou seja, aquela que oficializará a decisão tomada, bem como as pessoas que receberão essa informação.

2.1.2 Mapa de atividades

O mapa de atividades são definições essenciais na gestão de projetos, ele fornecerá uma representação visual de todas as tarefas, prazos e dependências de um projeto. A sua importância reside em diversas áreas como a de visualização clara e estruturada de todas as atividades do projeto, facilitará a compreensão dos passos que precisarão ser seguidos. Ajudando a estabelecer a sequência lógica e a sequência das atividades, o que é importante para garantir a eficácia do projeto [32].

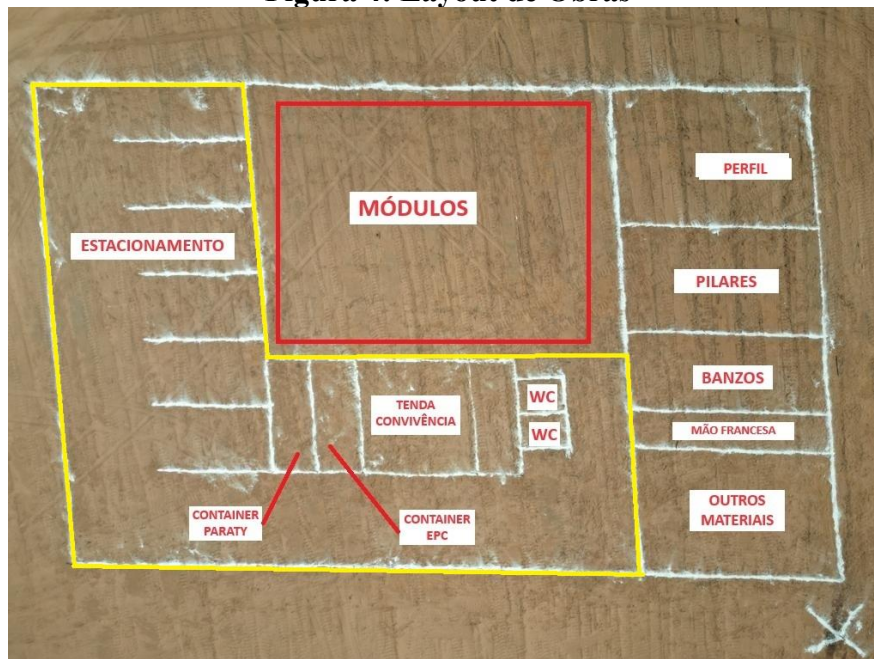
Além disso, os mapas de atividades ajudarão a identificar dependências entre tarefas, definir prazos, atribuir responsabilidades, gerenciar riscos, acompanhar o progresso, comunicar-se de forma eficaz com todas as partes interessadas e otimizar a hora-homem. Também fornecerá uma base para a tomada de decisões informadas ao longo do projeto, contribuindo para o seu sucesso geral. Não menos importante o mapa definirá quem é o responsável pela atividade e quem será o apoio, determinando a hierarquia a ser seguida [32].

2.1.3 Manual de mobilização

A fim de garantir elementos fundamentais que trazem harmonia para a equipe de prestadores de serviço, o manual de mobilização deverá ser emitido contendo itens básicos como segurança patrimonial e do trabalho, higiene pessoal e que atendam requisitos ambientais como locais de descartes de materiais de obra e lixos [33].

A definição do *layout* de obras, Figura 4, é um item indiscutível, nele é possível definir os locais destinados ao armazenamento dos equipamentos e materiais, bem como as áreas de escritórios, sanitários, de estacionamento e de convívio.

Figura 4: Layout de Obras



Fonte: Próprio autor, 2023

O Layout deverá seguir o modelo padrão proposto pela contratada que pode ou não ter as seguintes solicitações:

- As vagas de estacionamento deverão ser separadas por cones com correntes ou tela tapume com placa indicativa “Estacione de Ré”;
- Toda área circulado em amarelo deverá conter brita;
- As áreas de depósito de diferentes materiais deverão ser separadas por tela tapume tendo materiais novos segregados de os reprovados e sucatas;
- Deverá haver 01 WC exclusivamente feminino;
- Container da contratada deverá conter banheiro interno;
- Na divisão da área de canteiro com a área de trabalho, será necessário separação física, seja está com cones e correntes ou tela tapume.

Todos os pontos devem ser calmamente pensados e posicionados estrategicamente, afim de sempre otimizar tempo e proporcionar conforto e praticidade aos colaboradores. Além disso, no canteiro, deverá haver uma área destinada a um mural, onde nele ficará ficar exposto o Layout Geral em folha A0, Análise Preliminar de Risco (APR), informativos de Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs), mapa de riscos da planta, os indicadores de avanço físico e o cronograma da obra. Todos esses pontos vêm para fortalecer, por parte dos envolvidos, sobre o

andamento das atividades e por meio deles os encarregados poderão tomar medidas cabíveis em determinadas circunstâncias.

Algumas questões como as iluminações perimetrais, sinalizações das vias e de alertas de perigo, são questões que visam resguardar a integridade física dos prestadores de serviço e visitantes do canteiro de obra. É fundamental que em áreas de arruamento internas, deverão ser instaladas placas de controle de velocidade, Figura 5, evitando assim que veículos transitem de forma perigosa e que, por ter fluxo de pessoas, cause um acidente com vítimas.

Figura 5: Placa de sinalização (velocidade)



Fonte: Autor desconhecido

Sinalizações de entrada, Figura 6, devem ser colocadas junto à guarita e cancela, deverá conter uma placa informando a proibição do acesso sem autorização, isso evitará curiosos e pessoas sem treinamento. Para maiores precauções, é necessário, também, uma placa de obrigatoriedade do uso de EPIs (Equipamento de Proteção Individual), Figura 7, certificando que todo indivíduo que adentrem ao canteiro de obra esteja utilizando capacete, óculos, par de luvas e botina.

Figura 6: Placa de sinalização (entrada proibida)



Fonte: Autor desconhecido

Figura 7: Placa de sinalização (uso de EPI's)



Fonte: Autor desconhecido

Quanto a segurança patrimonial, a solicitação é de que deverá acessar a obra somente pessoas habilitadas que tiverem passado pelas etapas de integração e tenham seu nome na listagem oficial de colaboradores da obra. Colaboradores terceiros, seguirão a mesma rotina sendo proibida visita de pessoas que não tenham função específica e relacionada à obra, evitando, assim, transtornos que poderão ser ocasionados por pessoas sem conhecimentos prévios.

O prestador de serviço responsável pela segurança, que durante o período de trabalho ficará posicionado em uma guarita, tem como funções:

- Fazer o controle de entrada e saída de pessoas na obra através do preenchimento do controle de visitantes, com nome, empresa, atividade e os horários de entrada e saída;
- Em caso de prestadores terceiros para realização de serviços pontuais, a segurança é responsável por verificar se aqueles prestadores possuem o EPI's mínimo para permanecer nos locais de trabalho (capacete, óculos, par de luvas e esteja utilizando botina).

2.1.4 Segurança do trabalho

Quanto à segurança do trabalho devem ser obedecidas todas as normas da NR-04 - SERVIÇO ESPECIALIZADO EM SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO e a norma NR-18 – OBRAS DE CONSTRUÇÃO, DEMOLIÇÃO E REPAROS. Tais NRs são fundamentais para os trabalhadores que desempenham as atividades que antecedem a energização da usina, etapa essa que requer a exigência da NR-10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE [34].

O número de Técnicos de Segurança do Trabalho, Engenheiros de Segurança do Trabalho, Médicos do Trabalho e afins deverá ser dimensionado de acordo com o SESMT mostrado na Figura 8.

Figura 8: Tabela SESMT

DIMENSIONAMENTO DOS SESMT		NÚMERO DE EMPREGADOS NO ESTABELECIMENTO							
GRAU DE RISCO	TÉCNICOS NECESSÁRIOS	50 a 100	101 a 251	251 a 500	501 a 1000	1001 a 2000	2001 a 3500	3501 a 5000	Acima de 5000: adicional para cada grupo de 4000 ou fração acima de 2000**
1	Técnico Seg. do Trabalho				1	1	1	2	1
	Engenheiro de Seg. do Trabalho						1*	1	1*
	Aux. Enfermagem do Trabalho						1	1	1
	Enfermeiro do Trabalho							1*	
	Médico do Trabalho					1*	1*	1	1*
2	Técnico Seg. do Trabalho				1	1	2	5	1
	Engenheiro de Seg. do Trabalho					1*	1	1	1*
	Aux. Enfermagem do Trabalho					1	1	1	1
	Enfermeiro do Trabalho							1	
	Médico do Trabalho					1*	1	1	1
3	Técnico Seg. do Trabalho		1	2	3	4	6	8	3
	Engenheiro de Seg. do Trabalho				1*	1	1	2	1
	Aux. Enfermagem do Trabalho					1	2	1	1
	Enfermeiro do Trabalho							1	
	Médico do Trabalho				1*	1	1	2	1
4	Técnico Seg. do Trabalho	1	2	3	4	5	8	10	3
	Engenheiro de Seg. do Trabalho		1*	1*	1	1	2	3	1
	Aux. Enfermagem do Trabalho				1	1	2	1	1
	Enfermeiro do Trabalho							1	
	Médico do Trabalho		1*	1*	1	1	2	3	1

* Tempo parcial (mínimo de três horas)

** O dimensionamento total para empresas com mais de 5000 empregados deverá ser feito levando em consideração a faixa de 3501 a 5000 + o dimensionamento do(s) grupo(s) de 4000 ou fração acima de 2000.

Observação: Hospitais, Ambulatórios, Maternidade, Casas de Saúde e Repouso, Clínicas e estabelecimentos similares com mais de 500 empregados deverão contratar um Enfermeiro em tempo integral.

Fonte: SESMT, 2022

No tocante aos EPI's será solicitado que a contratada fornecerá a contratante as fichas de controle de entrega de EPI's devidamente assinadas por cada funcionário. Nesta ficha deverão constar as funções a serem executadas pelo prestador, a lista de equipamentos recebidos com Certificado de Aprovação (CA) e validade. No canteiro de obras deverá ser mantido um estoque adequado de bota de segurança, capacete, luva, óculos de proteção etc. para substituição quando necessário, uma vez que no decorrer das atividades sempre ocorre a danificação deles.

É importante que cada trabalhador receba os EPI's adequados para sua função e que nesses tenham informações sobre função, tipo sanguíneo e NR, são estes:

Tabela 1: Relação de EPI's necessários para cada função

<i>FUNÇÃO</i>	<i>EPI</i>
<i>Eletricista</i>	<i>Capacete, Luvas isolantes, Botina isolante com bico de PVC, Perneira.</i>
<i>Carpinteiro</i>	<i>Capacete, Cinto de segurança tipo paraquedista, Luvas de raspa, Protetor auricular, Protetor facial, Bota de segurança</i>
<i>Operador de serra circular</i>	<i>Protetor auricular, Bota de segurança, Capacete, Avental de raspa, Protetor facial, Luvas de raspa, Máscara PFF1, Protetor auricular</i>
<i>Operador de policorte</i>	<i>Protetor auricular, Bota de segurança, Capacete, Avental de raspa, Protetor facial, Luvas de raspa</i>
<i>Pedreiro</i>	<i>Luvas de látex, Óculos ampla visão, Bota de segurança, Capacete</i>
<i>Servente</i>	<i>Eventuais necessários, Bota de segurança, Capacete</i>
<i>Gesseiro</i>	<i>Capacete, Bota de segurança, máscara PFF1, Protetor auricular</i>
<i>Operador de betoneira</i>	<i>Protetor auricular, Máscara PFF1, Botas de borracha, Luvas de látex, Capacete, Óculos ampla visão</i>
<i>Mestre de Obras</i>	<i>Capacete, Bota de segurança</i>
<i>Pintor</i>	<i>Capacete, Bota de segurança, Luvas de látex, Cinto de Segurança tipo paraquedista, Máscara PFF1</i>
<i>Técnico de Segurança</i>	<i>Capacete, Bota de segurança</i>
<i>Engenheiro</i>	<i>Capacete, Bota de segurança</i>

Fonte: SESMT, 2022

Por conta da localidade dessas obras, muitas vezes em regiões com plantações de cana-de-açúcar, é facilmente encontrado animais peçonhentos, dessa forma, é essencial a utilização

de perneira para evitar riscos de picadas. Com o intuito de auxiliar os prestadores de serviço, a Análise Preliminar de Riscos (APR) será utilizada como forma de esclarecer aos interessados qual será o serviço desenvolvido, os contatos para uma eventual emergência, riscos que a pessoa estará exposta, as ferramentas necessárias para a realização, recomendações gerais, os EPI's e EPC's necessários e informações sobre os responsáveis pela execução.

2.1.5 Cronograma de obra

Durante todo o acompanhamento de obra, o responsável terá acesso ao cronograma fornecido pelo gerente de projetos. Comumente para esse acompanhamento será utilizado o *Microsoft Project*, onde nele constará data de início de atividades, a duração programada para ela, a data de término, quais serão as atividades que precedem e sucedem, o peso dela sob o término do projeto e, por fim, a porcentagem planejada e a porcentagem real. A porcentagem real, é aquela que sempre deverá ser igual ou maior que a planejada, nessa circunstância o projeto estará em um cenário perfeito e as atividades estarão fluindo como planejado.

Uma forma mais simplificada de realizar o acompanhamento é por meio de tabelas do Excel, como mostram as Figuras 9 e 10:

Figura 9: Cronograma de obra (geral)

SECO	ABRIL A SETEMBRO
CHUVA	OUTUBRO A MARÇO
Início do projeto:	sex, 24/03/2023
Semana de exibição:	1

COD MAX 18/03/2024

TAREFA	PROGRESSO	INÍCIO	TÉRMINO
FASE 0 - INICIAL		24/03/23	11/08/23
FASE 1 - ENGENHARIA (Projeto Executivo)		16/05/23	05/08/23
FASE 2.1 - NEGOCIAÇÃO, FABRICAÇÃO E ENTREGA (CURVA A)		26/05/23	15/10/23
FASE 3 - CONSTRUÇÃO CIVIL, MONTAGEM ELETROMECÂNICA E ELÉTRICA		12/06/23	22/12/23
Retirada das raízes, supressão vegetal, mobilização e cercamento	0%	12/06/23	07/07/23
FASE 4 - COMISSIONAMENTO		04/01/24	27/01/24
FASE 5 - VISTORIA		22/01/24	15/02/24

Fonte: Próprio autor, 2023

Figura 10: Cronograma de obra (específico)

TAREFA	PROGRESSO	INÍCIO	TÉRMINO
FASE 0 - INICIAL		24/03/23	11/08/23
FASE 1 - ENGENHARIA (Projeto Executivo)		16/05/23	05/08/23
Assinatura de Contrato	0%	16/05/23	27/05/23
Definição do Layout Geral da UFV	0%	16/05/23	21/06/23
Projeto Civil, incluindo terraplanagem e drenagem da UFV	0%	21/06/23	15/08/23
Definição da Lista completa de equipamentos e materias CURVA A	0%	16/05/23	21/06/23
Definição da Lista completa de equipamentos e materias CURVA B	0%	21/06/23	03/08/23
Definição da Lista completa de equipamentos e materias CURVA C e Miscelânea	0%	21/06/23	16/07/23
Projeto Eletromecânico da UFV	0%	21/06/23	16/07/23
Projeto Elétrico da UFV	0%	21/06/23	21/07/23
Projeto da cabine de conexão	0%	21/06/23	16/07/23
Projeto de Proteção e Controle e Telecomunicações	0%	21/06/23	05/08/23

Fonte: Próprio autor, 2023

Com posse dessas informações o *Site Manager* deverá fazer a gestão da equipe para que o cronograma seja atendido. Vale ressaltar que o cumprimento das datas é um item discutido em contratos e que podem causar prejuízos financeiros para a parte que não o cumpre, a sua mudança deve ser formalizada por meio de um aditivo onde todas as partes ficam cientes da alteração.

Por haver itens, no cronograma, que dependem da contratante, como é o caso dos equipamentos da CURVA A (módulos, inversores e estrutura) será função do responsável fazer as devidas cobranças para que haja definição o quanto antes, uma vez que ela implica diretamente na parte civil, a primeira etapa da obra.

Algumas *Key Performance Indicators* (KPIs), Figura 11, são utilizadas para auxiliar no racional de entendimento de controle de custo, qualidade do trabalho, realização de medição do processo e a eficiência operacional, itens que corroboram para o cumprimento do prazo. Por meio delas o gerente poderá tomar decisões estratégicas, realizando melhorias contínuas, pelo fato de identificar áreas de fragilidades e assim implementará ações corretivas [35], [36].

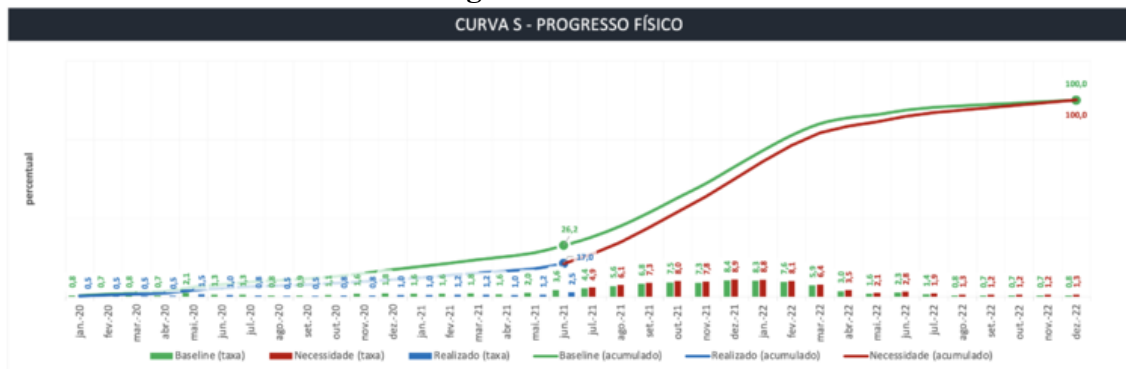
Figura 11: KPI's

Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Quantidade Executada	Quantidade a executar	Executado (%)
1	Obras civis					0%
1.1	Movimentação de terra					0%
1.1.1	Furos p/ pilares 1600x400mm	un	924	0	924	0%
1.1.2	Concretagem de pilares	un	924	0	924	0%
1.1.3	Furos p/ hastes de aterramento	un	80	0	80	0%
1.1.4	Abertura de valas para eletrodutos CC 800x500mm	m	1000	0	1000	0%
1.1.5	Abertura de valas de aterramento 500x400mm	m	4000	0	4000	0%
1.1.6	Construção de caixas de passagem CC 600x600mm	un	23	0	23	0%
1.1.7	Abertura de valas para eletroduto CA	m	460	0	460	0%
1.1.8	Construção de caixas de passagem CA 1000x1100mm	un	5	0	5	0%
1.1.9	Reaterro compactado de valas	m	5460	0	5460	0%
1.1.10	Cercamento Externo	m	1100	0	1100	0%
1.1.11	Cercamento Interno	m	480	0	480	0%
1.1.12	Drenagem superficial	m	1100	0	1100	0%

Fonte: Próprio autor, 2023

Com amparo das KPIs, é possível utilizar o *Microsoft Project*, ferramenta de gerenciamento de projetos, que desempenha um papel importante na definição da Curva S, Figura 12. A Curva S, por sua vez, é uma representação gráfica que mostra a relação entre o tempo e o custo ou então o esforço ao longo de um projeto, que ampara a equipe do projeto para visualizar melhor todo o cenário. Com isso, uma Curva S é traçada como curva base, ou seja, após definida e aprovada pelas partes ela não poderá sofrer alterações, e outra será criada para refletir como o projeto fluirá [37]. É de conhecimento que as linhas tendem a se separar, já que problemas surgirão, porém em algum momento ou no final do projeto, deverá aplicar esforços e elas deverão voltar a se juntar e seguir o juntas.

Figura 12: Curva S



Fonte: Próprio autor, 2023

2.1.5.1 Relatório Diário de Obra

O Relatório Diário de Obra (RDO) tem como intuito reportar todos os acontecidos do dia, por ele será possível evidenciar para o gerente de projetos, todos avanços físicos, com o maior detalhamento possível. No RDO será possível [38]:

- Acompanhamento do processo: equipe e gestores conseguirão monitorar o andamento das atividades diariamente, conseguindo assim atualizar a Curva S. Dado como um ponto crucial, isso possibilita que a checagem do cronograma da obra esteja dentro do planejado sendo possível identificar problemas e eliminar riscos;
- Detecção de problemas: Por meio dos KPI's que estão presentes no relatório, será identificável possíveis problemas, como, falta de prestadores, falta de material, fatores climáticos fora do previsto, dentre outros fatores. Esse levantamento facilitará a tomada de decisão das medidas corretivas de forma oportuna;
- Registrar eventos: Quaisquer tipos de eventos serão adicionados no relatório, seja ele incidente de segurança, condições climáticas, remanejamento de funcionários, chegada de equipamentos, problemas de saúde etc. Isso será muito válido para a investigação de incidentes, disputas contratuais ou futuras análises de desempenho;
- Comunicar com eficiência: Esses quesitos manterá a comunicação clara entre as partes envolvidas, incluindo a equipe EPCista e os investidores do empreendimento, bem como a equipe de engenheiros responsáveis, garantindo assim que todos estejam atualizados sobre o processo;
- Documentar para auditorias: Em uma eventual auditoria de inspeção, os RDOs serão fontes confiáveis de informação sobre as atividades do projeto.

Para complementar o relatório o *Site Manager* será sempre registrar a maior quantidade de detalhes possível e anexar, assim como mostram as Figuras 13 e 14. Ao fazer isso, será criado um histórico completo do projeto, é facilitará a visualização do progresso, então será possível destacar os problemas, sendo assim as imagens podem ser usadas em treinamentos de melhoria contínua etc.

Figura 13: Alinhamento de estacas



Fonte: Próprio autor, 2023

Figura 14: Montagem das estruturas



Fonte: Próprio autor, 2023

2.1.5.2 Medição de avanço

A medição de avanço é uma ferramenta utilizada para a empreiteira conseguir faturar seus recebimentos. Na maioria dos casos, durante a formalização do contrato as contratantes solicitam que as contratadas utilizem o avanço como forma de reivindicar pagamentos, ou seja, do montante do contrato o valor que poderá ser solicitado pela empreiteira poderá ser menor ou

igual ao avanço de obra, caso contrário não será válido a solicitação de pagamento. Além disso, a medição de avanço contribui para:

- **Transparência e responsabilidade:** Fornecerá ao investidor a visibilidade total do progresso, trazendo a ele a tranquilidade necessária para manter a harmonia, ou no pior dos casos, a evidência da tomada de decisão;
- **Controle de orçamento:** como a medição é utilizada, em muitos casos, como forma de controlar pagamento, ela possibilita que o investidor tenha conhecimento dos custos incorridos no projeto;
- **Gestão de riscos:** auxilia na identificação de riscos e eventuais atrasos que poderão afetar o cronograma. Por meio dela, os investidores poderão pressionar a equipe EPCista para a implantação de estratégias;
- **Garantia de qualidade:** faz com que os investidores possam verificar se o trabalho estará sendo desempenhado como foi acordado durante a contratação;
- **Tomada de decisões estratégicas:** seja uma decisão de contratação de novos serviços ou até mesmo de destrato, essa tomada de decisão será sempre adotada com uma análise detalhada do avanço de obra.

2.1.6 Recebimento de materiais e equipamentos

2.1.6.1 Ficha de recebimento

A ficha de recebimento tem a função de coletar informações a fim de gerenciar o estoque, compras e logística do projeto. Ela também auxilia na instrução referente a desembarque do material. Por meio dela, será possível [39]:

- **Registrar e controlar o estoque:** manterá um registro preciso do estoque, ajudando no entendimento do que está disponível ou se o departamento de compras deverá ser acionado;
- **Rastreabilidade:** nele contém informações sobre o material, podendo auxiliar na identificação de fornecedores;
- **Controle de qualidade:** através da ficha de recebimento será possível, no futuro, provar a qualidade dos materiais utilizados na obra, certificando a procedência e garantindo que eles atendam aos padrões;
- **Evidência legal:** Poderá ser usada como prova em uma disputa com fornecedores ou questões de garantia.

Para coletar todas as informações citadas anteriormente, a ficha poderá conter, em seu corpo, alguns tópicos de detalhamento, como [40]:

- Descrição geral do evento: este tópico descreve o evento que ocorrerá de forma rápida e de simples entendimento para todos que estão envolvidos;
- Contatos de emergências: número de telefone e nome das pessoas responsáveis são extremamente importantes estarem na ficha, servindo de suporte para qualquer momento de emergência que ocorrerá durante os trabalhos;
- Responsável pelo transporte: de forma a contribuir com a equipe de segurança, o fornecimento de informações referente ao responsável pelo transporte, se faz necessária para que o responsável possa adentrar sobre a área em que o projeto estará sendo desenvolvido;
- Profissionais envolvidos pelo descarregamento: a lista de nome dos envolvidos auxilia a equipe de segurança, além de alimentar com informações a gestão do projeto, utilizar pessoas capacitadas para essa execução será primordial para recorrer a seguros e para transmitir segurança aos investidores, já que serão materiais que correspondem a uma grande parcela do investimento;
- Conformidades do veículo: garante a segurança de todos os presentes na obra, com essa checagem será possível prever alguns riscos que envolvem o estado do veículo, como ao caso da presença da sirene de ré, item que evita acidentes durante manobras;
- Condições necessárias: velocidade do vento e principalmente precipitações são impeditivos para a execução de entrega de alguns equipamentos que necessitarão de desembarque especial, bem como o de módulos fotovoltaicos;
- EPI's e EPC's: a obrigatoriedade de equipamentos de proteções individuais e coletivos, resguardam os prestadores de serviço e os empregadores, evitando ao máximo acidentes e prováveis processos trabalhistas;
- Ferramentas e maquinários: auxiliará a equipe de campo no que deverá ser utilizado no momento do recebimento será importante para evitar qualquer falta de maquinário e diminuir os riscos de acidentes;
- Método de inspeção da carga: inspecionar as cargas recebidas será fundamental para impedir que problemas com garantia venham à tona, sendo assim reportar qualquer avaria nesse momento é fundamental;
- Riscos: como todas as etapas, no recebimento também haverá diversos riscos, como condições climáticas, queda de altura, lesões, atropelamento, esmagamento, colisões,

dentre outros. Para inibi-los é importante haver instrução dos envolvidos, através de cursos preparatórios;

- Plano de Ringging: é um documento que descreverá os procedimentos e técnicas que serão seguidos para a movimentação, elevação e posicionamento seguro de equipamentos, cargas ou objetos pesados, por meio de um içador, como guinchos;
- Fiscal: ele possui a função de registrar todos os acontecidos durante a execução do recebimento, esse profissional deverá ser de confiança pois ficará responsável a ele a tarefa de fiscalizar e reportar possíveis irregularidades, por isso ele deverá ser imparcial;
- Indicação de acidente: ao notar um acidente, o fiscal deverá sempre realizar o registro do fato para que haja um processo de melhoria contínua, além de auxiliar em futuras disputas de cunho judicial.

É notório que a ficha de recebimento contém detalhes e instruções que dizem respeito a forma de descarregamento, por isso é dever dos gerentes de projetos e do *Site Manager* sempre solicitarem aos fornecedores um manual de instrução para essa finalidade, resguardando todos de problemas de garantia.

2.1.6.2 Relatório de não conformidade

A elaboração de um Relatório de não Conformidade (RNC) no recebimento de equipamentos em uma usina fotovoltaica é uma prática de extrema importância. Esse documento envolverá diversas funções específicas, incluindo a garantia da qualidade dos equipamentos recebidos, a responsabilidade das partes envolvidas em caso de desvios das especificações, e a tomada de medidas corretivas imediatas para resolver problemas.

Além disso, o RNC servirá como um registro documentado que facilitará a rastreabilidade e as auditorias futuras, cumprindo possíveis requisitos legais e regulamentares. Ajudará a acionar garantias do fabricante quando necessário. A transparência e a comunicação eficaz entre todas as partes envolvidas serão promovidas por meio desse relatório. A análise das não conformidades poderá fornecer *insights* valiosos para a melhoria contínua dos processos de aquisição e coleta de equipamentos. Em resumo, a elaboração de um relatório de não conformidade será uma prática necessária que garantirá a qualidade, a conformidade e o funcionamento eficiente de uma usina fotovoltaica e nele pode ou não haver os seguintes pontos:

- Status da não conformidade: indicará se a conformidade foi ou não resolvida;

- Descrição da atividade: descreverá brevemente qual é a atividade que desencadeou a não conformidade;
- Contatos de emergência: em casos de emergência ficará claro os contatos das pessoas que deverá ser procurada;
- Dados da não conformidade: com descrição geral do que houve, do responsável pela identificação, qual foi a possível causa, qual a empresa responsável pela não conformidade e quantidade identificada;
- Ação imediata: irá relatar se houve alguma ação para solucionar o problema, quais foram elas e os responsáveis;
- Quadro de fotos: é um item indispensável para servir como provas de que realmente houve o problema e ele foi identificado rapidamente.

2.1.6.3 Recebimento de cimento usinado

O recebimento de cimento usinado será feito com uma dada frequência em um projeto de UFV, seja para a concretagem de pilares das estruturas ou também para a construção de sala de Operação e Manutenção (O&M). O *Site Manager* tem como função realizar o teste de *Slump*, verificação que certifica que o concreto esteja dentro das especificações desejadas e seja adequado para a utilização, o teste tem como principal ponto determinar a trabalhabilidade do concreto fresco, ajudando a verificar se o concreto terá uma boa compactação.

O processo envolverá o preenchimento de um cone completo com concreto fresco, camada por camada, compactando suavemente cada camada. O cone será então removido e o concreto se espalhará naturalmente. A medição da queda do topo do cone até a parte mais baixa do concreto, após a retirada do cone, será chamada de “deflexão”. Este valor será registrado em milímetros e deverá ficar entre 1500 e 1700mm [41].

Figura 15: Preenchimento do cone com concreto usinado



Fonte: Próprio autor, 2023

Figura 16: Espalhamento natural do concreto



Fonte: Próprio autor, 2023

Figura 17: Concretagem das estruturas



Fonte: Próprio autor, 2023

3 RESULTADOS

3.1 Comunicação

Em decorrência de uma boa definição sobre o meio de comunicação escolhido para as partes do projeto trocarem informações, foi possível criar dois caminhos. Um caminho rápido, por meio de mensagens instantâneas e outro formal, por meio de e-mail. Na maioria das vezes, principalmente, para a equipe de campo, a utilização de aplicativos de mensagens, como *WhatsApp*, é muito utilizada, dado a necessidade de obter e fornecer informações. Ficando sob responsabilidade da equipe corporativa, a missão de sempre oficializar as tomadas de decisões a fim de se precaver sobre problemas futuros.

Os e-mails de formalizações sempre contêm, em sua lista de envio, as partes que interessam, por exemplo, se o assunto em questão é sobre a mudança da vala de aterramento, temos que manter três partes cientes, sendo elas a engenharia, a equipe EPCista e o gerente de projeto, mitigando assim quaisquer erros de futuras atividades.

No tocante a reuniões recorrentes, entre partes da mesma equipe ou de empresas diferentes, o meio mais utilizado é o *Microsoft Teams*, aplicativo de videoconferências que permite a conversa instantânea entre um grupo de pessoas. Esse meio ganhou muita força durante o período de pandemia, em 2021, e foi aderido na rotina das empresas, principalmente, por possibilitar otimizar tempo e proporcionar uma ótima interação. Durante as reuniões, um dos participantes fica responsável por anotar todos os assuntos discutido e, posteriormente, oficializar a ATA de reunião e encaminhar via e-mail, como exemplificam as imagens a seguir:

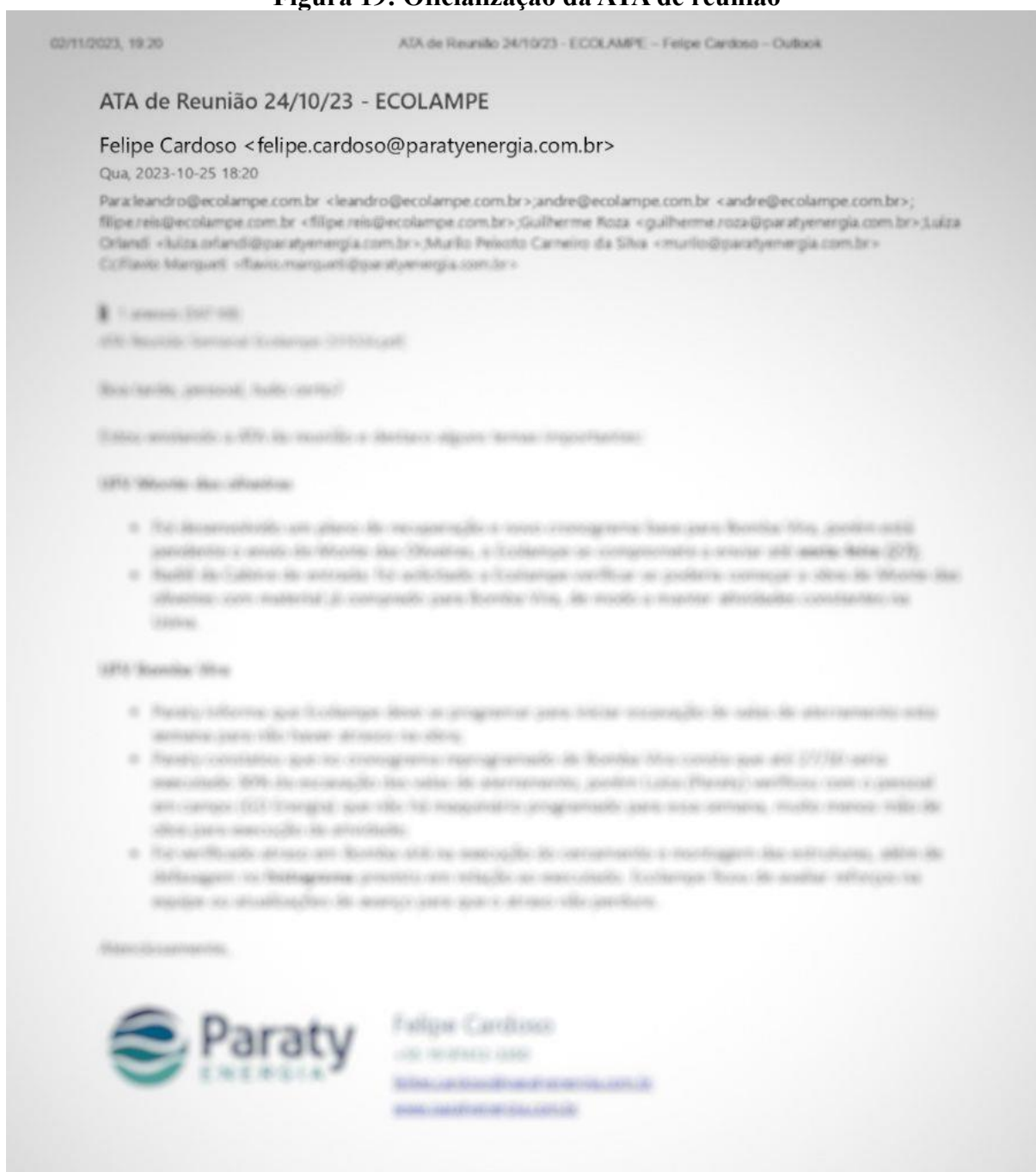
Figura 18: Índice da ATA de reunião

Índice

1.	<i>Informações</i>	2
2.	<i>Participante</i>	2
3.	<i>Objetivo</i>	2
4.	<i>Geral</i>	3
4.1	Lista de materiais	3
4.2	Entrega de módulos	3
4.3	Acompanhamento de obra	3
5.	<i>UFV Bomba Vira</i>	3
5.1	Entrega de módulos	3
5.2	Cercamento	4
5.3	Montagem das estruturas	4
5.4	Malha de Aterramento	4
5.5	Radiê da Cabine de Entrada	4
6.	<i>UFV Monte das Oliveiras</i>	4
6.1	Drenagem	4
6.2	Cercamento	4
6.3	Radiê da Cabine de Entrada	4

Fonte: Próprio autor, 2023

Figura 19: Oficialização da ATA de reunião



Fonte: Próprio autor, 2023

Em especial, na Figura 19, é mostrado um exemplo de caso de oficialização da ATA da Reunião recorrente junto a equipe EPCista. Durante a reunião foi discutido pontos importantes e sigilosos, que se referem ao projeto de implementação de UFV, com isso no corpo do e-mail é indicado ressaltar os pontos mais críticos para que não passem despercebidos.

3.2 Mapa de atividade

O mapa de atividades desenvolvido e aplicado foi essencial para separar e delegar atividades para o time envolvido. Nele foi criado a divisão de etapas de projeto, como exemplifica a Tabela 2:

Tabela 2: Mapa de atividades

<i>Etapa</i>	<i>Atividade</i>
<i>Desenvolvimento inicial</i>	<i>Emissão de documentos ambientais, fundiários, regulatórios, societário, estudo civil etc.</i>
<i>Engenharia e Projetos Executivos</i>	<i>Disparos de RFP para compra de itens como cabos, transformadores, estruturas, módulos, inversores etc.</i>
<i>Compras e contratações</i>	<i>Assinatura de contratos com fornecedores e prestadores de serviço.</i>
<i>Construção e serviços Comissionamento O&M</i>	<i>Acompanhamentos de obra, definição de indicadores Energização da UFV Manutenção preventiva e corretiva, acompanhamento de índices de geração etc.</i>

Fonte: Próprio autor, 2023

Por meio da separação das etapas e das definições de encarregados e apoiadores, foi minimizado o desperdício de homem-hora (HH), já que dois ou mais colaboradores não desempenham a mesma atividade simultaneamente sem haver necessidade, além disso, com tal medida os conflitos internos foram extinguidos, provando assim a necessidade de um mapa de atividade bem elaborado.

3.3 Manual de mobilização

O manual de mobilização trouxe ao EPCista os detalhes necessários para que fosse possível montar o canteiro de obra da forma que a contratante esperava, proporcionando conforto e segurança aos colaboradores e visitantes.

Figura 20: Placas de sinalizações (uso de EPI's)



Fonte: Próprio autor, 2023

Figura 21: Placa de sinalização (entrada proibida)



Fonte: Próprio autor, 2023

Figura 22: Placa de sinalização (Estacione de ré)



Fonte: Próprio autor, 2023

Por meio da implementação de internet, Figura 23, houve a possibilidade de instalar sistemas de segurança para auxiliar a equipe de segurança contratada, como mostra as Figuras 24 e 25. Tal sistema permite que interessados consigam ter imagens em tempo real ou então receber alertas de invasão perimetral diminuindo a chance de furtos ou de invasões.

Figura 23: Roteador Starlink



Fonte: Próprio autor, 2023

Figura 24: Sistema de segurança (sensor de presença)



Fonte: Próprio autor, 2023

Figura 25: Sistema de segurança (câmera)



Fonte: Próprio autor, 2023

3.4 Segurança do trabalho

Constantemente os colaboradores são instruídos por meio de Discussão Diário de Segurança (DDS) sobre precauções, cuidados e atenções que devem ter ao desempenhar as funções pertinentes ao cargo. Tal discussão serve de apoio aos cursos de NR's que eles foram submetidos, tendo um papel fundamental para mitigar acidentes.

Figura 26: DDS sendo realizado.



Fonte: Próprio autor, 2023

Não menos importante, no DDS é discutido a eficiência do uso de EPI's e seus benefício. Além disso, a substituição desses equipamentos é realizada com frequência, haja vista a grande utilização deles, fazendo-se necessário um estoque.

Figura 27: Kit EPI's (capacete, luvas, perneira e colete)



Fonte: Próprio autor, 2023

3.5 Cronograma de obra

Com a utilização do *Microsoft Project* e de planilhas de Excel, é possível a realizar análise percentual do avanço de obra, sendo eles alimentados com informações provenientes dos RDOs, que detalham os avanços diários. Alguns exemplos de KPI's utilizados são:

Tabela 3: Exemplos de KPI's utilizadas

<i>Atividades</i>	<i>KPI's</i>
Montagem mecânica	<i>Quantidades de banzos, mão francesas, perfis e módulos montados.</i>
Lançamento de malha de aterramento	<i>Abertura de valas, lançamentos de hastes de aterramento, solda, instalações de caixas de inspeção etc.</i>
Lançamentos de cabos	<i>Lançamento de eletrodutos e de cabos, ligação de strings etc.</i>

Fonte: Próprio autor, 2023

Pelo *Project* é possível realizar a comparação entre o avanço planejado e o real, ficando fácil a identificação da etapa que ocasionou modificação positiva ou negativa no cronograma, Figura 28. Para o melhor entendimento do status do avanço é utilizado a plotagem da Curva S, nela é possível ver o cenário geral e então tomar a decisão cabível. No projeto em questão, houve a necessidade de abrir algumas frentes de trabalhos simultâneas, visando recuperar datas previstas em contratos e assegurar que ele acabe na data pré-definida em contrato. Sendo assim, é primordial que o gerente de projetos tenha o conhecimento de todas as etapas que compõe empreendimento, tornando-o capaz de ter senso crítico e discernimento para tomadas de decisões.

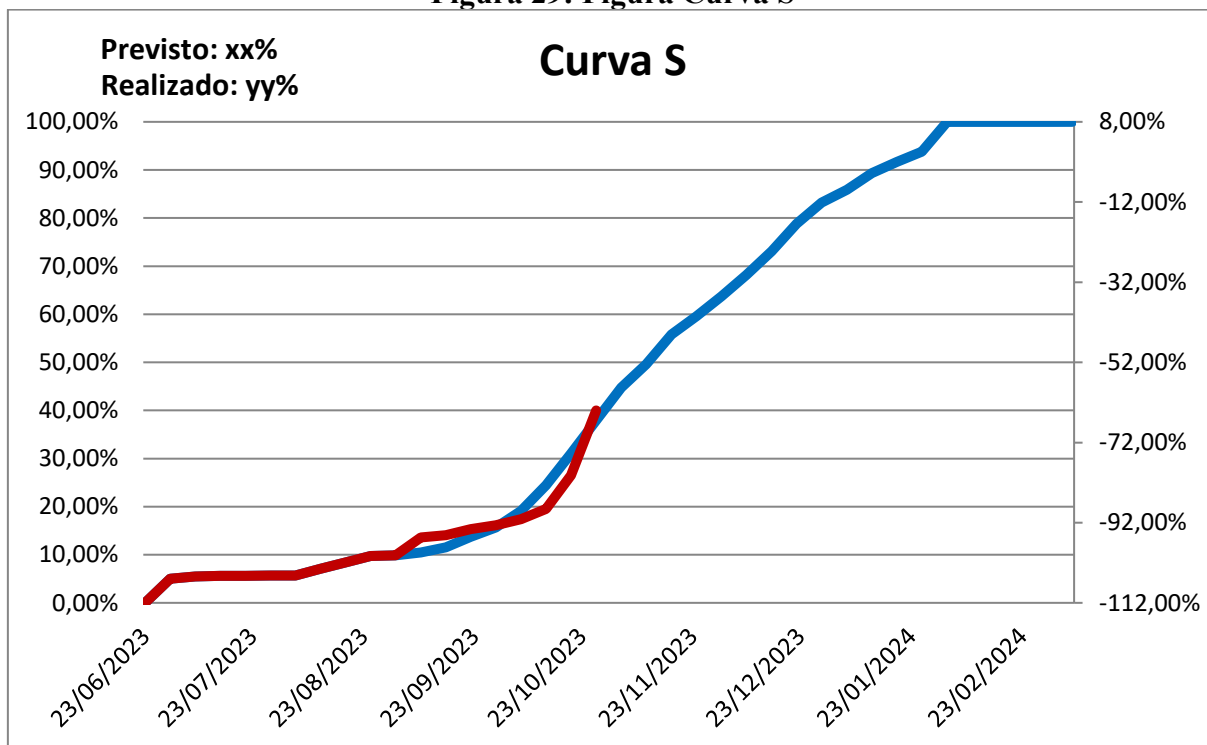
Figura 28: Microsoft Project

▾ Montagem das estruturas	69,00%	66,75%	0	42 dias	Qui 14/09/23	Sex 10/11/23		
Montagem do braço	94,44%	79,00%	0,79	36 dias	Qui 14/09/23	Qui 02/11/23	10;34;14;49II+5 dia:	75TT+2 dias
Montagem mão francesa	84,62%	79,00%	0,79	26 dias	Seg 02/10/23	Seg 06/11/23	74TT+2 dias	76TT+2 dias
Montagem das terças	76,92%	79,00%	0,79	26 dias	Qua 04/10/23	Qua 08/11/23	75TT+2 dias	77TT+2 dias
Torqueamento	20,00%	30,00%	0,3	10 dias	Seg 30/10/23	Sex 10/11/23	76TT+2 dias	116;101
▾ Cablagem : skid - cabine de medição	0,00%	0,00%	0	9 dias	Qui 14/12/23	Ter 26/12/23		
Escavação das valas	0,00%	0,00%	0	1 dia	Qui 14/12/23	Qui 14/12/23	58;17	80
Instalação de eletrodutos e caixas de passagem	0,00%	0,00%	0	1 dia	Sex 15/12/23	Sex 15/12/23	26;79	81
Reaterro das valas	0,00%	0,00%	0	2 dias	Seg 18/12/23	Ter 19/12/23	80	82;86
Lançamento	0,00%	0,00%	0	2 dias	Qua 20/12/23	Qui 21/12/23	81;30;65	83
Conectorização	0,00%	0,00%	0	2 dias	Sex 22/12/23	Seg 25/12/23	82	84
Acabamentos	0,00%	0,00%	0	1 dia	Ter 26/12/23	Ter 26/12/23	83	113;121;89

Fonte: Próprio autor, 2023

Como mostra a Figura 28, em algumas atividades o avanço real é superior ao avanço planejado, já em outros, como a montagem de braços, o avanço está defasado negativamente evidenciando alguma medida deverá ser tomada. Na Figura 29, podemos analisar as características da Curva S, em que sua principal contribuição é ilustrar se o projeto está com o avanço acima, igual ou abaixo do planejado.

Figura 29: Figura Curva S



Fonte: Próprio autor, 2023

No caso em questão, a curva informa que o projeto está levemente acima do planejado, já que a curva planejada é a azul e a vermelha a real. Como é possível analisar, já houve momentos em que a discrepância entre real e planejado foi maior, mas como é de conhecimento inúmeros fatores podem influenciar na execução da obra, sendo essencial o replanejamento.

3.6 Recebimento de materiais

O recebimento de materiais, principalmente, os com custo elevado, devem seguir alguns requisitos específicos, como é o caso dos módulos fotovoltaicos. Os módulos são itens volumosos, que tem seu manuseio complicado e são frágeis, com isso faz-se necessário ter muita cautela e seguir todas as indicações do fornecedor.

Para o seu descarregamento deve ser usado um equipamento próprio para a atividade, como é o caso da empilhadeira. Caso haja alguma avaria na embalagem, fotos devem ser tiradas e o item deve ser identificado, para que no mesmo momento seja criado o RNC, possibilitando o fornecedor tomar a medida cabível e providenciar a substituição.

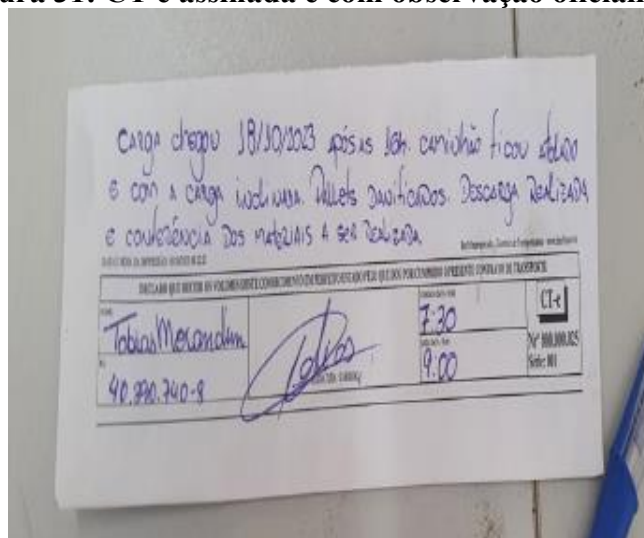
Figura 30: Módulo quebrado no transporte



Fonte: Próprio autor, 2023

A rápida identificação de problemas pode ser um fator importantíssimo para as questões financeiras de um projeto, isso porque, se não detalhado no momento do recebimento a transportadora, seguradora e distribuidora, pode contestar o ocorrido podendo ter causa ganha, por isso o preenchimento da ficha de recebimento, do RNC e da observação na NF se faz essencial.

Figura 31: CT-e assinada e com observação oficializada



Fonte: Próprio autor, 2023

4 CONCLUSÃO

A discussão abrangente relacionadas a energias renováveis, energia fotovoltaica, acompanhamento de obra e outros elementos importantes para o sucesso de projetos fotovoltaicos, além de destacar a importância dessa fonte de energia limpa. No cenário global, as energias renováveis desempenham um papel cada vez mais essencial na mitigação das mudanças climáticas e na transição para uma matriz energética mais sustentável. O crescimento notável da energia solar no Brasil reflete o compromisso com fontes de energia mais limpas e o potencial de expansão no país.

As políticas governamentais e incentivos fiscais desempenham um papel central na promoção da energia renovável, incentivando investimentos e inovação. O Brasil tem implementado regulamentos e metas ambiciosas que visam aumentar a participação de fontes renováveis em sua matriz energética, incluindo a energia fotovoltaica.

O acompanhamento de obra, a comunicação eficaz e a utilização de ferramentas como o mapa de atividades, o manual de mobilização e o cronograma de obra foram fundamentais para garantir que os projetos de usinas fotovoltaicas fossem entregues no prazo e dentro das especificações. O relatório diário de obra, a medição de avanço e a documentação visual por meio de fotos desempenharam um papel crítico na gestão do projeto e na solução de problemas em tempo hábil. A recepção de materiais e equipamentos, como mostrado, foi uma etapa vital do processo e com a ficha de recebimento, foi colocado em pratica um papel central na garantia

de qualidade. A detecção de não conformidades e o relatório de não conformidade foram elementos cruciais para a resolução de problemas e a garantia da qualidade.

Em resumo, os procedimentos descritos destacam a complexidade e a importância dos projetos de usinas fotovoltaicas no contexto das energias renováveis. O Brasil e o mundo estão caminhando em direção a uma matriz energética mais sustentável, e a energia solar desempenha um papel significativo nesse processo. Garantir que esses projetos sejam bem-sucedidos requer planejamento cuidadoso, conformidade regulatória, gerenciamento eficaz e comunicação transparente. Por fim a integração desses elementos contribui para o avanço da energia limpa e a construção de um futuro mais sustentável.

REFERÊNCIAS

- [1] “L. Antonio, N. Simabukulo, M. Martins, and M. M. O. dos Santos, ‘Energia, Industrialização e Modernidade - História Social,’ pp. 1–34, 2006, [Online]. Available: <http://www.museudaenergia.org.br/media/63129/03.pdf>.”
- [2] “S. DE MORAES, C. MASSOLA, E. SACCOCCIO, D. DA SILVA, and Y. GUIMARÃES, ‘Cenário brasileiro da geração e uso de biomassa adensada,’ *Tecnol. e inovação*, vol. 1, 2017.”
- [3] “F. C. Drumm, A. E. Gerhardt, G. D. Fernandes, P. Chagas, M. S. Sucolotti, and P. D. D. C. Kemerich, ‘Poluição Atmosférica Proveniente Da Queima De Combustíveis Derivados Do Petróleo Em Veículos Automotores.,’ *Rev. Eletrônica em Gestão, Educ. e Tecnol. Amb*”.
- [4] “J. P. S. Veiga, J. C. F. T. L. Valle, and W. A. Bizzo, ‘Characterization and productivity of cassava waste and its use as an energy source,’ *Renew. Energy*, vol. 93, 2016.”
- [5] “F. M. Y. D. A. Da Silva, J. L. De Barros, A. L. Da Róz, and G. T. Nakashima, ‘Caracterização de biomassas para a briquetagem,’ *Floresta*, vol. 45, pp. 713–722, 2015.”
- [6] “N. de C. Trombeta and J. V. C. Filho, ‘Potencial e disponibilidade de biomassa de cana-de-açúcar na Região Centro-Sul do Brasil: Indicadores agroindustriais,’ *Rev. Econ. e Sociol. Rural*, vol. 55, no. 3, pp. 479–496, 2017, doi: 10.1590/1234-56781806-947905”.
- [7] J. Goldemberg e O. Lucon, “Energias renováveis: um futuro sustentável”. [Online]. Disponível em: http://www.fuelfromthewind.com/pollution_&_stats.htm
- [8] F. H. M. de Moraes, O. A. V. de O. L. da Silva, A. M. de Moraes, e F. R. Barbosa, “Influence of Solar Irradiation in the Analysis of the Economic Viability of Photovoltaic Systems”, *Revista Brasileira de Meteorologia*, vol. 36, n° 4, p. 723–734, 2021, doi: 10.1590/0102-7786360049.
- [9] “World Energy Outlook 2022”. [Online]. Disponível em: www.iea.org/t&c/
- [10] Stephanie Silva, “Qual a importância e benefícios das fontes de energia renovável?”, <https://respostas.sebrae.com.br/qual-a-importancia-e-beneficios-das-fontes-de-energia-renovavel/>.
- [11] Vanessa Barbosa, “Os 10 países que mais investem em energia renovável”, <https://exame.com/economia/os-10-paises-que-mais-investem-em-energia-renovavel/>.
- [12] “Ranking de Energia: Conheça os Países que mais Investem em Fontes de Energia”, <https://www.sabereletrica.com.br/paises-que-mais-investem-em-fontes-de-energia/>.
- [13] Noah Browning, “Investimentos em energia solar podem superar os de produção de petróleo pela 1ª vez, diz IEA”, <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/investimentos-em-energia-solar-podem-superar-os-de-producao-de-petroleo-pela-1a-vez-diz-iea/>.
- [14] “IBGE apresenta nova área territorial brasileira: 8.515.767,049 km²”, <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14318-asi-ibge-apresenta-nova-area-territorial-brasileira-8515767049-km#:~:text=O%20Brasil%20tem%20uma%20nova,%2C01%25%20sobre...>
- [15] J. DRUMMOND, “Natureza rica, povos pobres? - questões conceituais e analíticas sobre o papel dos recursos naturais na prosperidade contemporânea”. Acessado: 28 de setembro de 2023. [Online]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/dNctLBtNZMWVltL4X3gtVDJ/?lang=pt&format=pdf>
- [16] L. Losekann e M. Hallack, “Novas energias renováveis no Brasil: Desafios e oportunidades”.
- [17] L. G. de O. Junior, “RAZÕES QUE LEVARAM OS CONSUMIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA A SE TRANSFORMAREM EM GERADORES: UMA

- ANÁLISE DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NA CIDADE DE VITÓRIA-ES”, 2018.
- [18] EPE, “Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2021”, 2021, Acessado: 28 de setembro de 2023. [Online]. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio_2021.pdf
- [19] WWF-Brasil, “É possível ampliar as fontes renováveis de energia no Norte?”, <https://www.wwf.org.br/?82213/e-possivel-ampliar-as-fontes-renovaveis-de-energia-no-norte>.
- [20] Ricardo Casarin, “Conheça os incentivos fiscais para energia solar no Brasil”, <https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/geracao-distribuida/conheca-os-incentivos-fiscais-para-energia-solar-no-brasil>.
- [21] “Energia Solar Fotovoltaica”, <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/sustentabilidade/energia-solar-fotovoltaica>.
- [22] Lucas Lau, “Incentivos fiscais e políticos para energia fotovoltaica”, <https://www.shareenergy.com.br/incentivos-fiscais-e-politicos-para-energia-fotovoltaica/>.
- [23] Energia Brasil, “7 incentivos governamentais para quem usa energia solar”, <https://portalenergiabrasil.com.br/energia-solar-7-icentivos-no-brasil/>.
- [24] M. Bursztyn, “Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: O desafio da integração de políticas públicas”, *Estudos Avancados*, vol. 34, nº 98, p. 167–186, jan. 2020, doi: 10.1590/S0103-4014.2020.3498.011.
- [25] T. Rocha Lana, J. Antônio Silva Júnior, M. Segundo da Silva, e M. G. Talarico, “ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA”.
- [26] M. Bursztyn, “Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: O desafio da integração de políticas públicas”, *Estudos Avancados*, vol. 34, nº 98, p. 167–186, jan. 2020, doi: 10.1590/S0103-4014.2020.3498.011.
- [27] “Estudo Estratégico: Geração Distribuída 2023 | Dados do 1º semestre 2023 / Setembro 2023”, https://www.greener.com.br/estudo/estudo-estrategico-geracao-distribuida-setembro-2023-dados-do-1o-semester-2023/?doing_wp_cron=1700877380.9244320392608642578125.
- [28] Henrique Hein, “Brasil iniciou 2023 com redução de 20% no custo dos módulos FV”, <https://canalsolar.com.br/brasil-iniciou-2023-com-reducao-de-20-no-custo-dos-modulos-fv/>.
- [29] “Capacidade de energia solar no Brasil deve crescer 42% em 2023, a 34 GW, prevê Absolar”, <https://www.absolar.org.br/noticia/capacidade-de-energia-solar-no-brasil-deve-crescer-42-em-2023-a-34-gw-preve-absolar/#:~:text=A%20ABSOLAR%20projetou%20ainda%20que,de%2050%20bilh%C3%B5es%20de%20reais>.
- [30] Project Management Institute, *Project Management Body of Knowledge*. Project Management Institute, Inc, 2017.
- [31] Lilian Donato, “Entenda a importância da comunicação em projetos”, <https://blog.aevo.com.br/entenda-a-importancia-da-comunicacao-em-projetos/#:~:text=%C3%89%20por%20meio%20da%20comunica%C3%A7%C3%A3o,sucesso%20do%20projeto%20em%20quest%C3%A3o>.
- [32] Altenyr Barbosa, “QUAL A IMPORTANCIA DO MAPEAMENTO DE PROCESSOS?”, <https://www.linkedin.com/pulse/qual-importancia-do-mapeamento-de-processos-altenyr-barbosa/?originalSubdomain=pt>.
- [33] “5 etapas da gestão de projetos para melhorar o fluxo de trabalho da sua equipe”, <https://asana.com/pt/resources/project-management-phases>, 2022.

- [34] “SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO”.
- [35] S. Moradi, R. Ansari, e R. Taherkhani, “A Systematic Analysis of Construction Performance Management: Key Performance Indicators from 2000 to 2020”, *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, vol. 46, nº 1, p. 15–31, fev. 2022, doi: 10.1007/s40996-021-00626-7.
- [36] C. C. Villazón, L. S. Pinilla, J. R. O. Olaso, N. T. Gandarias, e N. L. de Lacalle, “Identification of key performance indicators in project-based organisations through the lean approach”, *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, nº 15, ago. 2020, doi: 10.3390/su12155977.
- [37] J. Konior e M. Szóstak, “The S-Curve as a Tool for Planning and Controlling of Construction Process—Case Study”, *Applied Sciences*, vol. 10, nº 6, p. 2071, mar. 2020, doi: 10.3390/app10062071.
- [38] R. M. Magalhães, L. C. B. De Brito Mello, e R. A. De Mello Bandeira, “Planning and control of civil works: Multiple case study in Rio de Janeiro construction companies”, *Gestao e Producao*, vol. 25, nº 1, p. 44–55, jan. 2018, doi: 10.1590/0104-530X2079-15.
- [39] “A importância da ficha de verificação de materiais em obras”, <https://blog.qualitab.com.br/ficha-de-verificacao-de-materiais-em-obras/#:~:text=Qual%20%C3%A9%20a%20import%C3%A2ncia%20da,qualidade%20e%20durabilidade%20%C3%A0%20obra>.
- [40] R. H. Reck, F. S. Bataglin, C. T. Formoso, K. B. Barth, T. Diepenbruck, e E. L. Isatto, “Diretrizes para a definição de lotes de montagem de sistemas pré-fabricados de concreto do tipo engineer-to-order”, *Ambiente Construído*, vol. 20, nº 1, p. 105–127, mar. 2020, doi: 10.1590/s1678-86212020000100365.
- [41] J. B. Pereira e G. de F. Maciel, “Measurement of concrete consistency through an automated slump test device: their validation and potentialities”, *Revista Materia*, vol. 26, nº 4, 2021, doi: 10.1590/S1517-707620210004.1388.