



ESTADO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA FAMILIAR E DESENVOLVIMENTO DO
SEMIÁRIDO
PROJETO COOPERAR

PROJETO ELÉTRICO E FOTOVOLTAICO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA COMPLETOS COM GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA - ADCs,
NA ZONA RURAL DO ESTADO DA PARAÍBA.





1. GENERALIDADES

Este projeto propõe a implementação de um sistema hídrico integrado, projetado para fornecer uma solução sustentável e confiável para a captação e armazenamento de água em regiões rurais. Com o objetivo de atender às necessidades vitais de comunidades distantes e áreas com acesso limitado a recursos hídricos, o sistema é uma fusão de inovação tecnológica e responsabilidade ambiental. Através da utilização de energia solar fotovoltaica como fonte primária, o projeto não apenas se alinha com as práticas de sustentabilidade modernas, mas também garante a autonomia energética e operacional dos sistemas de captação e armazenamento de água.

A infraestrutura do sistema é composta por um conjunto de bombas - primárias e de contingência - que são estrategicamente projetadas para operar de maneira eficiente sob a alimentação de células fotovoltaicas. Esta configuração permite que o sistema funcione de forma independente da rede elétrica convencional, reduzindo a vulnerabilidade a interrupções de energia e promovendo a resiliência comunitária. Para mitigar os riscos associados à variabilidade da geração solar, o projeto incorpora uma estratégia de redundância energética, que é ativada automaticamente durante falhas, assegurando a continuidade das operações críticas.

A automação avançada desempenha um papel central no controle do sistema, com circuitos de comando dedicados que gerenciam a ativação das bombas com base nas leituras de sensores de nível de água. Este mecanismo assegura a manutenção dos níveis adequados nos reservatórios, otimizando o uso da água e evitando desperdícios. Além disso, o sistema de filtragem integrado garante que a água captada atenda aos padrões de qualidade antes de ser armazenada ou distribuída, reforçando o compromisso do projeto com a saúde e o bem-estar da população atendida.

Com um olhar voltado para o futuro, o projeto é um exemplo de como a engenharia e a tecnologia podem ser aplicadas para superar desafios ambientais e sociais. Ele reflete um esforço consciente para promover a sustentabilidade, a eficiência e a segurança hídrica, estabelecendo um modelo que pode ser replicado em outras regiões com desafios semelhantes. A implementação deste sistema hídrico integrado com redundância energética não é apenas um passo em direção à inovação, mas também um avanço significativo na garantia de recursos hídricos para as gerações presentes e futuras. Todo o projeto foi elaborado conforme padrão estabelecido por Normas, Portarias e Resoluções, e a execução de todos os serviços de construção obedecerá rigorosamente aos projetos e materiais especificados nos memoriais descritivos.

Todos os materiais e serviços aplicados na obra serão comprovadamente de primeira qualidade, satisfazendo as condições estipuladas neste memorial, os códigos, normas e





especificações brasileiras, quando cabíveis. Os materiais e serviços somente poderão ser alterados mediante consulta prévia aos autores do projeto e fiscalização, por escrito, havendo falta deles no mercado ou retirada de linha pelo fabricante. As equipes de instalação, deverão estar sempre equipadas com todos os EPI's e EPC's necessários e obrigatórios para a realização das tarefas em questão.

2. CARACTERÍSTICAS DAS BOMBAS

2.1. Dimensionamento

Item	Cidade	Comunidade	Captação	Reservatório
			Bomba (cv)	Bomba (cv)
1	Brejo do cruz	Santa Rosa de Baixio	1,5	1,5
2	Camalaú	Novo Mundo	3	2
3	Caraúbas	Ponta de Serra	1,5	1,5
4	Diamante	Porções	1,5	1,5
5	Diamante	Engenho Velho	3	1,5
6	Diamante	Mata de Oitis	1,5	1,5
7	Diamante	Tamanduá	1,5	1
8	Itaporanga	Com. Pau Brasil	1,5	1,5
9	Jurú	Catolé	5	2
10	Olho D'agua	Assent. Mãe Rainha	1,5	1,5
11	Poço José de Moura	Sítio Silva	2	1,5
12	Pombal	Flores	1,5	1
13	Pombal	São João	1,5	1,5
14	Pombal	Margarida Maria Alves	1,5	1,5
15	Pombal	Santa Mônica	1,5	1,5
16	Pombal	Riachão do Rio Piacó	1,5	1,5
17	São José de Caiana	Sítio Neves	1,5	1,5
18	São Mamede	Assent. N.S. Aparecida II	1,5	1,5
19	Tavares	Comun. Quilombolas	20	1,5

2.2. Funcionamento do sistema

O sistema em questão é projetado para operar em locais específicos, cada um equipado com um mecanismo de captação hídrica e um reservatório associado. A infraestrutura de captação e armazenamento de água é projetada para funcionar com uma bomba primária e uma bomba secundária de contingência. A energia necessária para a operação das bombas é fornecida predominantemente por células fotovoltaicas, com um arranjo de energia solar como fonte principal.





Para garantir a continuidade operacional, o sistema incorpora uma estratégia de redundância energética. No caso de uma falha no sistema fotovoltaico, o sistema de redundância é ativado, que pode consistir em um gerador movido a diesel/gasolina ou uma conexão com a rede elétrica fornecida pela concessionária local.

O controle e a automação das bombas são gerenciados por um circuito de comando dedicado, que é responsável por alternar operacionalmente entre a bomba principal e a bomba de reserva. A ativação da bomba de captação é condicionada pela leitura de um dispositivo de medição de nível, como uma boia ou sensor, que sinaliza quando o nível de água no reservatório está abaixo do parâmetro pré-estabelecido. Após a ativação, a água é conduzida através de um sistema de filtragem antes de ser armazenada no reservatório inferior.

Similarmente, a bomba associada ao reservatório superior é acionada por um mecanismo de detecção de nível idêntico, que monitora e responde quando o nível de água desce abaixo do limiar definido. Este sistema de monitoramento e resposta automática garante a manutenção dos níveis de água adequados nos reservatórios, assegurando a eficiência e a confiabilidade do sistema hidráulico como um todo.

2.3. Estratégias de Redundância Energética para Sistemas de Captação e Armazenamento Hídrico

2.3.1. Fundamentação da Redundância Energética

A implementação de um sistema de redundância energética é crucial para garantir a continuidade das operações dos sistemas de captação e reservatório de água. Este sistema deve ser projetado para fornecer uma fonte de energia alternativa no caso de falhas ou insuficiência da fonte primária, que é a energia solar fotovoltaica. A escolha da energia solar como fonte primária é motivada por sua eficiência e alinhamento com os objetivos de sustentabilidade do projeto. A redundância é, portanto, uma medida de segurança essencial que assegura a resiliência e a confiabilidade do abastecimento de água.

2.3.2. Descrição do Sistema de Energia Solar Fotovoltaica Primário

O sistema de energia solar fotovoltaica é projetado para ser a espinha dorsal do fornecimento de energia para os sistemas de captação e reservatório de água. Este sistema





deve ser executado conforme o projeto, levando em conta ainda as características do equipamento escolhido, de modo a atender às demandas energéticas diárias e sazonais, com painéis solares de alta eficiência e inversores que otimizam a conversão de energia solar em energia elétrica. A integração deste sistema com as operações de captação e reservatório de água é vital e deve ser realizada de forma que maximize a eficiência energética e minimize as perdas.

2.3.3. Implementação de Fontes de Energia de Redundância

A seleção de uma fonte de energia de redundância adequada é um processo que envolve a análise técnica detalhada das opções disponíveis. Esta análise deve levar em conta a compatibilidade com a infraestrutura existente, especialmente a potência dos inversores fotovoltaicos. A decisão final entre o uso de geradores a diesel/gasolina e outras fontes alternativas será baseada em uma avaliação criteriosa das condições locais, incluindo a confiabilidade da infraestrutura de energia, a facilidade de acesso para manutenção e a disponibilidade de combustível.

A colaboração com o Projeto COOPERAR é essencial para a tomada de decisões informadas sobre a seleção da fonte de energia de redundância. Este processo colaborativo deve envolver a análise de dados técnicos, econômicos, ambientais e sociais, com o objetivo de escolher a opção mais adequada para cada localidade. A matriz de decisão desenvolvida em conjunto permitirá uma escolha fundamentada, garantindo que a solução de redundância energética seja não apenas tecnicamente viável, mas também alinhada com as necessidades e expectativas das comunidades locais.

2.3.4. Integração de Geradores

A seleção de um gerador como sistema de redundância energética é uma solução robusta que oferece independência da rede elétrica local e confiabilidade em áreas remotas ou onde a infraestrutura elétrica é menos confiável. O gerador deve ser dimensionado adequadamente para atender à carga total do sistema de captação e armazenamento de água durante interrupções do fornecimento de energia solar. A escolha do gerador envolve a análise da demanda energética, a frequência e duração das interrupções de energia solar esperadas, e a facilidade de acesso ao combustível. Além disso, a operação do gerador requer procedimentos de segurança rigorosos, uma rotina de manutenção preventiva e treinamento adequado para os operadores.





Embora os geradores a diesel/gasolina sejam eficazes, eles também têm implicações ambientais devido às emissões de gases de efeito estufa e ruído operacional. Portanto, é importante considerar as políticas ambientais e os objetivos de sustentabilidade do projeto. Do ponto de vista econômico, os custos operacionais incluem não apenas o combustível, mas também a manutenção regular e a substituição de peças. A análise de custo-benefício deve levar em conta o custo total de propriedade do gerador ao longo de sua vida útil, comparado com os benefícios de uma fonte de energia confiável e autônoma. Os geradores devem ser dimensionados considerando a corrente de partida do motor ligado ao drive solar.

2.3.5. Integração da Rede Elétrica da Concessionária

A utilização da rede elétrica local fornecida por uma concessionária de energia como fonte de redundância é uma opção que pode oferecer uma transição suave e automática em caso de falhas do sistema solar fotovoltaico. A confiabilidade desta opção depende da estabilidade da rede elétrica local e dos acordos de nível de serviço estabelecidos com a concessionária.

Optar pela rede da concessionária como redundância envolve considerações regulatórias, como a necessidade de cumprir com os regulamentos locais de interconexão, e pode exigir investimentos em infraestrutura de proteção e medição. Do ponto de vista econômico, embora possa haver custos iniciais de instalação e possíveis taxas de serviço, a energia da rede geralmente tem um custo operacional previsível e não requer o mesmo nível de manutenção que um gerador.

2.3.6. Documentação e Conformidade Normativa

A documentação técnica detalhada é fundamental para o suporte, manutenção e operação eficaz do sistema de redundância energética. Esta documentação deve incluir manuais de operação, esquemas de instalação e registros de manutenção. Além disso, é essencial que o sistema de redundância esteja em conformidade com as normas técnicas nacionais e internacionais, bem como com a legislação local e federal vigente, para assegurar a segurança e a legalidade de sua operação.

3. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

3.1 - Sistemas Fotovoltaicos:





3.1.1 - Os sistemas serão instalados sobre as coberturas das unidades, ou em solo, devendo se observar as características e especificidades de cada local;

3.1.2 – O sistema deverá ser instalado de forma a utilizar a máxima captação de energia ao longo do ano, devendo os módulos fotovoltaicos estarem orientados, se possível, em direção ao Norte, caso não for possível, nas direções Leste/Oeste;

3.1.3 – A posição dos módulos fotovoltaicos também deverá ser instalada de forma a evitar áreas de sombreamento. Caso seja necessária alguma adequação para evitar sombreamento deverá ser informada;

3.1.4 – As distribuições de módulos fotovoltaicos por MPPT dispostas no item 2 são apenas indicações. Verificando impossibilidade de fazer da maneira proposta, pode se fazer de outra maneira, desde que sejam respeitados os limites dos inversores;

3.1.5 – As distribuições de módulos fotovoltaicos por local dispostas no item 2 são apenas indicações. Verificando alguma inviabilidade elétrica, estrutural ou física, podem ser realocados módulos para outra unidade desde que em acordo com a prefeitura, e mantendo a potência total do projeto.

3.2 - Módulos fotovoltaicos:

3.2.1 - A quantidade máxima de módulos por inversor deve ser respeitada, se observando todos os parâmetros de tensão e corrente do inversor;

3.2.2 - Todos os módulos deverão ser do mesmo fabricante e modelo;

3.2.3 - Grau de proteção mínimo: IP 68;

3.2.4 - Potência mínima: 310;

3.2.5 - Eficiência mínima: 18% nas condições padrões de teste;

3.2.6 - Garantia contra defeitos de fábrica: Mínimo de 8 anos;

3.2.7 – Os módulos instalados deverão ser instalados lado a lado sobre estrutura, na posição vertical (“retrato”), formando fileiras. A estrutura metálica, para os módulos da edificação deverão possuir inclinação vertical e deverão ser voltadas para o norte, ou o mais próximo possível seguindo o caimento dos telhados;

3.2.8 – Os módulos fotovoltaicos serão divididos em grids, cada um conectado em série, de modo a fornecer tensão e corrente adequadas para o funcionamento do inversor;





3.2.9 – A quantidade de módulos dimensionada nesse projeto pode mudar a depender do inversor escolhido, já que cada inversor tem parâmetros diferentes, portanto, em casos de divergência do projeto com o manual do fabricante, deve-se sempre seguir o recomendado pelo fabricante do inversor.

3.3 - Fixação dos Módulos Fotovoltaicos

3.3.1 - A estrutura de fixação dos módulos não poderá ser o suporte em Z;

3.3.2 - Suportes, fixadores, e parafusos deverão ser de material inoxidável e a sua especificação deverá garantir que a junção de dois materiais não levará a ocorrência de corrosão galvânica;

3.3.3 - Os furos e as aberturas, realizados em lajes, telhas ou outro elemento da edificação para fixação de estruturas de suporte ou passagem de eletrodutos e eletrocalhas, deverão receber vedação e acabamento com impermeabilizantes adequados, de modo a impedir a infiltração ou o acúmulo de água;

3.3.4 – Em caso de instalação em solo, os módulos devem ser instalados de modo a evitar o sombreamento em todas as épocas do ano, e devem ser voltados para o norte, ou o mais próximo possível.

3.4 – Inversores

3.4.1 – O modelo do inversor deverá ser estabelecido de acordo com o que será exigido dele no local onde será instalado, visando atender as bombas de acordo com projeto apresentados nesse documento;

3.4.2 – Os inversores devem ser instalados em local de fácil acesso para vistoria posterior;

3.4.3 - Os inversores serão instalados na posição indicada conforme manual do fabricante;

3.4.4 - Os inversores devem possuir proteção adequada contra agentes externos, como poeira, umidade e variações climáticas, atendendo às classificações de proteção IP (Ingress Protection) recomendadas para ambientes externos ou conforme as condições específicas do local de instalação;





3.4.5 - Os inversores devem ser capazes de operar em uma faixa de temperatura ambiente conforme as condições climáticas do local de instalação, sem comprometer a sua performance;

3.4.6 - A capacidade de resposta dos inversores frente a flutuações de carga e variações na geração de energia solar deve ser avaliada, garantindo que possam ajustar rapidamente a saída de energia para manter a estabilidade do sistema;

3.4.7 - Os inversores devem possuir mecanismos de proteção contra sobretensão, subtensão, sobrecarga, curto-circuito e isolamento de falhas, para proteger tanto o sistema fotovoltaico quanto as bombas;

3.4.8 - A manutenção preventiva e corretiva dos inversores deve ser considerada no projeto, incluindo a facilidade de substituição de componentes e a disponibilidade de peças de reposição no mercado local;

3.4.9 - Os inversores devem ter uma garantia mínima fornecida pelo fabricante, a qual deve cobrir defeitos de fabricação e funcionamento, com um período de garantia especificado no Projeto Elétrico;

3.4.10 - Os inversores devem ser dimensionados para atender as bombas do local onde ele será instalado com uma folga de segurança na potência requerida.

3.5 - Cabos e tubulações e conectores

3.5.1 - Os condutores CC deverão ser apropriados para utilização em sistemas fotovoltaicos, e as conexões devem ser feitas com conectores MC4. Este projeto contempla a utilização de cabo elétrico, padrão solar, cores preta e vermelha, próprio para corrente contínua;

3.5.2 - Características dos cabos CC:

3.5.2.1 - Tipo flexível, condutor simples, composto de fios de cobre estanhado;

3.5.2.2 - Dupla isolamento, com materiais de baixa emissão de fumaça, não propagação de chamas, autoextinção de chama e ausência de halogênios;

3.5.2.3 - Tensão de isolamento CC de pelo menos 1,5 kVcc;

3.5.2.4 - Faixa de temperatura de operação: -40°C a 120°C;

3.5.2.5 - Resistência à intempérie e à radiação ultravioleta (UV);





3.5.2.6 - Padrão de cores: vermelha para condutor ligado ao polo positivo do sistema fotovoltaico; preta para condutor ligado ao polo negativo do sistema fotovoltaico; verde para condutor de aterramento do sistema fotovoltaico;

3.5.2.7 - Ter identificação "USO EM SISTEMA FOTOVOLTAICO" e "NBR 16612".

3.5.3 - Para os condutores do lado CA deverão ser atendidas no mínimo as exigências da norma NBR 5410. Seguindo os critérios de capacidade de condução de corrente e queda de tensão. Os cabos devem possuir dupla isolação;

3.5.4 - Os condutores deverão ser protegidos por eletrodutos.

3.6 - Quadros de proteção e controle CA e CC

3.6.1 - Deverão ser fornecidos módulos de interface confeccionados de material não corrosivo com as dimensões para abrigar e proteger os equipamentos CA e CC, quando necessário, tais como: DPS, disjuntores e todos os demais itens necessários;

3.6.2 - Deverão ser utilizados módulos adequados às instalações elétricas, de dimensões apropriadas para abrigar os equipamentos de proteção, controle, manobra etc.;

3.6.3 - Cada inversor deve ter um quadro de proteção CA e também para proteção CC uma *Stringbox* ou alguma proteção interna ao inversor equivalente;

3.6.4 - A caixa de proteção CA deve conter dispositivos de proteção e seccionamento. A caixa de junção deve conter os seguintes materiais:

3.6.4.1 - Caixa de proteção, com grau de proteção IP 65; Material: termoplástico, resistente a intempéries e radiação UV;

3.6.4.2 - Trilho metálico zincado, no padrão DIN, para fixação dos componentes;

3.6.4.3 - Dispositivos de Proteção contra Surto (DPS) para cada fase e neutro, de 275 V (AC), 40 kA, Classe II, com sinalização local, para indicação do estado de operação -SERVIÇO/DEFEITO -, por meio de bandeira verde/vermelha ou outro dispositivo semelhante;

3.6.4.4 - Disjuntores tripolar padrão de acordo com projeto, compatível com trilho;





3.6.4.5 – Os disjuntores tripolares CA, de comando frontal devem atender os requisitos do fabricante do inversor, bem como as normas NBR IEC 90947-2:2013 e NBR 5410:2008.

3.6.5 – Para cada MPPT do inversor, no caso de uso de *stringbox* externa, a mesma deve possuir 1 Dispositivos de Proteção contra Surto (DPS), de 1000 V (DC), 40 kA, Classe II. Os DPS devem possuir sinalização local, para indicação do estado de operação - SERVIÇO/DEFEITO -, por meio de bandeirola verde/vermelha ou outro dispositivo assemelhado;

3.6.6 – Deve-se evitar misturar partes CA e CC do circuito, seguindo as NBR correspondentes.

3.7 - Sistema de aterramento

3.7.1 - O sistema de aterramento deverá ser projetado e instalado em conformidade com os padrões e normas técnicas da Distribuidora ENERGISA PARAÍBA, assim como a NBR 5410, garantindo a segurança pessoal e a proteção dos equipamentos contra surtos elétricos e descargas atmosféricas.

3.7.2 - O projeto do sistema de aterramento deve ser validado por um engenheiro eletricitista qualificado, assegurando que todos os componentes do sistema fotovoltaico e de bombeamento estejam adequadamente aterrados.

3.7.3 - O sistema de aterramento deve incluir eletrodos de aterramento, condutores, conectores e outros acessórios resistentes à corrosão e adequados para as condições do solo local.

3.7.4 - Deve-se realizar um estudo de resistividade do solo para determinar a configuração e profundidade dos eletrodos de aterramento, garantindo a eficácia do sistema em dissipar correntes de falta para a terra.

3.7.5 - O sistema de aterramento deve ser inspecionado e testado após a instalação para verificar sua resistência de aterramento, que deve estar dentro dos limites estabelecidos pelas normativas aplicáveis.

3.7.6 - Todos os componentes metálicos não energizados e a carcaça dos equipamentos elétricos devem ser conectados ao sistema de aterramento para evitar diferenças de potencial que possam causar choques elétricos.





3.7.7 - O sistema de aterramento deve ser projetado para facilitar manutenções periódicas e verificações de integridade, assegurando sua funcionalidade ao longo do tempo.

3.7.8 - A documentação técnica do sistema de aterramento, incluindo desenhos, especificações dos materiais e relatórios de teste, deve ser fornecida como parte do pacote de entrega do projeto.

4. OBRIGAÇÕES DA EMPRESA CONTRATADA PARA INSTALAÇÃO

No âmbito deste Projeto Elétrico, a empresa contratada para a instalação do sistema hídrico integrado com energia solar fotovoltaica, terá as seguintes obrigações:

4.1. Planejamento e Detalhamento Técnico

- Realizar um levantamento abrangente do local de instalação para assegurar a conformidade com as especificações técnicas estabelecidas neste Projeto.
- Elaborar um detalhamento técnico baseado neste Projeto, que deverá incluir, mas não se limitar a, o sistema de captação e distribuição de água, instalação das células fotovoltaicas, casas de máquinas, e detalhes dos equipamentos, como:
 - Dimensões, especificações e marcas dos componentes.
 - Peso dos equipamentos e especificações das bases de montagem.
 - Localização dos pontos de energia e capacidades.
 - Características técnicas dos equipamentos.

4.2. Instalação e Comissionamento

- Inspeção de todos os equipamentos, próprios ou fornecidos por terceiros, pelo Engenheiro Fiscal designado.
- Responsabilizar-se pelo transporte seguro e a instalação dos equipamentos até as bases de assentamento previamente preparadas.
- Executar a montagem de todos os componentes da instalação com pessoal especializado e sob supervisão de um engenheiro qualificado.
- Iniciar a operação do sistema, realizando os ajustes e regulagens necessários para o funcionamento adequado.

4.3. Testes e Conclusão da Instalação





- Realizar testes operacionais e medições para assegurar o desempenho conforme este Projeto Elétrico, apresentando um relatório final para a aprovação do Engenheiro Fiscal.
- Executar a limpeza final da instalação, garantindo que todas as áreas de trabalho estejam devidamente organizadas e limpas após a conclusão dos serviços.

4.4. Documentação e Capacitação

- Produzir e entregar ao contratante os desenhos finais da instalação, incluindo todas as modificações realizadas durante a execução.
- Preparar e fornecer manuais de operação e manutenção detalhados, complementados por informações técnicas dos equipamentos instalados.
- Conduzir sessões de treinamento para o pessoal do contratante, assegurando que estejam aptos a operar e manter o sistema de forma eficiente.
- Fornecer os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários para o pessoal durante a execução do projeto.

4.5. Conformidade com Normativas

Assegurar a aderência estrita a todas as normativas aplicáveis, incluindo, mas não se limitando a, normas técnicas locais e internacionais, regulamentos de segurança, padrões ambientais e diretrizes de qualidade. A Empresa Contratada deve estar em conformidade com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), regulamentos do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Normas de distribuição unificada da Energisa (NDU's), Resoluções normativas da ANEEL (RN), e quaisquer outras normativas específicas do setor que sejam pertinentes ao escopo do projeto. Deve também garantir que todos os equipamentos e processos estejam em conformidade com as normas do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e que a instalação atenda às exigências do Sistema de Licenciamento Ambiental. A documentação comprovativa da conformidade deve ser fornecida ao Engenheiro Fiscal e ao contratante como parte do pacote de entrega do projeto.

A Empresa Contratada para execução dos serviços deve cumprir estas obrigações com o máximo rigor e qualidade, para garantir a eficácia e a longevidade do sistema hídrico integrado, em linha com as expectativas do contratante e os objetivos do Projeto Elétrico.

