

XII-1246 - SISTEMA AUTÔNOMO DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA APLICADO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ÁREA RURAL

Petronio Ferreira Soares ⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba e Especialista em Saneamento básico pela Faculdade Gama Filho.

Lara Cidrão Cavalcante ⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade de Fortaleza – UNIFOR

Kierlin Mota Amarilo ⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Universidade de Fortaleza – UNIFOR

Leticia Teixeira Melo ⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade de Fortaleza – UNIFOR

Rodrigo Tamiarana Rego ⁽⁵⁾

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal do Ceará – UFC

Endereço⁽¹⁾: Rua Carlos Vasconcelos, 1090 - Meireles - Fortaleza - CE - CEP: 60115-171- Brasil - Tel: (85) 99125-3106 - e-mail: petronio.soares@funasa.gov.br

RESUMO

O presente trabalho analisou a concepção do projeto de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA) em uma localidade rural do município de Mombaça, estado do Ceará, onde a energização fotovoltaica foi a solução encontrada para alimentar o referido sistema de abastecimento de água. Ele verificou que a utilização de sistema de energia solar para a alimentação de sistemas de abastecimento de água em locais remotos, distante da rede elétrica convencional ou simplesmente para fins de economia de energia ou ainda de forma sustentável, é viável e eficiente. Possibilitando o acesso à água sem precisar de rede elétrica, bateria estacionária ou gerador com custo zero de energia ou combustível, e ainda com de baixo custo de manutenção.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento rural, energia solar, sistema simplificado de abastecimento de água.

INTRODUÇÃO

Em julho de 2020 foi aprovada a Lei 14.026/2020, denominada novo marco legal do saneamento, que altera a Lei 11.445/2007, objetivando oportunizar o acesso universalizado aos serviços fundamentais para o bem-estar social e a qualidade de vida da população. O novo marco almeja aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, trazendo novas metas para atingir a universalização do mesmo. (BRASIL, 2020)

O inciso III, do artigo 3º da Lei nº 11.445/2007, define a universalização como a ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico. O conceito não deve se restringir ao atingimento do índice de cobertura de 100% e nem tampouco a transformação de ligações potenciais em ligações factíveis, o mesmo deverá compreender de forma obrigatória o acesso efetivo e o uso contínuo dos serviços ofertados com base na renda e condição social do usuário, considerado os subsídios necessários a garantia da socialização compartilhada e a utilização dos recursos públicos não onerosos como retorno em redução de tarifas. Assim, as ações de saneamento devem ser encaradas como uma ação preventiva e os investimentos a serem realizados, quer públicos ou privados, devem seguir a lógica de resultados.

Uma das principais prioridades da população, é o atendimento por sistemas de abastecimento de água em quantidade e qualidade para a realização de suas atividades e saúde. Com a instituição do Plano Nacional de Saneamento Rural (PNSR) pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), foi instituído o Programa Saneamento Brasil Rural/CE (PSBR), que trata da implantação de Sistemas Simplificados de Abastecimento de Água em várias localidades, distribuídas em municípios do Estado do Ceará, visando atender às demandas de suprimento de água para as pequenas localidades, localizadas em áreas rurais que não possuem uma fonte de água potável para atendimento de suas necessidades.

Um sistema de abastecimento de água pode ser entendido como o conjunto de infraestruturas, equipamentos e serviços com objetivo de distribuir água potável para o consumo humano, bem como para o consumo industrial, comercial, dentre outros usos. (FUNASA, 2021)

O presente trabalho trata de um estudo de caso referente a um projeto de Sistema de Abastecimento de Água (SAA) que foi elaborado para atender as comunidades de Bom Jesus, Maxixe, Santa Rita, Armação, Salão e Condado no município de Mombaça, situado na região sudeste do estado do Ceará, com um sistema de abastecimento d'água integrado, que leva o nome de Complexo São Jerônimo.

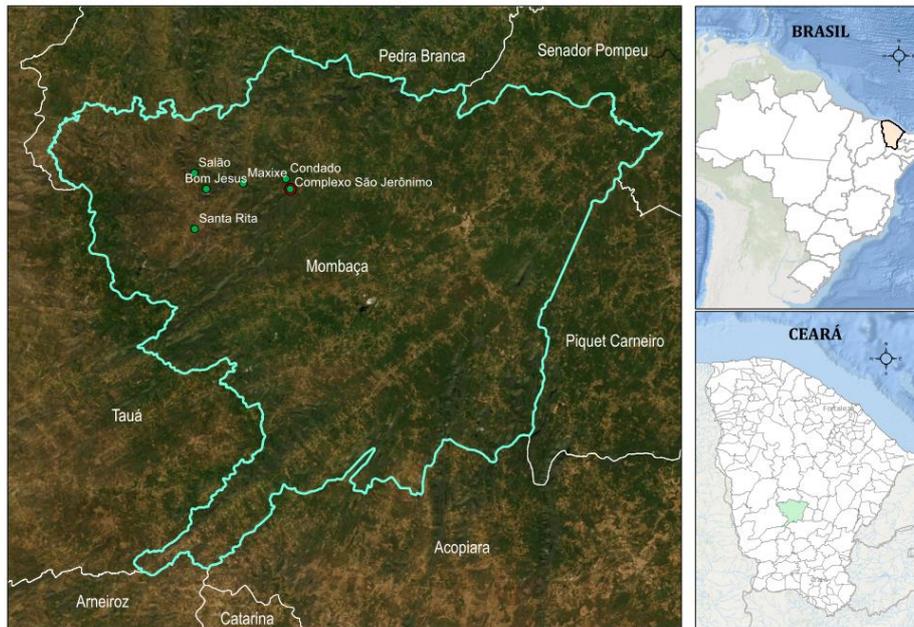


Figura 1: Mapa das localidades do Complexo São Jerônimo

O projeto atende a 261 unidades consumidoras, de acordo com a tabela a seguir:

Nº ECONOMIAS	
CASAS CADASTRADAS	250
ESCOLA	2
IGREJA	5
GINASIO COBERTO	1
BAR	3
TOTAL	261

Tabela 1: Resumo de Consumidores

O SAA será entregue ao Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR, que é “uma Organização da sociedade civil sem fins econômicos formado pelas associações das comunidades beneficiadas com o sistema de abastecimento de água e/ou esgoto sanitário filiado e localizadas na mesma bacia hidrográfica.” (Águas do Brasil, 2017)

O objetivo do SISAR é garantir a operação dos sistemas, através da manutenção, tratamento, pequenas ampliações, autogestão e autossustentabilidade. Para isso, ele realiza reuniões nas localidades onde irá atender, e junto à associação daquela comunidade realiza cobrança de contas, cortes, religações, entre outras ações, cumprindo sempre as determinações do estatuto social.

OBJETIVOS

Este trabalho visa analisar a concepção do projeto de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA) em uma localidade rural do município de Mombaça, estado do Ceará.

Explorando a viabilidade e as vantagens da utilização de um sistema autônomo de geração de energia fotovoltaica aplicado em SAA na área rural para o bombeamento e abastecimento de água dessas localidades.

O objetivo desse projeto em estudo é ofertar água tratada para as diversas famílias, visando o desenvolvimento de políticas públicas, proporcionando os avanços na saúde pública e a universalização do acesso a água tratada.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto do sistema de abastecimento de água do Complexo São Jerônimo contempla as seguintes etapas:

1. Manancial: Açude São Jerônimo;
2. Captação: realizada a partir de uma bomba submersa instalada acima de uma estrutura flutuante montada no Açude São Jerônimo;
3. Adutora de Água bruta pressurizada: composta por duas linhas de adução com extensão total de 17.710 m de Tubo PVC PBA JEI DN 100 CL-20, que conduz a água bruta para dois reservatórios apoiados;
4. Reservatórios Apoiados de Água Bruta: dois reservatórios apoiados com capacidade de 25m³ cada;
5. Adutora de Água bruta gravitatoria: com extensão de 180,00 m de tubo PVC PBA JEI DN 100 CL-12;
6. Estação de Tratamento de Água: composta por uma câmara de carga e dois filtros de fluxo ascendente DN 1,00 m e um reservatório apoiado de 15m³ para viabilizar lavagem dos filtros e recalque da água tratada;
7. Estação Elevatória/Adutora de Água Tratada: com extensão de 541,65m de tubo PVC PBA JEI DN 100 CL-20;
8. Reservatórios Apoiados de Água Tratada: dois reservatórios apoiados com capacidade de 25 m³ cada, interligados por vasos comunicantes;
9. Rede de Distribuição: composta de 1.795 m de tubos PVC PBA JEI DN 100 CL-12; 1.878 m de tubos PVC PBA JEI DN 100 CL-15; 7.131 m de tubo PVC PBA JEI DN 75 CL-12; 17.164 m de tubo PVC PBA JEI DN 50 CL-12;
10. Ligações prediais: 261 ligações prediais com hidrômetros, atendendo 100% da comunidade.

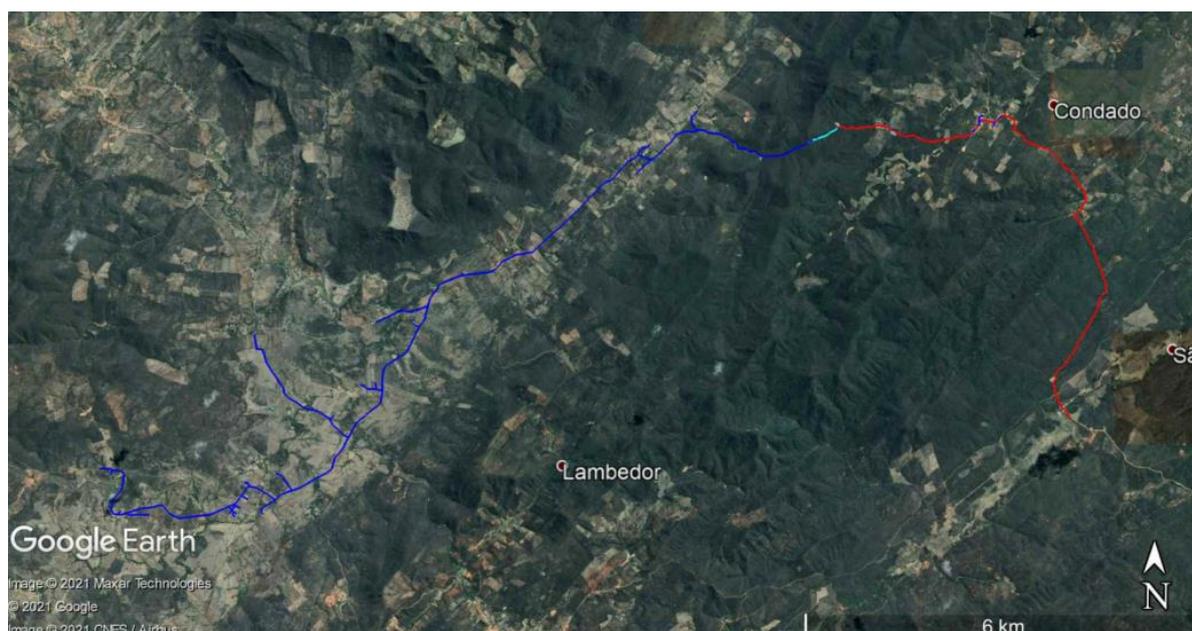


Figura 2: Traçado da Adutora e Rede de Distribuição

A comunidade possui energia do tipo trifásica 380 volts, o que atende a demanda necessária para o funcionamento das bombas da captação, da elevatória e da lavagem do filtro. No entanto, no local da captação e da estação de tratamento não existe energia elétrica, sendo necessário a construção de uma rede de distribuição de energia para esses dois pontos, o que seria inviável operacionalmente e financeiramente.

Para atender a demanda energética do empreendimento em questão, foram construídas duas usinas de energia solar, garantindo assim seu funcionamento e viabilidade. Na captação foram utilizados 56 painéis solares, enquanto na estação de tratamento foram necessários 28 painéis.

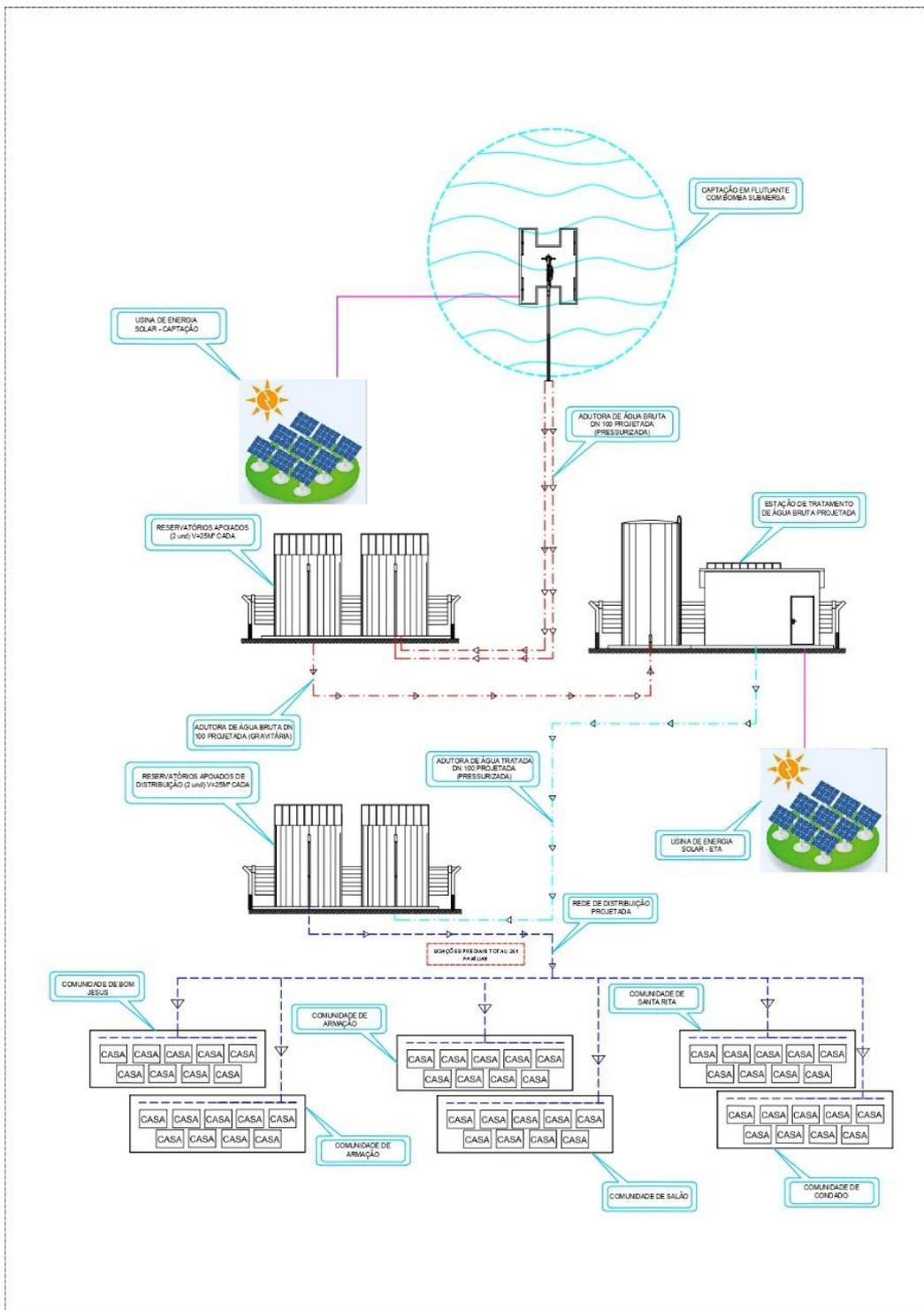


Figura 3: Croqui do Sistema

Os parâmetros e considerações utilizados no dimensionamento das unidades constituintes do sistema em estudo são:

Parâmetros de Projeto	
Alcance do Projeto	20 anos
Taxa de Crescimento	1,00 % ao ano
Taxa de Ocupação	4 habitantes/domicílio
Consumo Per Capita	100 litros/habitante/dia
Coeficiente do dia de maior consumo (k1)	1,2
Coeficiente da hora de maior consumo (k2)	1,5
Perda de carga máxima admissível	8,00 m/km
Índice de Atendimento	100%
Metros de Rede/Número de ligações	150 (máximo)

Tabela 2: Parâmetros do Projeto

RESULTADOS

A primeira concepção do projeto contava com um Sistema de Energia Solar off-grid, que tem como principal característica o “autossustento”, ou seja, é um sistema não conectado à rede elétrica, que armazena a energia solar excedente em baterias estacionárias para ser utilizada quando não houver produção de energia solar. No caso do projeto em questão, inicialmente estavam previstas baterias estacionárias.

O Sistema de Energia Solar com baterias estacionárias apresenta vantagens relacionadas ao aumento de disponibilidade de energia e a diminuição dos custos, mas de conformidade com a realidade do projeto, foi constatado a inviabilidade desse tipo de solução por alguns motivos, dentre os quais destacamos: a incompatibilidade do tempo de vida útil das baterias, que é de 5 anos, com o tempo de vida útil das placas, que é de 20 anos; além disso, a questão do risco de roubo dessas baterias, devido a localização de instalação serem em locais isolados.

Em razão desses aspectos destacados optou-se pela não utilização das baterias estacionárias, e assim para compensar a retirada das baterias e garantir o funcionamento de 24h do sistema de abastecimento de água, adotou-se uma nova concepção com as seguintes características:

- Redução do tempo de funcionamento do conjunto motor-bomba (captação), para funcionamento em regime de eficiência – energização solar;
- Aumento da potência do motor e da vazão da bomba, por isso foi substituído a utilização de uma bomba centrífuga, que é usualmente utilizada em flutuante, para uma bomba submersa.
- Ampliação da vazão da adutora de água bruta, foi construído paralelamente duas linhas de adução;
- Construção de dois reservatórios apoiados (compensação do aumento da reservação de água bruta);
- Redução do tempo de funcionamento do conjunto motor-bomba para alimentação dos reservatórios de distribuição;
- Ampliação do diâmetro da adutora da água tratada;
- Ampliação do número de placas fotovoltaicas.

Para o cálculo da adutora de água bruta, da captação flutuante aos reservatórios apoiados (RAP), (aumento da capacidade de reserva para alimentar a ETA) o tempo de funcionamento da bomba foi de 5 horas (regime de eficiência – energia solar), aumentando a potência do motor e a vazão da bomba.

• Dados para dimensionamento:

Tempo de funcionamento da bomba (t)	5 horas
Tubo Polietileno - PEAD (L'')	100,00 m
Comprimento Tubulação em PVC (L')	8855,00 m
Coefficiente do tipo de material (C)	140
Cota de partida da captação (Nmc)	292,46 m
Cota do RAP (Nmr)	370,00 m
Altura do RAP	4,00 m
Constante em função do material PVC (K)	18
Aceleração da gravidade (G)	9,81 m/s ²

Para o cálculo da adutora de água tratada, da ETA para os reservatórios de distribuição, o tempo de funcionamento da bomba foi de 8 horas.

• Dados para dimensionamento:

Tempo de funcionamento da bomba (t)	8 horas
Comprimento Tubulação em PVC (L')	180,00 m
Coefficiente do tipo de material (C)	140
Cota do Rap (Nmc)	370,00 m
Cota ca Eta (Nmr)	351,16 m
Altura do RAP	4,00 m
Constante em função do material PVC (K)	18
Aceleração da gravidade (G)	9,81 m/s ²

Para o dimensionamento da usina de energia solar da captação e da estação de tratamento – ETA, foram utilizadas as seguintes especificações:

SISTEMA OFF-GRID PARA 1 MOTOR 3Ø, 380V 16CV:

Potência Máxima = 15kW

Corrente Máxima = 32A

Tensão = 380V3Ø

Aplicação = 56 painéis de 335W ligação série/paralelo

COMPOSIÇÃO DO SISTEMA OFF-GRID PARA CAPTAÇÃO COM MOTOR DE 16CV	
DESCRIÇÃO	QTDE
INVERSOR/CONTROLADOR DE CARGA - IVS300-15	1
PAINEL DAH POLI HALF CELL 335W	56
PAR CONECTOR MC4 - H4 1500V(MACHO/FEMEA)	18
CABO SOLAR PRETO 6mm ²	40
CABO SOLAR VERMELHO 6mm ²	40
SUPORTE PARA PAINÉIS	12

Tabela 3: Composição do Sistema Off-Grid Captação

SISTEMA OFF-GRID PARA 1 MOTOR 3Ø, 380V, 8CV E OUTRO DE 2,5CV:

Potência Máxima = 7,5kW

Corrente Máxima = 17A

Tensão = 380V3Ø ambos

Aplicação = 28 painéis de 335W ligação série/paralelo

COMPOSIÇÃO DO SISTEMA OFF-GRID PARA ETA COM MOTOR DE 8CV E MOTOR 2,5CV	
DESCRIÇÃO	QTDE
INVERSOR/CONTROLADOR DE CARGA - IVS300-7,5	1
PAINEL DAH POLI HALF CELL 335W	28
PAR CONECTOR MC4 - H4 1500V(MACHO/FEMEA)	10
CABO SOLAR PRETO 6mm ²	30
CABO SOLAR VERMELHO 6mm ²	30
SUPORTE PARA PAINÉIS	06

Tabela 4: Composição do Sistema Off-Grid ETA

Como a bomba de 2,5CV não vai funcionar simultaneamente com o motor de 8CV, fica a mesma quantidade de painéis e o mesmo inversor.

A bomba de 16CV é do tipo submersa e a de 8CV e 2,5CV é do tipo centrífuga.

CONCLUSÕES

Este tipo de concepção de projeto minimiza os problemas relacionados ao longo período de seca e estiagem ocorrido no Estado do Ceará e a real necessidade de disponibilização de água potável na área rural dos municípios mais carentes desse serviço no Estado. A sua realização se caracteriza também como mecanismo de prevenção e garantia de suprimento para eventuais problemas futuros com relação a essas fontes.

Verificou-se que a utilização de sistema de energia fotovoltaica para a alimentação de sistemas de abastecimento de água em locais remotos, distante da rede elétrica convencional ou simplesmente para fins de economia de energia ou ainda de forma sustentável, é viável e eficiente. Possibilitando o acesso à água sem precisar de rede elétrica, bateria estacionária ou gerador com custo zero de energia ou combustível, e ainda com de baixo custo de manutenção.

Assim, além do custo de energia zero, favorecendo o aumento da capacidade de pagamento do usuário para o uso da água, visto que esse custo não é considerado no valor da tarifa, fazendo com que esse tipo de investimento auxilie o processo da universalização de forma efetiva com inadimplência nula.

O sistema em questão encontra-se concluído e em pleno funcionamento, tendo sido entregue ao Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR, que será o responsável pela gestão do sistema visando assim garantir uma melhor eficiência e a sua sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 jul. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento – 5.ed. Brasília: Funasa, 2019. 545 p.: il.
- ÁGUAS DO BRASIL. O notável modelo de acesso à água de qualidade. In: Saneamento Rural Brasileiro. [S. l.], 12 set. 2017. Disponível em: <https://aguasdobrasil.org/artigo/sisar/>. Acesso em: 6 abr. 2023.

ANEXOS



Captação/ Energização fotovoltaica



Estação de Tratamento de Água/ Energização fotovoltaica



Reservatórios Apoiados

	TERMO DE ENTREGA DE OBRA		TEO
	Programa Saneamento Brasil Rural		
Obra	Sistema Simplificado de Abastecimento de Água		
Processo Licitatório nº	25140.001556/2020-00	Eletrônico	RDC / SRP 05/2020
<p>TERMO DE ENTREGA DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, referente a Contratação da Execução de Sistemas Simplificados de Abastecimento de Água, conforme condições, quantidades e exigências estabelecidas no edital e seus anexos (RDC ELETRÔNICO Nº 05/2020/ Processo Administrativo n.º 25140.001556/2020-00/Contrato nº 10/2020), celebrada com a Fundação Nacional de Saúde - Superintendência do Estado do Ceará e o Consórcio das Águas 2020, para a execução do Sistema de Abastecimento de Água, do Programa Saneamento Brasil Rural, localizado no município de MOMBAÇA, nas localidades Sítio Condado/Maxixe/Bom Jesus/Armação/Santa Rita (Complexo São Jerônimo) em questão:</p> <p>SAA COM CAPTAÇÃO EM MANANCIAL SUPERFICIAL; CASA DE COMANDO ELETRICO COM URBANIZAÇÃO; ADUTORA DE ÁGUA BRUTA/TRATADA COM EXTENSÃO DE 9.245,95M EM TUBOS PVC PBA CL-20 DN 100mm; TRATAMENTO DE ÁGUA COM CAMARA DE CARGA; FILTRO DE FLUXO ASCENDENTE CAP: 3,75M³/h CLORADOR DE PASTILHAS PARA TRICLORO PRESSÃO DE TRABALHO PARA 12KG/CM²; ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COM URBANIZAÇÃO; RESERVATÓRIO APOIADO EM ANEIS PREMOLDADOS DE 3,00x0,50M COM CAPACIDADE P/ 25,00m³; IMPLANTAÇÃO DO RESERVATÓRIO APOIADO NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO CAP=10m³; REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA COM 17.164,00M DE EXTENSÃO EM TUBOS PVC PBA CL-12 DN 50mm E 7.479,73M EM TUBOS PVC PBA CL-12 DN 75mm E 1.890,75M EM TUBOS PVC PBA CL-12 DN 100mm E 1.977,54M EM TUBO PVC PBA CL-20 DN 100mm; LIGAÇÕES PREDIAIS COM HIDRÔMETROS E KIT'S CAVALETES PARA 288 DOMICÍLIOS.</p> <p>O Coordenador da Comissão de Acompanhamento e Fiscalização, Engenheiro Civil PETRÔNIO FERREIRA SOARES matrícula SIAPE nº 1042288, nomeado pela Portaria nº 5.155, de 07 de outubro de 2022, o Consórcio das Águas 2020, representado pela empresa líder COSAMPA PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA, e o SISTEMA INTEGRADO DE SANEAMENTO RURAL (SISAR) denominado órgão receptor, para fins de operação e manutenção do sistema, já tendo realizado o procedimento de capacitação da comissão, definida pela representação dos beneficiários, e procedido à vistoria e o exame da(s) instalação(ões), ficando estipulado o prazo de observação de 90 (noventa) dias.</p> <p>Encontra-se anexo o manual de orientações para operação do sistema e catálogos dos principais equipamentos instalados.</p>			
Fortaleza, <u>29</u> de <u>março</u> 2023			
 REPRESENTANTE FUNASA		 REPRESENTANTE DO ORGÃO RECEBEDOR	
 REPRESENTANTE DA CONTRATADA		 REPRESENTANTE DA PREFEITURA	

Termo de Entrega de Obra