

2.6. HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA

De acordo com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH (2017), o município de Solonopole, está inserido na bacia hidrográfica do Médio Jaguaribe, bacia que possui uma área de 10.509km², correspondente a 7,09% do território cearense. O Rio Jaguaribe tem como principais afluentes nessa região, o Rio Figueiredo e o riacho do Sangue. A sub-bacia é composta por 13 municípios e apresenta uma capacidade de acumulação de águas superficiais de 7.361.643.317 bilhões de m³, num total de 13 açudes públicos gerenciados pela COGERH.

Como principais drenagens superficiais pode-se mencionar os riachos do Sangue, dos Porcos, da Porca Magra e das Pedras, merecendo destaque ainda os riachos do Pontal, do Jenipapeiro, Capitão, da Volta, das Cobras e Manuel Dias Lopes, na divisa com Jaguaribe.

O principal reservatório d'água é o açude Riacho do Sangue, com capacidade de armazenamento de 61,42 hm³. Merecem destaque, ainda, os açudes de Nova Floresta (divisa com Jaguaribe) e Japão. O abastecimento da sede municipal é feito pela SAAE, através do açude Boqueirão no Riacho do Sangue, e atende cerca de 99% da população. (COGERH, 2019), ver (FIGURA 15) com a bacia hidrográfica da região citada.

FIGURA 15 - MAPA DE BACIAS HIDROGRÁFICA DE SOLONOPOLE



Fonte: IPECE (2012)

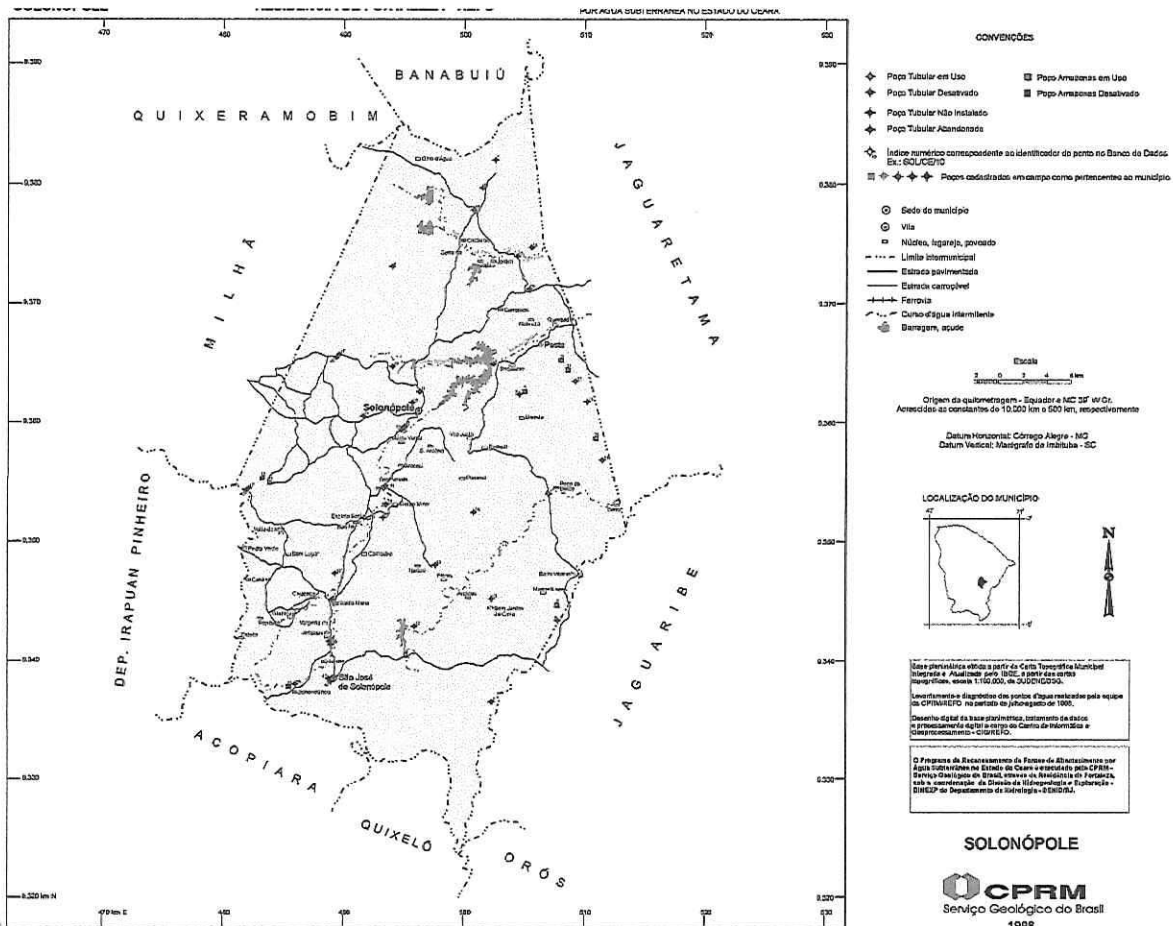
De acordo com CPRM (1998), no município de Solonópole pode-se distinguir dois domínios hidrogeológicos distintos: rochas cristalinas e depósitos aluvionares. (FIGURA 16)

As rochas cristalinas predominam totalmente na área e representam o que é denominado comumente de "aqüífero fissural". Como basicamente não existe uma porosidade primária nesse tipo de rocha, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Dentro deste contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas e a água, em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semi-árido é, na maior parte das vezes, salinizada. Essas condições atribuem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas sem, no entanto, diminuir sua importância como alternativa de abastecimento em casos de pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem.

Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas dos principais rios e riachos que drenam a região, e apresentam, em

geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma importância relativa alta do ponto de vista hidrogeológico, principalmente em regiões semiáridas com predomínio de rochas cristalinas. Normalmente, a alta permeabilidade dos termos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas.

FIGURA 16 - MAPA DE HIDROGEOLOGIA DO ESTADO DO CEARÁ



Fonte: CPRM (1998)

2.7. DADOS DEMOGRÁFICOS

O **QUADRO 4** abaixo apresenta os valores correspondentes à subdivisão do contingente populacional do Município de Solonópole, estabelecendo um comparativo com a população do Estado do Ceará, de acordo com os recentes dados do Censo Demográfico de 2010, realizado pelo IBGE.

QUADRO 4 – POPULAÇÃO RESIDENTE NO MUNICÍPIO DE SOLONOPOLE E ESTADO DO CEARÁ EM 2010

Unidade Administrativa	População Residente (Hab)			Área Territorial (Km ²)	Densidade Demográfica (Hab/Km ²)
	Urbana	Rural	Total		
Município de Solonopole	9.106	8.559	17.665	1.536,20	11,50
Estado do Ceará	6.346.569	2.105.824	8.452.381	148.920,47	56,76

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos 1991/2000/2010.

Percebe-se que o contingente populacional do município de Solonopole representa apenas 0,20% da população total do Estado do Ceará, apresentando uma densidade demográfica bem inferior à densidade média do Estado.

Comparando os dados dos censos de 1991, 2000 e 2010 explicitados no **QUADRO 5**, constata-se um crescimento no contingente populacional, refletindo na densidade demográfica do município. Além disso, a população urbana ultrapassou a rural nesta última década, confirmando assim, o cenário estadual onde se tem o incremento no grau de urbanização. Observa-se também um incremento lento e gradual da densidade demográfica do município.

QUADRO 5 – POPULAÇÃO RESIDENTE NO MUNICÍPIO DE SOLONOPOLE EM 1991, 2000 E 2010

Unidade Administrativa	População Residente (Hab)									Área (km ²)	Densidade Demográfica (Hab/km ²)		
	Urbana			Rural			Total				1991	2000	2010
	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010				
Município de Solonopole	5.6323	7.716	9.106	10.208	9.186	8.559	15.831	16.902	17.665	1.536,20	11,04	11,79	11,50

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) - Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010.

Por fim, o **QUADRO 6** relaciona o sexo da população com a zona de ocupação. O que se constata é o equilíbrio entre a população total masculina e feminina, havendo uma ligeira predominância de mulheres sobre homens. Tal predominância também ocorre se considerarmos apenas a população do meio urbano. Em contrapartida, no meio rural, esta situação se inverte e a ligeira predominância ocorre para a população masculina.

QUADRO 6 – POPULAÇÃO POR MEIO RESIDENTE E SEXO DO MUNICÍPIO DE SOLONÓPOLE NO ANO DE 2010

Sexo	População Residente (Hab)
	TOTAL
Homens	8.838
Mulheres	8.827
Total	17.665

FONTE: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), Censo Demográfico 2010.

2.8. CONDIÇÕES SANITÁRIAS

O principal curso d'água do município é o Riacho do Sangue que margeia a cidade e tem regime intermitente. Também está no limites urbanos da sede municipal o açudes Riacho do Sangue. Como pôde ser verificado na visita a campo, a drenagem e os esgotos do município convergem para o Riacho do Sangue, entretanto a cidade está em fase de execução da 1ª etapa do sistema de esgotamento da cidade.

Dentre as doenças existentes, algumas apresentam relação mais intrínseca com a falta de saneamento básico, em especial as doenças infecciosas e parasitárias – DIP, que são de grande interesse para a saúde pública em virtude das suas ocorrências freqüentes, da morbidade e das relações inerentes às condições do ambiente na qual a população vive. O **QUADRO 7** apresenta a distribuição percentual das internações por grupo de causas e percebe-se que 330,3% das internações são devido à gravidez, parto ou puerpério. Entretanto, 9,5% das internações têm como causa as doenças infecciosas e parasitárias, as quais em grande parte são de veiculação hídrica. Em nível gerencial, as melhorias nas extensões do saneamento, com divulgação de medidas preventivas, podem auxiliar na diminuição do número de casos das doenças que levam a morte.

Outro importante fator é a taxa de mortalidade infantil, apresentada no **QUADRO 8**. De maneira geral, esta taxa reflete baixos níveis de saúde, de desenvolvimento socioeconômico e de condições de vida. No presente estudo, nota-se que em Solonopole (Mortalidade infantil por 1.000 nascidos-vivos- 14,9), apesar da taxa de mortalidade infantil atingir em alguns anos valores inferiores à taxa nacional de 22,5 e a taxa estadual de 27,6 (IBGE, 2009); ainda assim é importante ressaltar que os valores ainda se encontram acima do valor considerado ideal pela OMS, que é de 10 mortes para mil nascido-vivos.

QUADRO 7 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS INTERNAÇÕES POR GRUPO DE CAUSAS - SOLONOPOLE (2009)

Grupo de Causas	%
Algumas doenças infecciosas e parasitárias	9,5
Neoplasias (tumores)	4,5
Doenças sangue órgãos hematopoiéticos e alguns transtornos imunitários	0,2
Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	0,7
Transtornos mentais e comportamentais	1,3
Doenças do sistema nervoso	0,5
Doenças do olho e anexos	0,0
Doenças do ouvido e da apófise mastoide	-
Doenças do aparelho circulatório	6,8
Doenças do aparelho respiratório	8,8
Doenças do aparelho digestivo	7,0
Doenças da pele e do tecido subcutâneo	0,4
Doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo	2,2
Doenças do aparelho geniturinário	6,3
Gravidez, parto e puerpério	30,3
Algumas afecções originadas no período Peri natal.	2,0
Malformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas.	0,2
Sintomas, sinais e achados anormais de exames clínicos e de laboratório não classificados em outro item (causas mal definidas).	0,7
Lesões envenenamento e algumas outras conseqüências de causas externas	13,8
Causas externas de morbidade e mortalidade	-
Contatos com serviços de saúde	4,8

Fonte: DATASUS (2010)

QUADRO 8 – NÚMERO DE NASCIDOS VIVOS, DE ÓBITOS INFANTIS E TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL (2010)

Município	Número de Nascidos Vivos	Número de Óbitos Infantis	Taxa de Mortalidade Infantil (‰)
2002	259	5,5	30,9
2003	292	5,4	20,5
2004	253	7,5	27,7
2005	251	6,1	19,9
2006	246	6,7	16,3
2007	222	7,0	13,5
2008	201	5,8	14,9

Fonte: DATASUS (2010).

Para analisar o cenário da saúde do município, é importante analisar alguns indicadores de saúde conforme apresentado no **QUADRO 9**. O número de leitos de internação (1,43) esteve abaixo do recomendado pela Portaria GM/MS nº 1.101/02, que recomenda um parâmetro de 2,5 a 3,0 leitos por 1.000 habitantes. Em face aos valores encontrados se apresentarem abaixo do recomendável, verifica-se também a necessidade de relacionar a capacidade de instalações com o número de profissionais envolvidos na prestação dos serviços médicos, visando, sobretudo, a ampliação destas instalações existentes e do quadro de profissionais ligados à área de saúde.

Com relação à distribuição de médicos, foi identificado, com base em dados do IPECE (2017), que o município de Solonópole não possui quadro de profissionais suficiente para atender a população, uma vez que a quantidade de médicos (0,72 médico/ 1.000 hab) esteve abaixo do recomendado pela Portaria GM/MS nº 1.101/02, que aconselha a razão entre médico e habitantes de 1 médico para cada 1.000 habitantes, ratificando o incremento do número de profissionais de saúde no município.

QUADRO 9 – PRINCIPAIS INDICADORES DE SAÚDE EM 2010 PARA O MUNICÍPIO DE SOLONOPOLE

Discriminação	Valores
Médicos/1.000 hab	0,72
Dentistas/1.000 hab	0,44
Leitos/ 1.000 hab	1,43
Unidades de saúde/ 1.000 hab	1,05

Fonte: IPECE (2017).

2.9. INDICADORES DE GRANDES CONSUMIDORES

A demanda de grandes consumidores refere-se apenas as indústrias existentes, que atualmente já possuem atendimento com vazão suficiente, logo nesse projeto não haverá necessidade de cálculo específicos para consumidores de elevados consumos.

2.10. LEGISLAÇÕES VIGENTES RELACIONADAS

Os principais parâmetros e critérios recomendados para o dimensionamento das partes constituintes de um projeto de engenharia de um sistema de abastecimento de água estão disponíveis nas Normas Brasileiras (NBR) editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e nas orientações descritas no Manual de Saneamento da Funasa disponível em www.funasa.gov.br.

A concepção e o dimensionamento de um sistema de abastecimento de água devem observar, em especial, as normas relacionadas a seguir:

- a) NBR 5626:1998 - Instalação predial de água fria.
- b) NBR 11185:1994 - Projeto de tubulações de ferro fundido dúctil centrifugado, para condução de água sob pressão - Procedimento.
- c) NBR 12211:1992 - Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água;
- d) NBR 12212:2006 - Projeto de poço para captação de água subterrânea;
- e) NBR 12213:1992 - Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público;
- f) NBR 12214:1992 - Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;
- g) NBR 12215:1991 - Projeto de adutora de água para abastecimento público;
- h) NBR 12216:1992 - Projeto de estação de tratamento de água de abastecimento público;
- i) NBR 12217:1994 - Projeto de reservatório de distribuição de água de abastecimento público;
- j) NBR 12218:1994 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público;
- k) NBR 12266:1992 - Projeto de execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto e drenagem urbana;

l) NBR 12586:1992 - Cadastro de sistema de abastecimento de água - Procedimento.

m) NBR 13211:1994 - Dimensionamento de ancoragens para tubulação.

Ressalta-se que a Funasa não disponibiliza normas técnicas.

O projeto deverá assegurar a potabilidade da água a ser distribuída para os consumidores, conforme preconiza portaria específica do Ministério da Saúde, bem como demais normas e legislações pertinentes que afetem a concepção e implantação do sistema, seja municipal, estadual ou federal.

O município não possui legislação/Normativos que afete o projeto ou sua execução.

2.11. RESPONSÁVEL PELA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA.

O Sistema de Abastecimento de Água da Sede Municipal de Solonópole é de responsabilidade do Sistema Autônomo de Água e Esgoto (S.A.A.E.), autarquia municipal, e atende a 99% da população urbana na sede. (S.A.A.E., 2020).

3.0. DIAGNOSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE AGUA EXISTENTE.

O SAAE é uma pessoa jurídica de direito público, disciplinada pela Lei Federal 4.320/64, Lei 8.666/93, Lei Complementar 101/2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal - LRF) e também por algumas portarias editadas pelo Prefeito Municipal.

O SAAE de Solonópole foi criado no dia 20 de outubro de 1967, através da Lei Municipal, n.º 17/67, convênio firmado com a FSESP, hoje denominada Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, órgão do Ministério da Saúde, que deteve poderes para exercer o controle técnico e administrativo do sistema de abastecimento de água deste Município, até a retomada da Autarquia pela Prefeitura Municipal, em 25 de março de 1999.

Autarquia Municipal com personalidade jurídica própria dispendo de autonomia econômico-financeira e administrativa dentro dos limites estabelecidos em Lei. Desde a sua criação, de 1967 aos dias atuais, o SAAE foi dirigido e administrado por 17 diretores.

As principais atividades do SAAE são: Abastecimento de água tratada, Manutenção das redes de distribuição de água, Coleta e tratamento de esgoto.

Logo o SAAE de Solonopole e responsável pela operação e manutenção do sistema de abastecimento de água da sede do Município, que resume-se nos seguintes itens abaixo relacionado:

- ➔ Captação flutuante de água bruta no Açude Boqueirão;
- ➔ 01 Adutora de Água Bruta;
- ➔ Estação de Tratamento de Água (ETA) composta por unidades de coagulação, e filtração;
- ➔ 01 Estação Elevatória (EEAT) na área da ETA;
- ➔ 01 Casa de Química responsável pela adição de produtos químicos na água tratada;
- ➔ 01 Adutora de Água Tratada;
- ➔ 01 Reservatório semi-enterrado de 45m³ na ETA;



- 01 Reservatório semi-enterrado de 245m³ na ETA;
- 01 Reservatório Elevado de Distribuição de 320m³ ;
- Rede de Distribuição de Água;
- 3.377 Ligações prediais.

3.1. DESCRIÇÃO DETALHADA DO SISTEMA EXISTENTE.

3.1.1. CAPTAÇÃO

O sistema existente possui captação no açude Boqueirão, que se localiza á 7,0 km da cidade, captado através de um flutuante, com uma bomba instalada, do tipo centrífuga, com potencia de 25cv. A bomba está em bom estado de conservação. O sistema é automatizado e ultimamente a bomba tem operado durante 24 horas por dia. O conjunto moto bomba de reserva fica guardado no depósito da SAAE, em Solonopole.

FIGURA 17 – CAPTAÇÃO EXISTENTE



3.1.2. ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

Esta adutora tem como objetivo transportar a água bruta desde o flutuante até a estação de tratamento de água existente.

As principais características da atual adutora de água bruta são:

- Material da tubulação: PVC PEAD
- Extensão: 850,00 m
- Diâmetro: 150 mm

Esta adutora encontra-se em perfeito estado de conservação.

3.1.3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA).

A ETA do sistema de abastecimento de água de Solonopole é composta de uma câmara de carga e Três filtros em fibra de vidro de fluxo ascendente, com aplicação de produtos químicos. A vazão de tratamento atual da estação e de 95m³/h, estando atualmente operando durante 24 horas por dia.

Além destas unidades, a ETA possui uma casa de química, laboratório, estação elevatorio de agua tratada e lavagem dos filtros, além de depósito para armazenar os produtos químicos.

O controle da qualidade da água é feito mensalmente pela equipe do SAAE.

A lavagem do filtro é feita a partir de um reservatório semi enterado de capacidade 245 m³ localizado na ETA ao lado dos filtros.

O tratamento quimida da estação segue os seguintes procedimentos:

- Desinfecção: adição de cloro que elimina o restante dos microrganismos patogênicos;
- Fluoretação: adição de flúor que fortalece os dentes, prevenindo a cárie dental;
- Correção do pH: ligeira alcalinização da água para evitar corrosão das redes de distribuição.

O SAAE monitora diariamente, e duas vezes por dia, os seguintes parâmetros:

- pH: utilizado para medir a acidez ou alcalinidade da água. Não tem risco sanitário associado diretamente à sua medida.
- Turbidez: ocorre devido à presença de partículas em suspensão na água, deixando-a com aparência turva. (A mesma está a 04 meses sem ser analisada,pois estamos sem equipamento).
- Cor Aparente: ocorre devido à presença de substâncias orgânicas que dissolvidas na água a deixam colorida.
- Cloro: produto químico adicionado à água para eliminar bactéria e microrganismos que causam doenças.
- Condutividade: A capacidade da água de conduzir uma corrente elétrica é denominada condutividade e depende da concentração dos íons presentes na solução: cátions e ânions.
- Sólidos Totais Dissolvidos: É o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas num líquido sob formas moleculares, ionizadas ou micro-granulares. É um parâmetro de determinação da qualidade da água, pois avalia o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume.

Observação: Os parâmetros de condutividade e sólidos totais dissolvidos os mesmos são analisados 01 vez por semana e a média da água tratada é de 850µm/cm.

A tabela abaixo mostra o resumo dos resultados das análises laboratoriais, o número de amostras realizadas e o número de amostras fora do padrão:

Meses	Parâmetros					
	pH	Turbidez uT ⁽¹⁾	Cor Aparente	Flúor mg/L	Cloro Residual	Coliformes Totais

			uH ⁽²⁾		mg/L	
Valores médios encontrados						
Janeiro	7,4	6,51	+100	-	2,0	-
Fevereiro	7,6	8,62	+100	-	2,5	AUSENTE
Março	7,8	10,90	+100	-	2,0	AUSENTE
Abril	7,4	11,99	70	-	2,0	-
Maió	7,7	4,33	50	-	2,3	-
Junho	7,7	4,95	50	-	1,8	-
Julho	7,5	5,98	40	-	2,0	AUSENTE
Agosto	7,7	1,95	30	-	2,5	-
Setembro	7,6	2,26	30	-	3,0	-
Outubro	7,8	2,03	30	-	2,0	-
Novembro	7,9	Não analisado	25	-	1,8	-
Dezembro						-
Valores Permitidos	De 6,0 a 9,5	Máximo 1,0	Máximo 15	De 0,60 a 1,00	Mínimo 0,20	AUSENTE
Número de Amostras Realizadas	734	608	734	-	1260	-
Número de amostras fora do padrão	0	400	734	-	0	-
Número de amostras dentro do padrão	734	334	0	-	1260	-

- 1) uT – Unidade de Turbidez
- 2) uH – Unidade Hazen (unidade de cor).

FIGURA 18 – ENTRADA DA ETA



FIGURA 19 – DEPÓSITO DA ETA



FIGURA 20 - - VISÃO DOS EQUIPAMENTOS E RESERV SEMI ENTERRADO 245M³



FIGURA 21 - ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DA ETA

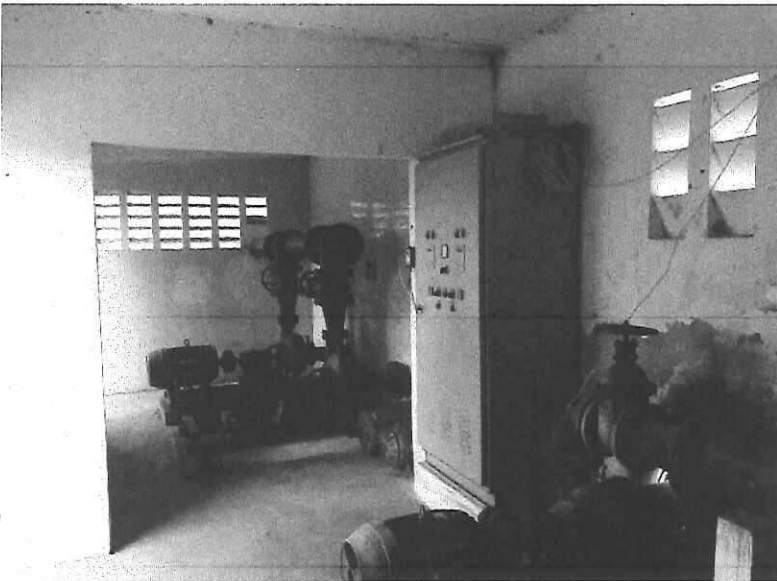


FIGURA 22 – CASA DE QUÍMICA

955



FIGURA 23 - LABORATÓRIO



3.1.4. Reservatório Apoiado

Após o tratamento, a água dirige-se para o reservatório semi enterrado de 245m³ e outro de 45m³, localizado ainda na mesma área da ETA, muito próximo ao filtro.

Esses reservatório foram construídos na década de 90, foram construídos em alvenaria, possui forma retangular, semi enterrado. Tem o objetivo de coletar as águas tratadas provenientes dos filtros e armazena-las enquanto não são conduzidas para reservatório elevado da cidade.

FIGURA 24 - RESERVATORIO SEMI ENTERRADO 45M³



956

3.1.5. Reservatório Elevado

O reservatório elevado quando da implantação do sistema. Tem capacidade para 320 m³, forma cilíndrica em concreto armado, com altura de 14m, esse reservatorio tem a função de distribuir agua para toda a cidade.

FIGURA 25 - RESERVATORIO ELEVADO EXISTENTE



3.1.6. Rede de Distribuição

A Rede de Distribuição de Água existente em Solonópole, de acordo com o cadastro fornecido pela SAAE, possui aproximadamente 21,86Km de extensão, composta de tubulações de PVC, conforme apresentado no Quadro 3.1 a seguir.

Quadro 3.1 - rede de distribuição de água existente

DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)
32a50	PVC	15.843,49
75	PVC PBA	3.210,64
100	PVC PBA	1.112,35
150	PVC defofo	1.340,26
200	PVC defofo	252,76
TOTAL		21.859,50

(*) Fonte: SAAE

3.1.7. Ligações Prediais

De acordo com as informações coletadas em campo, existem 3.377 ligações prediais em Solonópole, sendo 82,50% hidrometradas. Necessitando de 591 hidrometros para completar 100% de atendimento a todos os consumidores. Entretanto o nível de atendimento da população da cidade e de 99%.

3.1.8. Operação do Sistema

A responsabilidade pela operação do sistema está a cargo do SAAE, A equipe locada no escritório do SAAE em Solonópole, opera e conhece em demasia os problemas do sistema dessa comunidade, dentro das suas possibilidades, tenta resolvê-las, seja através de ampliações da rede de distribuição, seja através de manobras ao longo da rede, seja aduzindo uma vazão limite de operação para a ETA, de maneira que possa amenizar os problemas de fornecimento de água para a população.

Devido à defasagem do sistema implantado, o volume d'água ofertado e insuficiente para atender a demanda, por conta do local da captação possuir baixa capacidade de agua nos periodos de estiagem, a tecnologia aplicada no tratamento e o subdimensionamento da rede de distribuição, impedem a distribuição adequada, fazendo com que haja um maior descontrole na distribuição da mesma, gerando constantes insatisfações entre a população e a equipe de operação, que é obrigada a executar rodízios na distribuição da água de forma a atender as necessidades de cada logradouro.

Para agravar o problema o sistema apresenta diversos problemas, destacando-se:

- Rede de água com diâmetros inadequados ou com tubulações divergentes das normas vigentes;
- Estação de tratamento existente necessitando de melhorias físicas e adaptações ao sistema em funcionamento para melhorar a eficiência dos filtros;
- Percentual abaixo de ligações hidrometradas, gerando usos abusivos da água por parte da população e perdas excessivas no sistema, como sobrecarregando a captação, tratamento e rede de distribuição.

4.0. APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVA TECNICA DA CONCEPÇÃO ADOTADA

A partir do presente capítulo desenvolvem-se os estudos de concepção, viabilidade e alternativas para o Sistema de abastecimento de água da Sede Municipal de Solonopole. Apresentam-se a seguir: Delimitação da área do projeto, Levantamento topográfico da área do projeto, análise dos aspectos ambientais e sociais, Estudo da projeção populacional até o alcance do projeto, Consumo per capita e vazões de dimensionamento, Caracterização de mananciais abastecedores; Caracterização/cadastro das unidades do sistema existente passíveis de aproveitamento; Custo de Operação e Manutenção; Alternativas técnicas de concepção, pré-dimensionamento das unidades, estimativa de custo das alternativas, comparação das alternativas e escolha da concepção básica.

4.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

A área do projeto está localizada na sede do município de Solonopole, contemplando, De acordo com a topografia a cidade dispõem de uma única zona de pressão. Não existe uma estratificação de classes de ocupação do tipo residencial, comercial e industrial. Os imóveis existentes são basicamente residenciais e de mesma classe econômica, com a prática de atividade comercial e pequenas indústrias de pequeno porte

Dessa forma, não há zonas de densidades heterogêneas, podendo-se considerar uma homogeneidade na ocupação, tanto atual como futura.

Segue abaixo imagem de satélite com a delimitação da área de projeto.

FIGURA 26 – IMAGEM AÉREA DA ÁREA DE PROJETO



4.2. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DA ÁREA DE PROJETO

A Cidade de Solonopole apresenta um relevo com uma variação de planaltos que margeiam o riacho do sangue, conforme levantamento topográfico em anexo, encontramos uma variação de altitude entre 112,00m e 145,00m. Perfazendo uma área de 40,00 hac, numa extensão de 30,00Km.

Nos Serviços de levantamento topográfico foram utilizados as seguintes premissas, diretrizes e equipamentos:

- Levantamento Topográfico;

No levantamento topográfico foram levantados os principais pontos para a correta análise da região e elaboração do projeto do sistema de abastecimento de água. Foram levantados os pontos: das principais estradas; das casas a serem atendidas; das principais edificações; dos mananciais; dos locais de implantação das edificações do sistema (reservatórios, eta, poços); os postes de energia elétrica; as principais interferências nas estradas; entre outros.

- Equipamento Utilizado para Rastreamento do Ponto;

GNSS/RTK GR-3 da TOPCON, Rádio UHF interno de 1W com alcance de até 4 km em RTK. Precisão horizontal de 3mm + 0.5 ppm e vertical de 5mm + 0.5 ppm para levantamentos estáticos e rápido-estáticos e horizontal de 10mm + 1 ppm e vertical de 15mm + 1 ppm para levantamentos cinemáticos e RTK, e coletora de dados do modelo Topcon FC-2500.

- Cadastro das unidades existentes;

Foi realizado o levantamento cadastral de todas as unidades existentes no sistema existentes.

- Desenhos;

Foi utilizado o Software AutoCAD, versão 2018, para desenho do levantamento topográfico.

4.3. ANÁLISE DOS ASPECTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS;

4.3.1. ASPECTOS AMBIENTAIS

Tanto a população quanto o meio ambiente são beneficiados pela existência de um Sistema de abastecimento de água adequado.

A implantação de sistemas adutores de água, compreendendo a captação, tratamento e adução, objeto do presente documento, envolve, quase sempre, uma série de potenciais impactos negativos sobre o ambiente e as comunidades situadas em sua área de influência.

Esses impactos e sua magnitude estão diretamente ligados a dois fatores: o porte do empreendimento e sua localização.

Não há dúvidas de que esses empreendimentos resultam em muitos benefícios em regiões carentes de água como o semi-árido, significando a melhoria da qualidade de vida da população atendida pelos mesmos. No entanto, alguns impactos negativos podem ocorrer como consequência da implantação desses sistemas de abastecimento de água, os quais precisam ser avaliados e, principalmente, minimizados ou evitados adotando-se medidas adequadas de controle.

A captações para sistemas adutores de abastecimento de água de Solonopole, está localizado dentro do espelho d'água superficial. Nesse caso deve-se seguir as legalmente o Código Florestal e Resolução CONAMA 303.

Serviços públicos de saneamento estão entre os casos previstos na legislação em que se justifica a autorização, pelo órgão ambiental competente, para supressão de vegetação em áreas de preservação permanente.

Os impactos ambientais de estações de tratamento de água (ETA) podem ocorrer durante a sua execução ou na fase de operação. Nesse projeto, como já existe a ETA, deverá ser observado: Durante o funcionamento da estação de tratamento, alguns possíveis problemas ambientais têm que ser considerados como: • destinação do lodo retido nos equipamentos; • consumo adicional de água para a lavagem dos filtros; • destinação das águas de lavagem dos filtros; • riscos de acidentes no manuseio dos produtos de desinfecção da água.

Nas obras de implantação de adutoras, ocorrem alterações no solo e na vegetação, como consequência de: desmatamentos; escavações; aterros; execução de vias temporárias ou permanentes de acesso; obras civis. Os principais impactos que poderão resultar da implantação de uma adutora são: • desmatamentos nos terrenos onde a adutora será executada; • execução de vias temporárias de acesso, com desmatamentos, movimentos de terra, terraplanagem; • erosão do solo e conseqüente assoreamento de corpos d'água; • carreamento de materiais para os cursos d'água, provocando o assoreamento de recursos hídricos superficiais; • possível necessidade de travessias de cursos d'água; • no caso de adutoras não enterradas, as mesmas podem constituir barreiras, dificultando a interligação entre as áreas que ficam em cada lado do empreendimento; Dependendo do traçado da adutora, podem ser atravessadas áreas como: locais de valor ecológico; unidades de conservação; áreas indígenas; áreas de patrimônio histórico ou arqueológico; trechos de encostas considerados, pelo Código Florestal ou pela Resolução CONAMA 303, como áreas de preservação permanente; locais de habitats naturais.

Nesses casos, a recomendação é evitar áreas de preservação permanente, buscando alternativas de traçado que prescindam de sua ocupação. Não sendo possível, deve ser caracterizada técnica e financeiramente essa impossibilidade e solicitada a autorização do órgão ambiental licenciador para a supressão da vegetação na área estritamente necessária, prevendo, também, sua reconstituição onde for possível.

Algumas medidas mitigadoras são recomendadas na implantação de adutoras: desmatamento restrito às áreas onde o mesmo for necessário; recuperação / reflorestamento dos terrenos utilizados como vias temporárias de acesso aos locais das obras; remoção do material excedente da escavação e destinação adequada para o mesmo; execução de barragens temporárias de retenção, para evitar o carreamento de solo para os corpos d'água; execução de travessias de cursos d'água de modo a não prejudicar o fluxo natural da água; execução de passagens para interligar terrenos divididos pela adutora; remoção da população da área – Plano de Reassentamento;

4.3.2. ASPECTOS SOCIAIS.

O sistema de abastecimento de água reflete na qualidade de vida das pessoas, melhora significativamente a saúde pública, aumenta a produtividade e, conseqüentemente, a renda do trabalhador e ainda contribui para a valorização de imóveis do entorno.

A implantação do SAA representará uma população mais saudável e produtiva, com menor incidência de infecções gastrintestinais, bem como um espaço urbano qualificado para a moradia e as atividades econômicas.

4.4. ESTUDO DA PROJEÇÃO POPULACIONAL ATÉ O ALCANCE DO PROJETO

Um importante requisito para o perfeito funcionamento do sistema de abastecimento de água a ser implantado, é a execução de uma projeção populacional que possibilite a previsão das demandas com a maior exatidão possível e que minimize os erros e incertezas inerentes a tal processo.

4.4.1. EVOLUÇÃO E DINÂMICA DEMOGRÁFICA

O município de Solonópole pertence à microrregião geográfica do Sertão do Senador Pompeu. Esta é composta por 8 (oito) municípios que, de acordo com Censo 2010 do IBGE, detinham 2,57 % da população total do Estado do Ceará.

No **Quadro 4.4** a seguir, são apresentadas as taxas de crescimento para o município de Solonópole, calculadas a partir dos dados de população registrados nos Censos Demográficos realizados pelo IBGE.

QUADRO 10 - EVOLUÇÃO DAS TAXAS DE CRESCIMENTO DO MUNICÍPIO DE SOLONOPOLE

População	Município de Solonópole				
	Ano			Taxa de crescimento (%)	
	1991	2000	2010	1991-2000	2000-2010
URBANA	5.623	7.716	9.160	3,58	1,67
RURAL	10.208	9.186	8.559	-1,17	0,70
TOTAL	15.831	16.902	17.665	0,73	0,44

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) - Censos 1991, 2000 e 2010.

Observa-se no **Quadro 4.4**, uma desaceleração no crescimento populacional urbano, com taxa da década de 90 superior aos anos 2000. Enquanto isso, a zona rural apresenta taxas pouco crescentes, na última década.

4.4.2. DENSIDADE DOMICILIAR

O **Quadro 4.7** a seguir, apresenta a quantidade de domicílios particulares permanentes e respectivos moradores de Solonopole de acordo com a situação, bem como as respectivas densidades domiciliares no ano de 2010.

QUADRO 11 - DENSIDADES DOMICILIARES DO DISTRITO SEDE DE SOLONOPOLE – 2010

Distrito	Abrangência	Domicílios Particulares	Densidade Domiciliar (Habitantes / Domicílio)
Sede	Zona Urbana	2.852	3,19
	Zona Rural	2.458	3,48
	Total	5.310	3,32

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) - Censo 2010.

Com base no **Quadro 4.7**, percebe-se que a densidade domiciliar total da sede municipal de Solonopole em 2010 é de **3,19 habitantes/domicílio**.

4.4.3. DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO INICIAL

Para determinação da população de 2019, ano início do horizonte de projeto a ser utilizado como ponto de partida para projeção populacional da Sede Municipal de Solonopole para um alcance de 20 (vinte) anos (2039), foram consideradas três hipóteses de análise, conforme descritas a seguir:

- **HIPÓTESE 1** - Nº de economias residenciais ligadas à rede de energia elétrica em 2019 multiplicado pela densidade domiciliar urbana da sede municipal em 2010 (3,19 habitantes/domicílio), dividido pelo fator de atendimento (admitido 100%);

- **HIPÓTESE 2** - Nº de ligações existentes da rede de distribuição de água da sede municipal em 2019, multiplicado pela densidade domiciliar urbana em 2010 (3,19 habitantes/domicílio) da sede municipal, dividido pelo fator de atendimento (99%);
- **HIPÓTESE 3** - População urbana da sede municipal em 2010 com base em dados obtidos no CENSO 2010/IBGE, extrapolada para 2019 a partir da taxa de crescimento que melhor se adapta aos próprios dados históricos dos Censos Demográficos do IBGE (0,44 %a.a.).

A síntese dos resultados obtidos a partir das 03 (três) hipóteses propostas está apresentada no **Quadro 4.8**, a seguir.

QUADRO 12 - RESULTADOS DAS HIPÓTESES PROPOSTAS PARA DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO DO ANO DE 2012 DA SEDE MUNICIPAL DE SOLONOPOLE/CE

HIPÓTESE 1	HIPÓTESE 2	HIPÓTESE 3
(1) Número de economias residenciais ligadas à rede de energia elétrica da ENELL em 2019 = 3200 economias.	(1) Número de economias ativas ligadas à rede de distribuição de água do SAAE em 2019 = 3.377 economias.	(1) População Urbana de Solonopole em 2010 = 9.160
(2) Densidade Domiciliar da zona urbana do distrito de Solonopole em 2010 = 3,19 habitantes/domicílio	(2) Densidade Domiciliar da zona urbana do distrito de Solonopole em 2010 = 3,19 habitantes/domicílio	(2) Taxa de crescimento adotada = 0,44% a.a.
(3) Taxa de Atendimento da Rede de Energia Elétrica da Coelce = 100% (admitida)	(3) Taxa de Atendimento da Rede de Distribuição de Água da SAAE = 99% (fornecida)	-
População em 2019 = [(1) x (2)] / [(3)] = 10.208 habitantes.	População em 2019 = [(1) x (2)] / [(3)] = 10.881 habitantes.	População em 2019 (IBGE, Censo 2010) = 10.001 habitantes.

Analisando-se o **Quadro 4.8**, constata-se que as 03 (três) Hipóteses consideradas resultam em estimativas de população relativamente aproximadas, excetuando-se a Hipótese 03, que foi logo descartada, pois além de se afastar das demais hipóteses apresenta o maior quantitativo, o que vai de encontro ao princípio da segurança que deve reger o desenvolvimento de projetos deste tipo.

Entre as Hipóteses 01 e 02 preferiu-se adotar a segunda, pois além de ser o maior quantitativo - desta forma trabalhamos a favor da segurança; ela foi calculada com base em dados do Sistema de Abastecimento de Água da Sede Municipal de Solonopole fornecidos pelo próprio

SAAE, que é responsável pela operação do sistema, a taxa de atendimento do SAA foi fornecida, enquanto que a taxa de atendimento usada na Hipótese 01 foi admitida.

Assim, considerou-se o resultado da **Hipótese 02 (10.881 Habitantes em 2019)** como população que servirá de ponto de partida para a projeção populacional.

4.4.4. CURVAS DE CRESCIMENTO POPULACIONAL E DEFINIÇÃO DA TAXA DE CRESCIMENTO PARA O PERÍODO 2019-2039

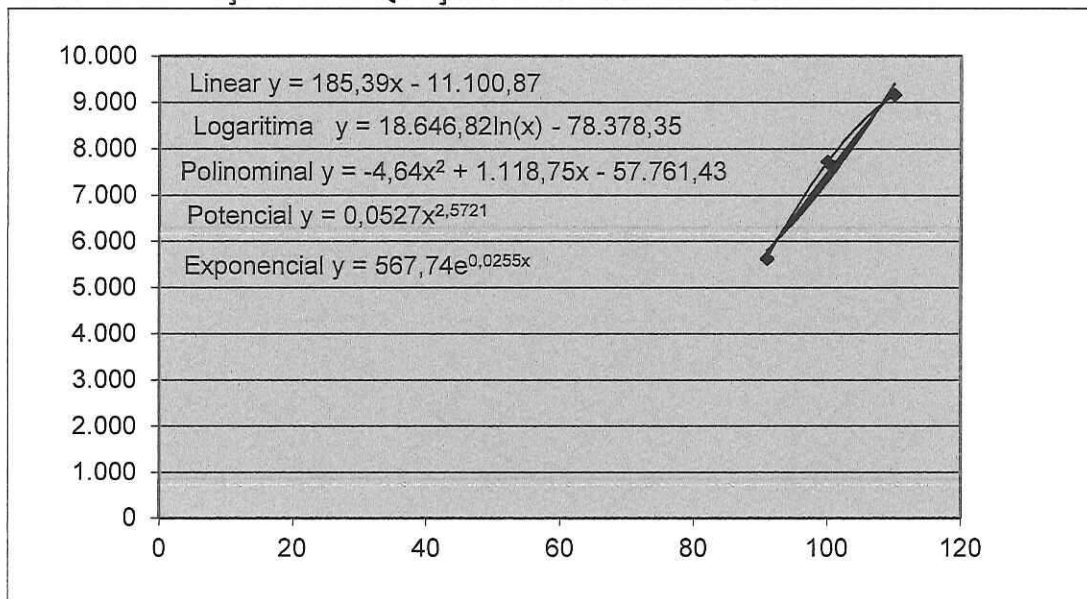
A projeção populacional pode ser simulada através de vários métodos matemáticos, dentre os quais, utilizou-se no presente estudo a análise das curvas de crescimento geradas por meio de funções matemáticas calibradas a partir de dados iniciais de população.

Como dados de partida, utilizaram-se as populações urbanas do distrito sede de Solonopole, registradas nos últimos 03 (três) Censos Demográficos do IBGE (1991, 2000 e 2010).

A partir desses dados de população, foram obtidas as equações das funções de projeção populacional para o ano de 2019 e, em seguida, realizada a extrapolação populacional até o ano horizonte de projeto (2039).

Os resultados obtidos pela extrapolação das funções de projeção retratam potenciais tendências de evolução populacional ao longo do período 2019-2039, as quais podem ser melhores visualizadas na **FIGURA 27**, que mostra graficamente o comportamento das cinco equações de crescimento obtidas conforme a seguir:

FIGURA 27- FUNÇÕES DAS EQUAÇÕES DE CRESCIMENTO OBTIDAS



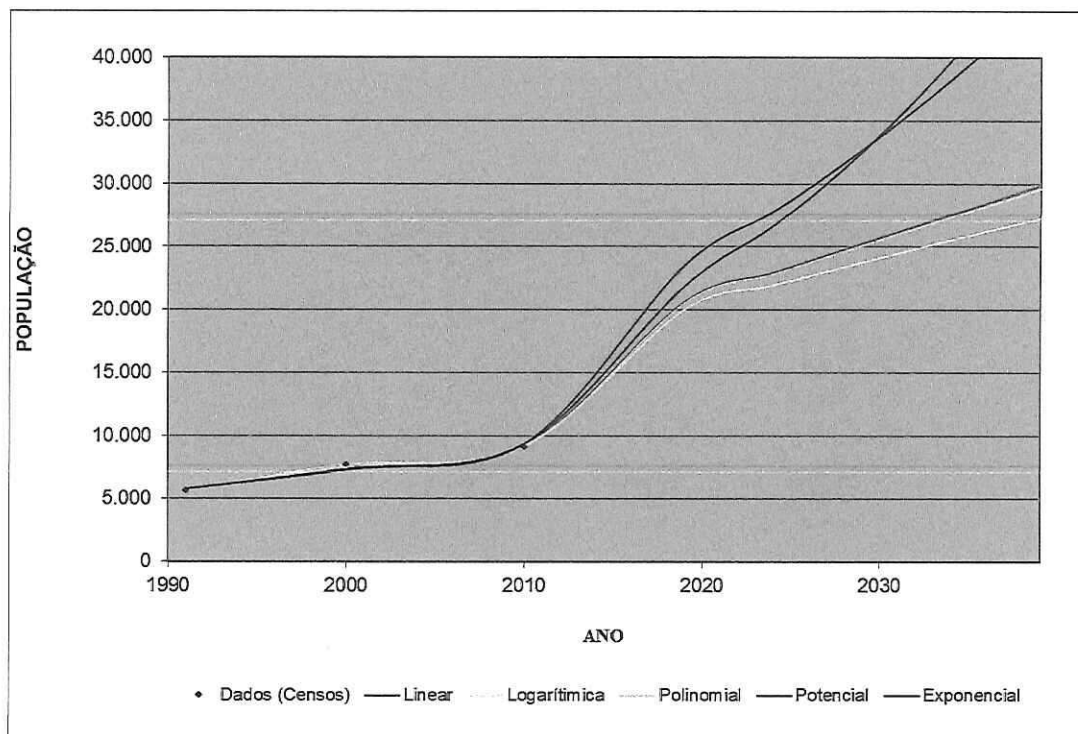
A partir das projeções simuladas, que se configuram como hipóteses viáveis de crescimento para a população urbana da Sede Municipal, foram calculadas as taxas médias de crescimento correspondentes a cada projeção e os **coeficientes de correlação** com os dados iniciais, cujos resultados são apresentados na **FIGURA 28** e no **QUADRO 13** a seguir.

QUADRO 13 – PROJEÇÃO POPULACIONAL URBANA SOLONOPOLE-CE

Projeção da População Urbana do Distrito de Solonopole/CE (1991 -2039)

ANO	Dados (Censos)	Linear	Logarítmica	Polinomial	Potencial	Exponencial
1991	5.623	5.770	5.735	5.621	5.763	5.780
2000	7.716	7.438	7.493	7.714	7.345	7.271
2010	9.160	9.292	9.271	9.157	9.386	9.383
2019		20.600	20.008	20.548	23.520	21.867
2024		22.935	21.934	22.842	27.853	26.708
2029		25.270	23.784	25.126	32.764	32.621
2034		27.604	25.563	27.401	38.304	39.843
2039		29.939	27.277	29.666	44.525	48.665
Taxa Média 2019/2039 (% a.a.)		1,89	1,56	1,85	3,24	4,08
Taxa Média 2019/2024 (% a.a.)		2,17	1,85	2,14	3,44	4,08
Taxa Média 2024/2029 (% a.a.)		1,96	1,63	1,92	3,30	4,08
Taxa Média 2029/2034 (% a.a.)		1,78	1,45	1,75	3,17	4,08
Taxa Média 2034/2039 (% a.a.)		1,64	1,31	1,60	3,06	4,08
Coefficiente de Correlação		0,9908	0,9941	1,0000	0,9841	0,9791

FIGURA 28 - PROJEÇÃO POPULACIONAL URBANA SOLONOPOLE-CE



Analizando as taxas de crescimento populacional encontradas para o período de 2019 a 2039 pelas projeções populacionais obtidas a partir da extrapolação das funções ajustadas para a série de dados existentes do IBGE para a população urbana da sede municipal de Solonópole, constata-se que das taxas de crescimento populacional obtidas, a que teve melhor coeficiente de correlação foi a **função polinomial**.

Assim, diante deste comportamento, será adotada a taxa de crescimento média mais próxima a esta realidade, que foi aquela apresentada através da **função polinomial** ($y = -4,64x^2 + 1.118,75x - 57.761,43$), que corresponde a **1,60 % a.a.** para a projeção da população da Sede Municipal no período de alcance do projeto (2019-2039).

Considerando que o início de plano será o ano de 2019, e o número de economias ativas ligadas à rede de água na Sede Municipal de Solonópole era de 3.377 em 2019, a **População Inicial de Projeto**, em 2019, será de **10.881 habitantes**, com base na taxa de projeção adotada (**1,60 % a.a.**). Sendo assim, a projeção populacional para o período de 20 anos (2019-2039) corresponde aos resultados apresentados no **QUADRO 14** a seguir.

QUADRO 14 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA DA SEDE MUNICIPAL DE SOLONOPOLE (2019-2033)

ANO	POPULAÇÃO
2019	10.881
2020	11.056
2021	11.232
2022	11.412
2023	11.595
2024	11.780
2025	11.969
2026	12.160
2027	12.355
2028	12.552
2029	12.753
2030	12.957
2031	13.165
2032	13.375
2033	13.589
2034	13.807
2035	14.028
2036	14.252
2037	14.480
2038	14.712
2039	14.947

4.5. CONSUMO PER CAPITA E VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO

De acordo com as recomendações técnicas definidas pela SAAE de Solonopole, os parâmetros e considerações a serem utilizados no dimensionamento das unidades constituintes do sistema em estudo são:

- Alcance do plano20 anos
- Coeficiente de demanda diária máxima (k1)1,2
- Coeficiente de demanda horária máxima .(k2)1,5
- Perda de carga máxima admissível na rede.....8,00 m/km
- Pressão estática máxima8 m.c.a.
- Pressão dinâmica mínima50 m.c.a.

4.5.1. CONSUMOS "PER CAPITA

A estimativa inicial do consumo "per capita" de uma determinada localidade baseia-se na análise dos consumos das economias totais micromedidas. Em geral, utiliza-se a série histórica de consumo dos últimos doze meses.

Durante visita em campo, buscou-se obter tais informações por meio do órgão responsável pela administração do serviço de abastecimento de água da Sede Municipal de Solonopole, inicialmente em campo, os dados fornecidos pelo S.A.A.E. limitaram-se a um mês (agosto de 2019). Dado que se trata de um único mês, não há como utilizar esta referência direta para definição do per capita.

Desenvolveram-se, então, duas hipóteses a partir das quais o per capita será definido. A primeira delas seria a utilização do documento Manual Operativo – PROAGUA Nacional, da Agência Nacional de Águas (ANA), que define em 150 L/hab.dia o consumo per capita bruto de água para localidades com população entre 4.000 e 50.000 habitantes. Consideradas 25% de perdas no sistema, resulta em um per capita líquido de 112,5 L/hab.dia.

A segunda hipótese seria adotar a média entre as localidades de Piquet Carneiro e Deputado Irapuan Pinheiro, que localizam-se próximo a Pedra Branca e possuem

Conforme dados informados pelo SAAE encontramos o consume per capito, conforme segue abaixo:

QUADRO 15 - CONSUMOS “PER CAPITA” DAS SEDES MUNICIPAIS DE PIQUET CARNEIRO E DEPUTADO IRAPUAN PINHEIRO

Sede Municipal	Volume médio demandado mensalmente (m3)	Nº de Economias	Consumo “PER CAPITA” (L/Hab. Dia)
Dep. Irapuan Pinheiro	12.000	799	150,34
Piquet Carneiro	23.053	2.277	108,86

Fonte: CAGECE e S.A.A.E. de Deputado Irapuan Pinheiro/CE.

Nestes casos foi utilizada a seguinte relação:

$q = \text{Volume médio da demanda mensal} / (\text{N}^\circ \text{ de Economias Totais} \times \text{Densidade Domiciliar em } 2019 \times 30 \text{ dias})$

Considerando a média entre os per capitas calculados, segundo a hipótese 02, o per capita da Sede Municipal de Solonopole seria 119,60 L/hab.dia.

Baseando-se no Caderno de Normas Técnicas para Projetos de SAA e SES, que estabelece que para definição de per capita, na ausência de dados de micromediação da localidade, deveriam ser considerados dados de localidades semelhantes; e obedecendo ao princípio de trabalhar a favor da segurança, será considerada a segunda hipótese, que nos fornece o maior valor, sendo adotado, portanto, para o sistema o per capita de **120 L/hab.dia**.

4.5.2. VAZÕES DE ADUÇÃO

O tempo de bombeamento foi adotado, conforme orientação do SAAE, em 24h visando-se reduzir a carga horária de operação do sistema, evitando-se turnos de trabalho extras.

Para um alcance de projeto estimado em 20 anos, conhecendo-se a população para a projeção no ano de 2039, bem como os demais parâmetros de dimensionamento estabelecidos, calculam-se as vazões de adução necessárias ao sistema da seguinte forma:

Onde:

- P = população de projeto;
- q = quota per capita (L/hab./dia) = 120 L/hab./dia;
- k1 = coeficiente de máxima demanda diária = 1,2;
- T = tempo de bombeamento = 24h;
- f = fator de perda de vazão ;
- QA-CTL = vazão de adução de água;

4.5.3. VAZÕES DE DISTRIBUIÇÃO

A vazão de distribuição do sistema, foi calculada considerando-se um índice de atendimento de 100% dos imóveis, da seguinte forma:

$$QDIA = k1 \times QMED$$

$$QHORA = k1 \times k2 \times QMED$$