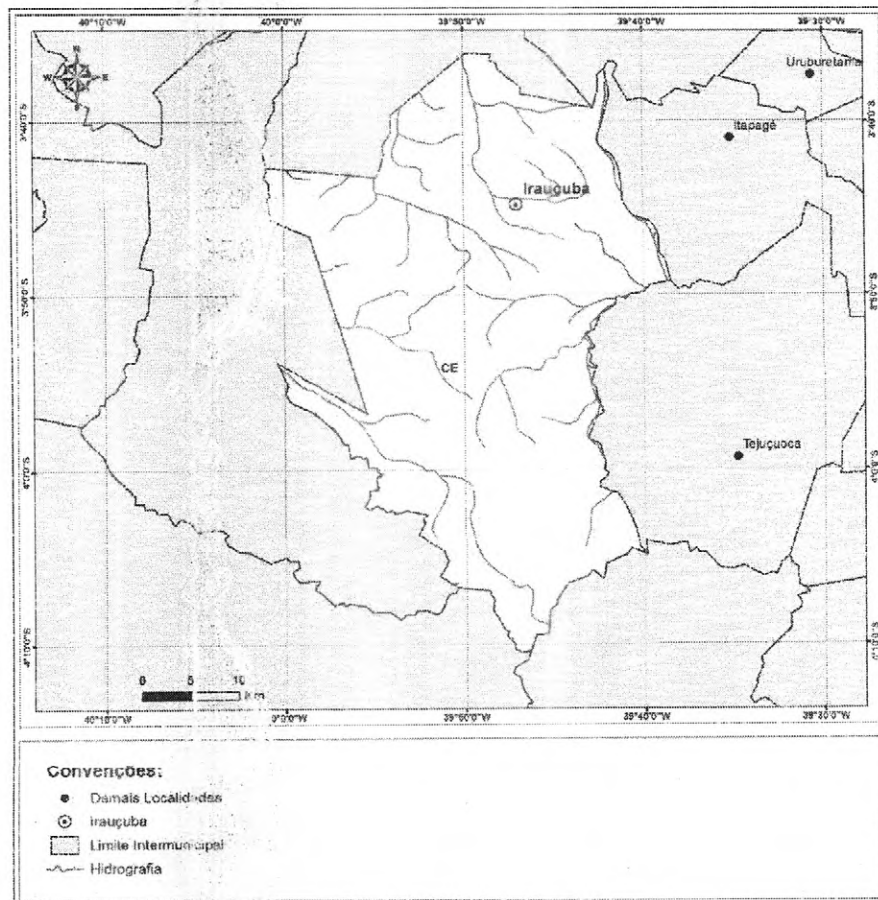


crecem no sentido do sertão para o litoral, onde alcançam valores superiores a 1.000 mm anuais, próximo a foz do rio.

A Bacia Hidrográfica do Litoral tem uma área de drenagem de 8.619 km², correspondente a 5,78% do território Cearense, engloba um conjunto de bacias independentes compreendidas entre as do Curu e do Acaraú, variando de quase 155 km² (Riacho Zumbi) até 3.450 km² (Rio Aracatiaçu). Essa Bacia é composta por 11 municípios e apresenta uma capacidade de acumulação de águas superficiais de 98.290.000 milhões de m³, num total de 7 açudes públicos gerenciados pela COGERH. Os lagos e as lagoas existentes na bacia do Litoral ocorrem principalmente devido a extensa faixa litorânea e pela predominância de um relevo muito suave e de baixa altitude.

No que tange à hidrografia do município de Irauçuba, a **FIGURA 8** apresentada a seguir ilustra bem a sua configuração.

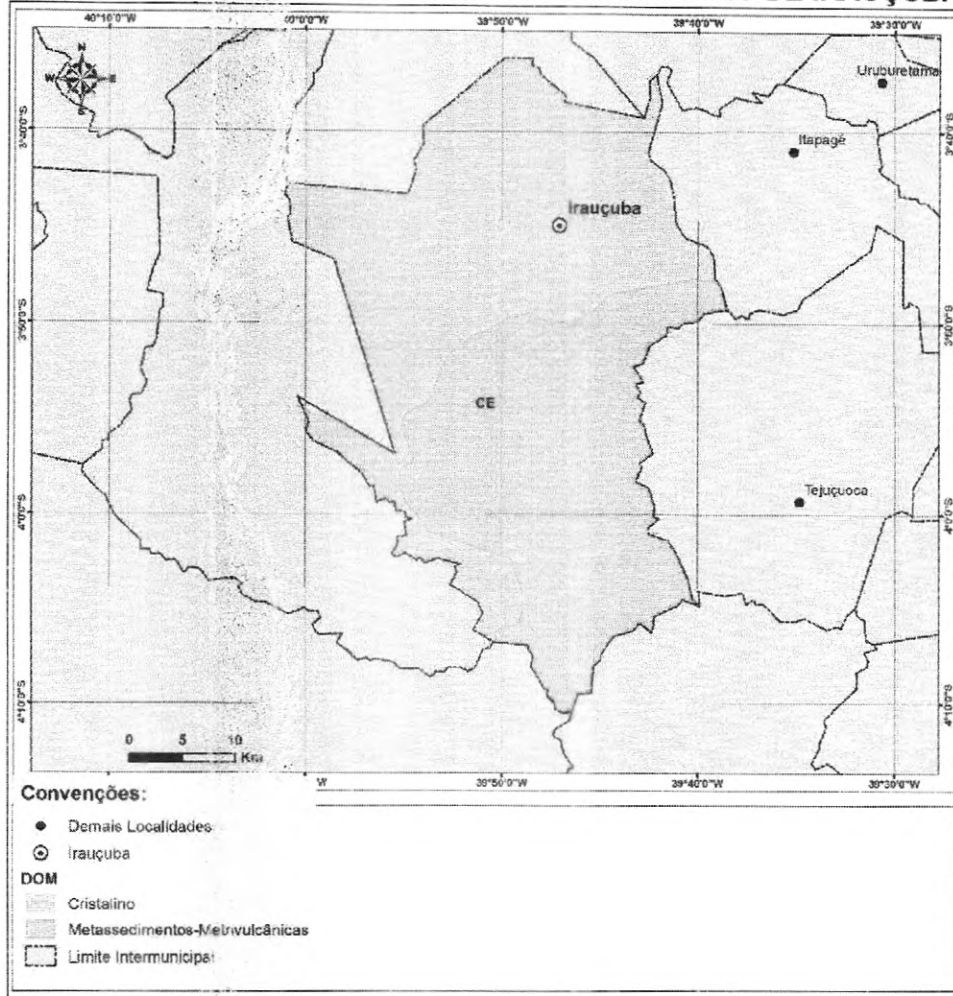
FIGURA 8 - MAPA DA HIDROGRAFIA DE IRAUCUBA



No tocante a hidrogeologia, de acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (1998), existem dois domínios que ocupam aproximadamente na mesma proporção o município de Irauçuba: Rochas Cristalinas e Metassedimentos-Metavulcânicas (**FIGURA 9**).

Observa-se, no entanto, que na região da Sede Municipal aparecem exclusivamente as rochas cristalinas, as quais possuem aquífero do tipo fissural, que apresenta porosidade de ordem secundária, regulada pelas fraturas das rochas. A extensão, o grau de abertura e a conexão destas fissuras regulam a permeabilidade e o coeficiente de armazenamento de água subterrânea nestas rochas. A recarga desse tipo de aquífero está relacionada diretamente a pluviometria, rede hidrográfica e aluviões. A circulação, entretanto, é praticamente inexistente. Devido a essas características, os reservatórios são aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. As vazões produzidas por poços são pequenas, situando-se, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1999), entre mínima de 0,2 m³/h e máxima em torno de 5 m³/h, com profundidade média dos poços perfurados de 65 metros e água na maior parte das vezes salinizada.

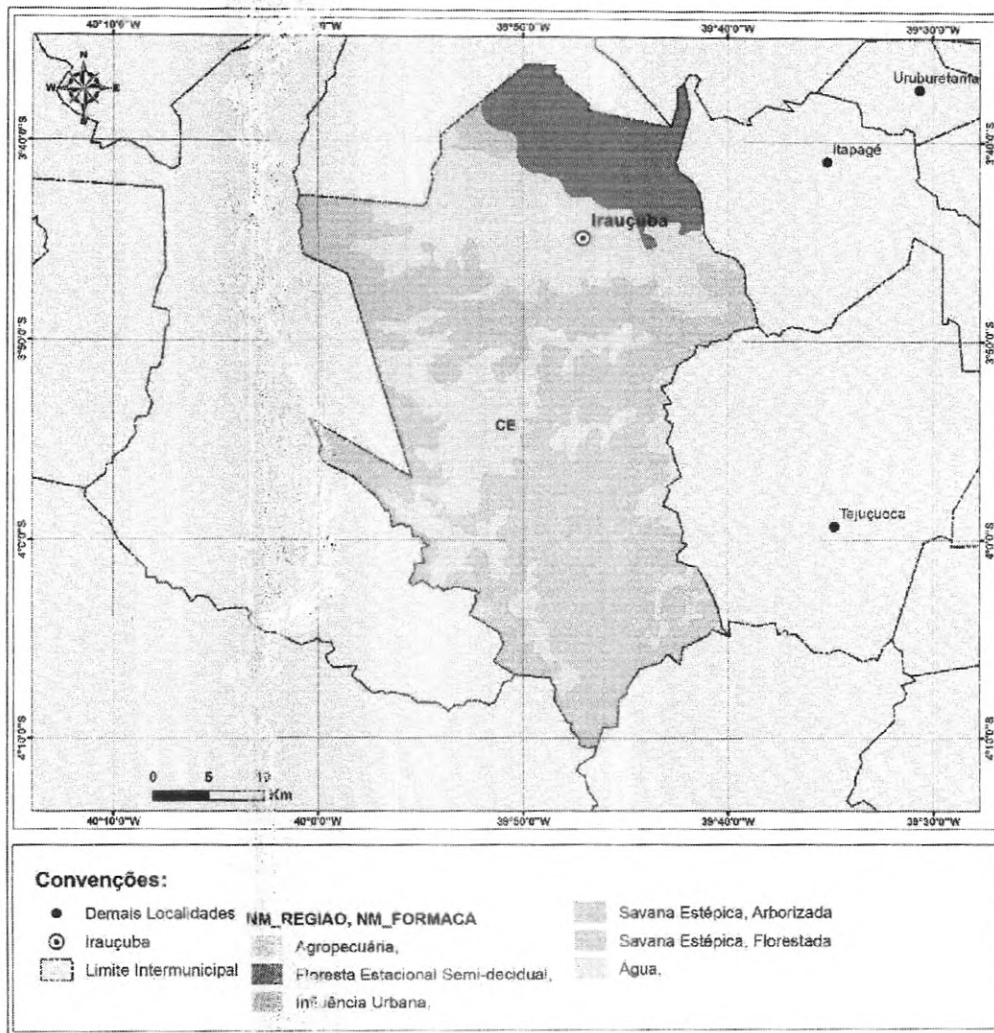
FIGURA 9 - MAPA DE HIDROGEOLOGIA DO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA



3.4 VEGETAÇÃO

A vegetação predominante é a Savana Estépica (caatinga), uma formação vegetal resistente a grandes períodos de estiagem, como ocorre no município e na maior parte do Nordeste Brasileiro. Grande parte do município é ocupada pela agropecuária, onde a ação antrópica é bem destacada, compreendendo as lavouras temporárias; lavouras alimentares para subsistência, bem como lavouras permanentes e pastagem, que compreende tanto a vegetação natural quanto a plantada, ambas destinadas ao pastoreio do gado. A seguir, na FIGURA 10 observa-se a distribuição da vegetação no município de Irauçuba.

FIGURA 10 - VEGETAÇÃO NO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA



3.5 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

O QUADRO 1 abaixo apresenta os valores correspondentes à subdivisão do contingente populacional do Município de Irauçuba, estabelecendo um comparativo com a população do Estado do Ceará, de acordo com os dados do Censo Demográfico de 2010 realizado pelo IBGE.

QUADRO 1 - POPULAÇÃO RESIDENTE NO MUNICÍPIO DE IRAUCUBA E NO ESTADO DO CEARÁ EM 2010

Unidade Administrativa	População Residente (Hab)			Área Territorial (Km ²)	Densidade Demográfica (Hab/Km ²)
	URBANA	RURAL	TOTAL		
Município de Irauçuba	14.343	7.981	22.324	1.461,22	15,28
Estado do Ceará	6.346.569	2.105.812	8.452.381	148.920,47	56,76

Percebe-se que o contingente populacional do município de Irauçuba representa apenas 0,26 % da população total do Estado do Ceará. A densidade demográfica do município também é extremamente inferior à densidade demográfica estadual.

No **QUADRO 2** está apresentada a população residente por situação de domicílio dos quatro distritos do município de Irauçuba (Sede Municipal, Boa Vista do Caxitoré, Juá e Missi). Analisando os **QUADRO 1** e **QUADRO 2**, nota-se que tanto o município como um todo quanto o distrito sede possuem predominância de população urbana. Na Sede Municipal, 72,82% da população reside na zona urbana. Se considerarmos o total municipal, constatamos que este percentual é reduzido para 64,25%.

QUADRO 2 - POPULAÇÃO RESIDENTE POR SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO NOS DISTRITOS DE IRAUCUBA EM 2010

Distritos	População Residente (Hab)		
	Urbana	Rural	TOTAL
Boa Vista do Caxitoré	298	909	1.207
Irauçuba	9.611	3.587	13.198
Juá	1.541	2.125	3.666
Missi	2.893	1.360	4.253
TOTAL	14.343	7.981	22.324

Comparando estes últimos dados com os obtidos nos Censos Demográficos realizados anteriormente, explicitados no **QUADRO 3**, constata-se um crescimento no contingente populacional, refletindo na densidade demográfica do município. Além disso, a população urbana aumenta continuamente, ao

passo que a rural diminui. Tal comportamento faz com que o município acompanhe o cenário estadual, onde se tem o incremento no grau de urbanização.

QUADRO 3 - POPULAÇÃO RESIDENTE NO MUNICÍPIO DE IRAUCUBA 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 Irauçuba	7.704	10.873	14.343	9.451	8.687	7.981	17.155	19.560	22.324	1.461,22	11,74	13,39	15,28

Por fim, o **QUADRO 4** 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 homens sobre mulheres. Tal predominância também ocorre se considerarmos apenas a população do meio rural. Em contrapartida, no meio urbano esta situação se inverte e a ligeira predominância ocorre para a população feminina.

QUADRO 4 - POPULAÇÃO POR MEIO RESIDENTE E SEXO DO MUNICÍPIO DE IRAUCUBA NO ANO DE 2010

Sexo	População Residente (Hab)		
	Urbana	Rural	Total
Homens	7.113	4.234	11.347
Mulheres	7.230	3.747	10.977
Total	14.343	7.981	22.324

3.6 CONDIÇÕES SANITÁRIAS

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 frequentes, da morbidade e relações inerentes às condições do ambiente na qual a população vive. O QUADRO 5 apresenta a distribuição

percentual das internações por grupo de causas. Percebe-se que 9,66% 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 destas doenças, que podem, inclusive, levar a morte.

QUADRO 5 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS INTERNAÇÕES POR GRUPO DE CAUSAS EM IRAUCUBA NO ANO DE 2009

Grupo de Causas	%
Algumas doenças infecciosas e parasitárias	9,66
Neoplasias (tumores)	6,70
Doenças sangue órgãos hematopoiéticos e alguns transtornos imunitários	0,23
Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	0,68
Transtornos mentais e comportamentais	1,70
Doenças do sistema nervoso	0,68
Doenças do olho e anexos	0,11
Doenças do ouvido e da apófise mastóide	-
Doenças do aparelho circulatório	7,84
Doenças do aparelho respiratório	13,75
Doenças do aparelho digestivo	8,41
Doenças da pele e do tecido subcutâneo	3,52
Doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo	0,68
Doenças do aparelho geniturinário	4,89
Gravidez, parto e puerpério	31,48
Algumas afecções originadas no período Peri natal	1,36
Malformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas	0,23
Sintomas, sinais e achados anormais de exames clínicos e de laboratório não classificados em outro item (causas mal definidas)	0,34
Lesões envenenamento e algumas outras consequências de causas externas	6,36
Contatos com serviços de saúde	1,36

Outro importante fator é a taxa de mortalidade infantil, apresentada no QUADRO 6. De maneira geral, esta taxa reflete os níveis de saúde, de desenvolvimento socioeconômico e de condições de vida da população. No presente estudo, nota-se que em Irauçuba, nos últimos anos este indicador apresentou resultados bem mais satisfatórios, chegando-se a observar a taxa de mortalidade infantil atingindo valores inferiores à taxa nacional de 22,5 e a taxa estadual de 27,6; e

até mesmo valor considerado ideal pela OMS em 2004 (OMS considera 10 mortes para mil nascido-vivos como o limite aceitável).

QUADRO 6 - NÚMERO DE NASCIDOS VIVOS, DE ÓBITOS INFANTIS E TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL EM IRAUCUBA NO PERÍODO DE 2002 A 2008

	Número de Nascidos Vivos	Número de Óbitos Infantis	Taxa de Mortalidade Infantil (‰)
2002	418	13	31,1
2003	422	15	35,5
2004	413	4	9,7
2005	414	12	29,0
2006	320	4	12,5
2007	371	6	16,2
2008	369	4	10,8

Outros importantes indicadores utilizados para analisar o cenário da saúde do município são apresentados no QUADRO 7. O número de leitos de internação esteve bem 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 dos 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 a área de saúde.

Com relação à distribuição de médicos, foi identificado, com base em dados do IPECE (2013), que o município Irauçuba possui quadro de profissionais insuficiente para atender a população, uma vez que a quantidade de médicos esteve abaixo (0,66 médicos/ 1.000 hab) do recomendado pela Portaria GM/MS nº 1.101/02, que aconselha a razão entre médico/habitantes de 1 médico para cada 1.000 habitantes

QUADRO 7 - INDICADORES DE SAÚDE EM 2012 PARA O MUNICÍPIO DE IRAUCUBA

Discriminação	Valores
Médicos/1.000 hab	0,66
Dentistas/1.000 hab	0,31
Leitos/ 1.000 hab	0,79
Unidades de saúde/ 1.000 hab	0,75

3.7 PERFIL SOCIOECONÔMICO

Em relação ao perfil de renda da população do município de Irauçuba, o QUADRO 8 mostra a distribuição percentual de pessoas de 10 anos ou mais de idade por classes de rendimento nominal mensal, de acordo com o IPECE (2012).

QUADRO 8 - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR NÍVEL DE RENDA - MUNICÍPIO DE IRAUCUBA – 2010

Classes de rendimento nominal mensal	Pessoas de 10 anos ou mais de idade	
	Total	%
Total	5.574	100
Até 1/2 salário mínimo	3.635	65,22
Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	1.198	21,49
Mais de 1 a 2 salários mínimos	231	4,14
Mais de 2 a 3 salários mínimos	46	0,83
Mais de 3 salários mínimos	48	0,86
Sem rendimento	416	7,46

Analisando os resultados, percebe-se a péssima distribuição de renda do município, onde grande parcela da população (94,17%) apresenta renda menor ou igual a 01 (um) salário mínimo. Notadamente, municípios de pequeno/médio porte, exemplo de Irauçuba, possuem a tendência de concentrar a maior parte de sua renda em reduzida parcela da população, enquanto a grande maioria do contingente populacional fica associada a baixíssimos níveis de renda. O mediano desempenho produtivo conferido pela atividade agropecuária do município não é suficiente para atender a necessidade de absorção da mão-de-obra local, a qual possui baixa qualidade.

Já se tratando do PIB, o QUADRO 9 traz os valores brutos e os percentuais relativos à contribuição de cada setor para definição do PIB total municipal. Ao avaliar os dados, é possível afirmar que a economia local possui sua base no setor de serviços, sendo este setor responsável por 73,92% do valor total do PIB de Irauçuba no ano de 2010.

QUADRO 9 - PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB) E PERCENTAGEM DO MUNICÍPIO DE IRAUCUBA POR SETORES EM 2010

Setor	R\$ (mil)	%
PIB	88.469	100
Agropecuária	11.005,54	12,44
Indústria	12.058,32	13,63
Serviços (inclui administração pública)	65.405,13	73,92

O **QUADRO 10** apresenta os Índices de Desenvolvimento do município de Irauçuba segundo o IPECE (2013), os quais servem de orientação para a formulação de políticas públicas. O Índice de Desenvolvimento Municipal, que reúne diversos indicadores de diferentes grupos, em 2010 atingiu o valor de 17,14, ficando na posição 137º do ranking estadual dentre os 184 municípios do Ceará. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que avalia o avanço na qualidade de vida, no ano 2010 possuía o valor de 0,605 e ranking estadual 120º. Os resultados apresentados demonstram que Irauçuba ocupou posições intermediárias para baixas em relação aos demais município do estado.

O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará realiza estudos para mensurar a inclusão social no estado. Para isto calcula os Índices de Desenvolvimento Social de Oferta (IDS-O) e o Índice de Desenvolvimento Social de Resultado (IDS-R). O IDS-O está relacionado com a oferta de serviços públicos e infraestrutura, enquanto que o IDS-R apresenta os resultados alcançados pelas condições de oferta e considera indicadores que refletem de forma mais direta no bem-estar da população. Em 2009, o município de Irauçuba apresentou IDS-O de 0,387 e posição 74º no ranking estadual, enquanto que o IDS-R foi de 0,506 e ranking 63º. Desta forma, percebe-se que no que se refere

a índices sociais, o município em estudo se encontra em posições médias/altas quando comparado com os demais municípios do estado do Ceará.

QUADRO 10 - ÍNDICES DE DESENVOLVIMENTO DO MUNICÍPIO DE IRAUCUBA

Índices de Desenvolvimento	Município Irauçuba	
	Valor	Ranking
Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) em 2010	17,14	137
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) em 2010	0,605	120
Índice de Desenvolvimento Social de Oferta (IDS-O) – 2009	0,387	74
Índice de Desenvolvimento Social de Resultado (IDS-R) – 2009	0,506	63

No que se refere ao nível de escolaridade da população de Irauçuba, o **QUADRO 11** apresenta as Taxas de Analfabetismo Funcional para Pessoas com 15 anos ou mais nos anos 2000 e 2010 para o município e o estado.

QUADRO 11 – TAXAS DE ANALFABETISMO FUNCIONAL PARA PESSOAS COM 15 ANOS OU MAIS EM IRAUCUBA E NO CEARÁ – 2000/2010

Discriminação	Município de Irauçuba		Estado do Ceará	
	2000	2010	2000	2010
População residente de 15 anos ou mais	11.758	15.426	4.938.392	6.264.131
População alfabetizadas de 15 anos ou mais	7.261	11.105	3.627.614	5.087.493
Taxa de analfabetismo funcional (15 anos ou mais)	38,25	28,01	26,54	18,78

A partir da análise do **QUADRO 11**, percebe-se que o município apresentou nos anos supracitados taxas de analfabetismo funcional da população de 15 anos ou mais superiores às do estado, pois em 2000 e 2010 o município atingiu valores de 38,25% e 28,01%, respectivamente. Tais dados revelam a necessidade de investimentos na educação municipal.

3.8 PERFIL INDUSTRIAL

De acordo com as informações levantadas pelo Perfil Básico do Município (IPECE, 2013), o município de Irauçuba conta com um total de 47 empresas industriais ativas no seu território. Destas, 87,23%, o que representa 41 indústrias; atuam no ramo da transformação; 8,51% (4 indústrias) são de construção civil; e 4,26% (2 indústrias) são extrativos minerais. As vazões

referentes a essas indústrias serão consideradas como vazões pontuais no sistema de tratamento após a conclusão dos serviços topográficos

4. DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

A cidade de Irauçuba não possui um sistema de esgotamento sanitário (SES).

A falta de esgotamento sanitário pode induzir a população a utilizar as sarjetas para o lançamento dos efluentes e os recursos hídricos como corpos receptores das águas servidas, poluindo esses recursos naturais e causando a proliferação de insetos e conseqüentes doenças.

5. ESTUDO POPULACIONAL E DE VAZÕES

5.1. PROJEÇÃO POPULACIONAL

Um importante requisito para o perfeito funcionamento do sistema de esgotamento sanitário 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.

Nesse sentido, para a projeção da população da cidade de Irauçuba foi utilizado a população urbana dos dois últimos censos 2000 e 2010, e para o ano de 2021, foram utilizados o total de ligações existentes do ano de 2021 e o habitante/domicílio de 3,86 para estimar a população. Segue resumo das populações na TABELA 5.

TABELA 5 – REPRESENTAÇÃO DA POPULAÇÃO DE IRAUCUBA

	2000	2010	2021
Município	População Urbana	População Urbana	População Urbana
Irauçuba	10873	14343	15467

A partir destes dados, realizou-se um estudo da estimativa populacional através de quatro métodos de previsão:

- Método Aritmético
- Método Geométrico
- Método Logístico
- Método de Extrapolação Gráfica

O método aritmético pressupõe uma taxa de crescimento constante ao longo dos anos, a partir dos dados coletados dos últimos censos. Admite-se aqui que a população varia linearmente com o tempo, sendo indicado para períodos à curto prazo, de 1 a 5 anos.

A metodologia consiste em determinar a razão de crescimento k a partir dos dois últimos censos, aplicando-o em seguida na obtenção da população que se quer prever. Para tal utiliza-se as seguintes equações abaixo:

$$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0} \qquad P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0)$$

Onde:

K_a : constante de crescimento aritmético; P_0 : população do penúltimo censo;

P_2 : população do último censo; P_t : população a ser prevista;

t_0 : ano de realização do penúltimo censo; t_2 : ano de realização do último censo.

No método geométrico, o crescimento populacional é proporcional à população existente em um determinado ano, ou seja, que o incremento de população varia conforme o passar dos anos. Também é indicado para pequenos espaços de tempo.

A metodologia consiste em determinar a razão de crescimento K_g a partir dos dois últimos censos, aplicando-o em seguida na obtenção da população que se quer prever.

$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0} \qquad i = e^{K_g} - 1 \qquad P_t = P_0 \cdot (1 + i)^{(t - t_0)}$$

Onde:



K_g : taxa de crescimento geométrico; P_0 : população do penúltimo censo;

P_2 : população do último censo; P_t : população a ser prevista;

t_0 : ano de realização do penúltimo censo; t_2 : ano de realização do último censo;

t : ano em que se deseja obter a previsão da população.

O método logístico segue uma relação matemática, que estabelece uma curva em forma de S. A população tende assintoticamente a um valor de saturação.

A metodologia consiste em determinar os coeficientes de crescimento c e K_1 a partir dos três últimos censos, aplicando-o em seguida na obtenção da população que se quer prever.

$$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2} \quad c = (P_s - P_0) / P_0 \quad K_1 = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln \left[\frac{P_0 \cdot (P_s - P_1)}{P_1 \cdot (P_s - P_0)} \right]$$

$$P_t = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{K_1 \cdot (t - t_0)}}$$

Onde:

c e K_1 : coeficientes de crescimento logístico; P_0 : população do antepenúltimo censo;

P_1 : população do penúltimo censo; P_2 : população do último censo;

P_s : População de saturação; P_t : população a ser prevista;

t_0 , t_1 e t_2 : ano de realização dos últimos censos;

t : ano em que se deseja obter a previsão da população.

Para realização do método logístico é preciso que sejam atendidas as seguintes condições:

$$P_0 < P_1 < P_2$$

$$P_0 \times P_2 < P_1^2$$

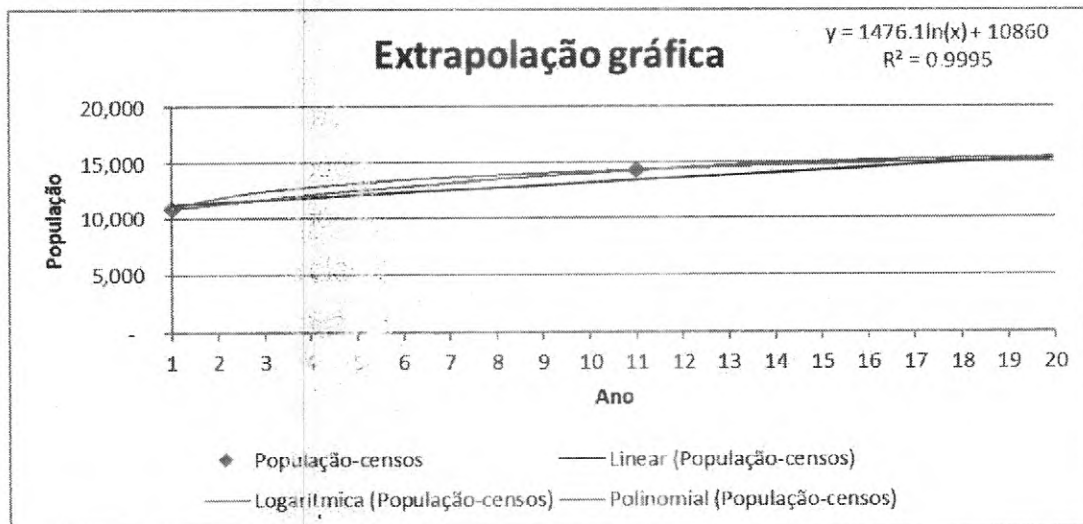
as quais foram atendidas no presente projeto.

Os coeficientes calculados para os métodos apresentados estão dispostos abaixo.

Coeficientes	ANO	2000-2010	2010-2021
	Método aritmético		
	Ka	347.00	102.18
	Método geométrico		
	Kg	2.77%	0.69%
	i	2.81%	0.69%
	Método de crescimento logístico		
	Ps	15832.87	
	c	0.46	
	K1	-0.13	

O método de extrapolação gráfica consiste no traçado de uma curva arbitrária ajustada aos dados observados nos três últimos censos, considerando o ano do censo mais antigo como ano 1, onde a partir de seu prolongamento/extrapolação, verifica-se sua tendência de crescimento e determina-se a população de projeto.

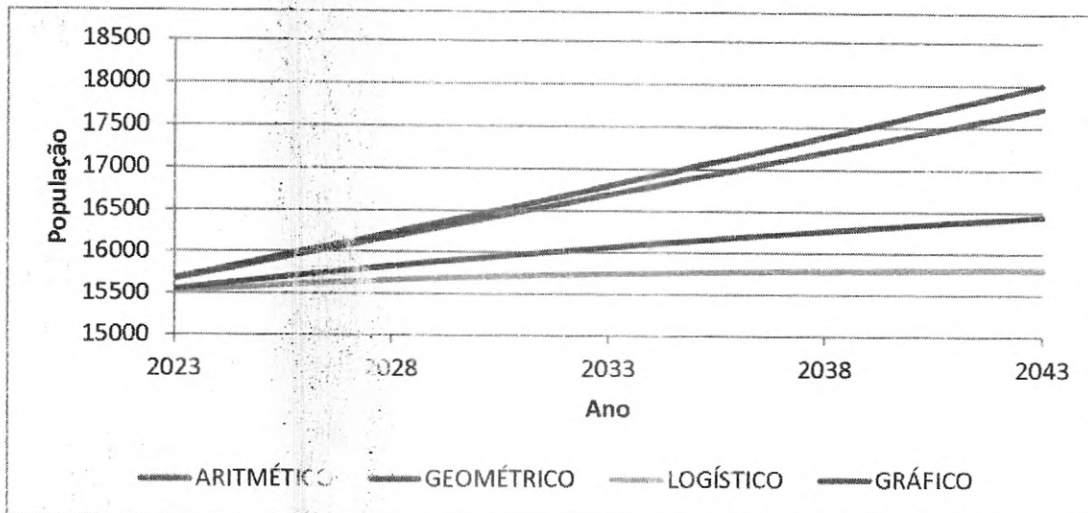
A partir do gráfico observa-se qual curva de tendência possui melhor correlação de crescimento da população em relação aos dados fornecidos. As curvas avaliadas foram linear, logarítmica e polinomial, contudo, foi considerada curva logarítmica, que teve melhor R^2 e a equação está exibida no gráfico.



No estudo foi considerado início de plano no ano de 2023, ano seguinte do desenvolvimento deste projeto, com projeção de 20 anos, tendo o fim de estudo no ano de 2043. A tabela e o gráfico a seguir mostram o resultado das projeções populacionais.



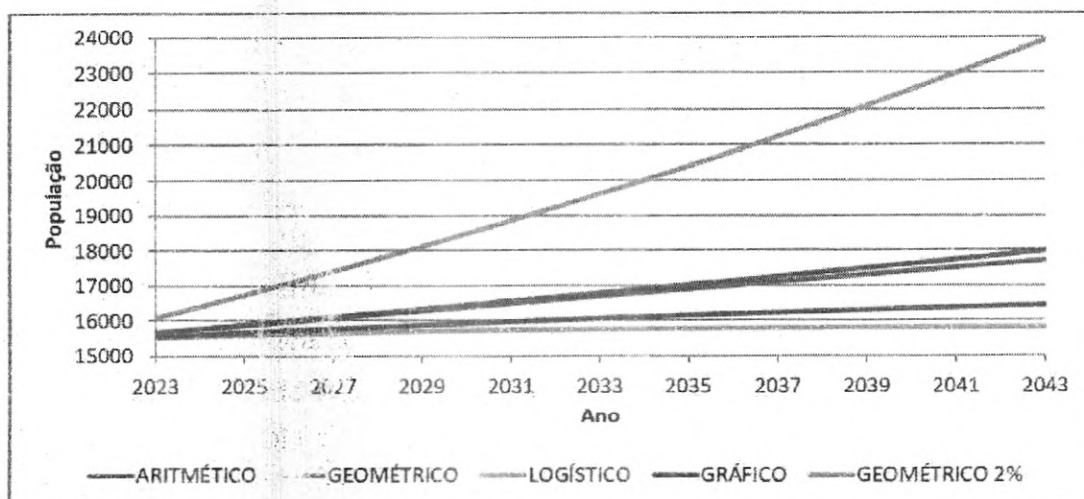
ANO	ARITMÉTICO	GEOMÉTRICO	LOGÍSTICO	GRÁFICO
2021	15467	15467	15416	15423
2022	15569	15574	15467	15488
2023	15671	15681	15512	15551
2024	15774	15789	15552	15611
2025	15876	15898	15587	15669
2026	15978	16008	15617	15725
2027	16080	16119	15644	15779
2028	16182	16230	15668	15830
2029	16284	16342	15688	15881
2030	16387	16454	15706	15929
2031	16489	16568	15722	15976
2032	16591	16682	15736	16021
2033	16693	16797	15748	16065
2034	16795	16913	15759	16108
2035	16898	17030	15768	16150
2036	17000	17148	15776	16190
2037	17102	17266	15783	16229
2038	17204	17385	15789	16268
2039	17306	17505	15795	16305
2040	17409	17626	15800	16342
2041	17511	17747	15804	16377
2042	17613	17870	15807	16412
2043	17715	17993	15811	16446



Segue resumo das taxas de crescimento encontrado nos estudos para o período de projeto.

TAXA DE CRESCIMENTO (%)	ARITMÉTICO	GEOMÉTRICO	LOGÍSTICO	GRÁFICO
Ano (2023-2043)	0.61%	0.69%	0.10%	0.28%

Os resultados acima demonstram taxa de crescimento baixa na população futura do município de Irauçuba nos métodos analisados, observando valor menor que o mínimo recomendado pela CAGECE de 2%. Por tal motivo, foi adotado na projeção populacional o valor de 2% no método geométrico, conforme apresentado abaixo.



ANO	GEOMETRICO 2%
2021	15467
2022	15776
2023	16092
2024	16414
2025	16742
2026	17077
2027	17418
2028	17767
2029	18122
2030	18485
2031	18854
2032	19231
2033	19616
2034	20008
2035	20408
2036	20817
2037	21233
2038	21658
2039	22091
2040	22533
2041	22983
2042	23443
2043	23912

5.2. VAZÕES DE ESGOTAMENTO

5.2.1. População Atendida

Será atendida na fase de implantação 100% da população urbana totalizando 6.195 ligações no final de plano.



5.2.2. Consumo "Per Capita"

O valor de consumo per capita baseou-se na Tabela 02 do anexo 1 do Caderno de Normas da CAGEC para residências de padrão interior: 125 L/hab.dia.

5.2.3. Parâmetros e Vazões.

Os parâmetros adotados foram aqueles usualmente utilizados em sistemas de esgotamento sanitário para comunidades de pequeno porte, associada às prescrições normativas da ABNT, normas NBR-9648, NBR-9649, ambas de 1996 e P-NB 568, de 1975. Os Coeficientes de variação de consumo adotados foram:

- K1 = 1,20 – coeficiente do dia de maior consumo
- K2 = 1,50 – coeficiente da hora de maior consumo
- K3 = 0,50 – coeficiente da hora de menor consumo
- Adotou-se o coeficiente de retorno (C) igual a 0,80.
- Vazão de Infiltração:

Na ausência de dados locais específicos, a norma brasileira NBR 9649 indica que a faixa de valores a ser utilizada para a taxa de infiltração deve ser de 0,05 a 0,25 L/s.km. Adotaremos o valor de 0,25 L/s.km por quilômetro de coletor. Sendo assim, a vazão de infiltração (Qi) foi obtida pela equação abaixo:

$$Q_i = i.L,$$

Onde: i = Taxa de infiltração linear (l/s.km) igual a 0,25 l/s.Km

L = comprimento do trecho (km)

- Vazões Sanitárias:

As vazões sanitárias foram calculadas através das equações apresentadas na TABELA 6.



TABELA 6 - EQUAÇÕES DE CÁLCULO DAS VAZÕES SANITÁRIAS DE ESGOTO

VAZÃO	EQUAÇÃO
Média	$Q_{med} = \frac{P \times C \times q}{86400} + L * Ti$
Mínima	$Q_{med} = \frac{P \times C \times q \times K_3}{86400} + L * Ti$
Máxima	$Q_{med} = \frac{P \times C \times q \times K_1 \times K_2}{86400} + L * Ti$

Sendo:

P = População (habitantes);

C = coeficiente de retorno, estimado em 0,80 (adimensional);

q = Vazão *per capita*;

K1 = Coeficiente do dia de maior consumo;

K2 = Coeficiente da hora de maior consumo;

K3 = Coeficiente da hora de menor consumo.

5.3 VAZÕES DE PROJETO

Na TABELA 7 está apresentada as vazões de projeto e populações utilizadas.

TABELA 7 - POPULAÇÃO E VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO

	Ano	População Urbana	Vazão Doméstica (l/s)				Vazão Total (l/s)			
			Média	Mín.	Máx. D	Máx	Média	Mín.	Máx. D	Máx.
Bacia A	2023	4329	5.01	2.51	6.01	9.02	5.46	4.3	6.26	10.82
	2033	5277	6.11	3.05	7.33	10.99	6.56	4.85	7.58	12.79
	2043	6433	7.45	3.72	8.93	13.4	7.89	5.52	9.18	15.2
Bacia B	2023	4024	4.66	2.33	5.59	8.38	4.92	3.38	5.84	9.44
	2033	4905	5.68	2.84	6.81	10.22	5.94	3.89	7.06	11.27
	2043	5979	6.92	3.46	8.3	12.46	7.18	4.52	8.55	13.51
Bacia C	2023	7739	8.96	4.48	10.75	16.12	9.75	7.66	11.00	19.3
	2033	9433	10.92	5.46	13.1	19.65	11.71	8.64	13.35	22.83
	2043	11499	13.31	6.65	15.97	23.96	14.1	9.83	16.22	27.14
Total	2023	16092	18.62	9.31	22.35	33.52	20.13	15.33	22.6	39.55
	2033	19616	22.7	11.35	27.24	40.87	24.21	17.37	27.49	46.90
	2043	23912	27.68	13.84	33.21	49.82	29.18	19.86	33.46	55.85

6. CONCEPÇÃO DO SISTEMA

As condições topográficas do município de Irauçuba não são favoráveis ao esgotamento sanitário por gravidade em bacia única. Portanto a área do município será atendida por três bacia de esgotamento, sendo necessária a adoção de 03 conjuntos elevatórios para transportar os esgotos coletados na cidade até a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, como descrito a seguir:

A rede do município de Irauçuba, como dito anteriormente, será subdividido em 3 bacias. A Bacia C além de sua contribuição, receberá contribuições da Bacia A e Bacia B por meio das EE01 e EE02 respectivamente, e posteriormente, por meio da EE03 todo o efluente gerado será recalcado para Estação de Tratamento de Esgoto - ETE.

7. SISTEMA PROPOSTO

7.1. LIGAÇÃO DE ESGOTO

As 153 unidades referentes a 1ª etapa do projeto serão ligadas à rede coletora de esgoto através de ligações prediais convencionais padrão CAGECE.

Esta ligação predial convencional consiste na conexão entre a caixa que recebe a contribuição da rede interna de cada residência e a rede coletora, sendo executada com as seguintes características:

- Material: PVC rígido Vinilfort para esgoto;
- Diâmetro: 100 mm;
- Declividade mínima: 0,0045 m/m;
- Dimensões internas das caixas de inspeção em alvenaria: 0,60 m x 0,60 m.

7.2. REDE COLETORA

7.2.1. Diretrizes Gerais

O sistema de esgotamento será do tipo sanitário separador com contribuição do esgoto doméstico, contribuição de infiltração e a pluvial parasitária. O traçado da rede coletora de esgotos foi desenvolvido em atendimento às especificações técnicas de projeto vigentes na NBR 9649/1986. A partir do nivelamento geométrico do eixo das ruas (greide executado), estabeleceu-se o sentido de escoamento de cada trecho. Para o dimensionamento da rede foram adotados os seguintes parâmetros:

- Material: PVC Ocre;
- Diâmetro mínimo: 150 mm;
- Recobrimento mínimo da tubulação: 0,90 m (balizado pelo eixo da rua).
Foram adotados os seguintes parâmetros para os Poços de Visita:
- Diâmetro dos Poços de Visita: 0,60 m utilizados em trechos lineares que não possuam contribuições laterais ou pontuais; 1,00 m utilizados em curvas acentuadas, em pontos de recebimento de vazões pontuais e em locais de difícil acesso para equipamentos de manutenção nos PV's de 600mm.
- A profundidade máxima dos PV's é de 4,50 m;
- A distância máxima entre Poços de Visita foi de 80 m, em trechos maiores que 80m e menor que 120m, usar PV's de 600mm para manutenção da rede.
- Os poços onde foram verificados degraus iguais ou superiores a 0,60 m foram utilizados tubos de queda;

7.2.2. Planilhas de Cálculo de Rede

Para o cálculo da rede foram adotadas as seguintes premissas:

- Vazão inicial: $Q_i = 1,5 \times Q_{m\u00e9dia}$ ou no mínimo 1,5 l/s;
- Vazão final: $Q_f = 1,2 \times 1,5 \times Q_{m\u00e9dia}$ para todos os trechos da rede coletora.

Em relação à declividade dos trechos, a rede foi dimensionada visando à obtenção de pequenas profundidades de modo a minimizar os custos das obras. As declividades mínimas adotadas atendem às condições de auto-limpeza dos coletores para as vazões de projeto, não sendo inferior à mínima admissível (0,45%). A declividade máxima admissível foi aquela para a qual a $V_f = 5,0$ m/s. A tensão trativa foi verificada pelo critério da tensão trativa média, cujo mínimo é $1,0 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$;

As lâminas de águas foram calculadas admitindo-se um regime uniforme e permanente, sendo o seu valor máximo para a vazão final igual ou inferior a 75% do diâmetro do coletor. A condição de controle de remanso adotado foi aquela que estabelece cotas de lâminas d'água nos coletores, iguais ou inferiores às lâminas de montante, traduzidas pelo rebaixamento físico das cotas do coletor de jusante, quando for o caso.

A partir destas premissas de projeto, escolheu-se o programa Cesp para cálculo hidráulico da rede coletora que se adaptasse às exigências.

As planilhas de dimensionamento da rede coletora estão apresentadas no item MEMÓRIA DE CÁLCULO deste relatório.

7.2.3. Características da Rede Coletora Projetada

No volume DESENHOS estão apresentadas as plantas do arranjo das bacias da rede coletora de Irauçuba. As áreas das bacias foram delimitadas e calculadas utilizando as ferramentas do software AutoCad.

A população da bacia foi determinada a partir das características do empreendimento.

O número de residências foi determinado pelo número de ligações de água existentes na área urbana e a taxa de ocupação por domicílio foi adotada do IBGE igual a 3,86 hab/dom.

Na **TABELA 8** estão apresentadas as principais características das bacias B e C da rede coletora do município de Irauçuba. Conforme mencionado anteriormente, a bacia A fez parte de outro projeto que já está aprovado, ver laudo em anexo.

TABELA 8 - CARACTERÍSTICAS DA REDE COLETORA DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DE IRAUCUBA

Rede Coletora de Esgoto

Material utilizado:		PVC OCRE JEI							
	Bacia A (em execução)		Bacia B (etapa posterior)		Bacia C (1ª e 2ª etapa)				
	150	200	150	200	150	250	300	400	
Diâmetro									
Extensão (m)	6.799,10	386,19	4171,21	50,11	10703,03	859,67	299,34	851,30	
Ext. Total (m)	7.185,29		4.221,32		12.713,34				
					150	400			
1ª etapa					1.108,89	152,00			

7.3. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE DE ESGOTOS

7.3.1. Diretrizes Básicas

O dimensionamento das estações elevatórias e das linhas de recalques de esgotos foi desenvolvido conforme especificações técnicas de projeto vigentes na NB-569 da ABNT, NPR 12208 e recomendações da própria CAGECE, sendo observado os seguintes critérios e formulações:

A fórmula de Hazen-Williams foi utilizada para o cálculo da perda de carga na Tubulação;

- O cálculo das perdas de carga localizadas foi realizado segundo o método estabelecido por Azevedo Netto, elas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K";
- Para o cálculo da potência instalada, se levou em conta acréscimos recomendados pelo Manual de Hidráulica do Azevedo Netto e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.
As planilhas de dimensionamento das EEEs e LRs estão apresentadas no item MEMORIAL DE CÁLCULO;
- O estudo do transiente hidráulico foi desenvolvido a partir de simulações computacionais através de software que utiliza o "Método das Características" para resolução do sistema de equações diferenciais, que modelam o fenômeno, através do qual pode-se determinar, ao longo do tempo, as pressões e vazões em regime variável em todo o sistema. Apesar de não ser necessário pelos resultados dos cálculos, foram adotados registros de descarga e ventosas respectivamente nos pontos baixos e altos relativos da linha de recalque para evitar colapso do tubo em situação de esvaziamento.

7.3.2. Descrição das EEEs e LRs

O tratamento preliminar de esgoto bruto será constituído de grade, caixa de areia e calha Parshall.

A EE02 e a EE03 constarão de 02 conjuntos motor-bombas do tipo submersível, sendo 01 reserva, e equipadas com geradores. A seguir é apresentada a descrição da elevatória constituinte do sistema e de sua linha de recalque.

TABELA 9 - CARACTERÍSTICAS DAS ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE

	EEA01- Bacia A Em execução	EEA02- Bacia B Etapa posterior	EE03-Bacia C 1ª etapa
Q (L/s)	15,32	14,00	4,37
Hman (m)	9,95	12,23	18,49
P (cv)	3,5	5,00	5,00
Instalação	1+1	1+1	1+1
Tipo de bomba	Submersível Rotor Semiaberto	Submersível Rotor Semiaberto	Submersível Rotor Fechado
Rotação (RPM)	1800	1800	1800
Rotor (mm)	189	193	193
Rendimento (%)	65,00	66,68	36,49
LR	1	2	3
Extensão (m)	185	719,32	2520,92
Diâmetro (mm)	150	150	100/250
Material	PVC	PVC	PVC

7.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Esta unidade terá a finalidade de diminuir a carga poluidora dos efluentes sanitários gerados na Sede Municipal de Irauçuba, os quais serão transportados pelo sistema de coleta e transporte descrito nos tópicos anteriores.

A seguir, apresenta-se uma sucinta abordagem sobre a metodologia utilizada para o Estudo e Projeto da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) que irá complementar o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES).

Serão abordados os seguintes tópicos:

- Tecnologias de tratamento;

- Parâmetros utilizados no pré-dimensionamento das unidades de tratamento;
- Descrição das unidades de tratamento estudadas;
- Opções de arranjo do sistema de tratamento.



7.4.1 Tecnologia de Tratamento

Consideradas as características físicas e climáticas associadas aos aspectos de disponibilidade de área, facilidade de controle operacional e menores custos de operação e manutenção, notadamente, as soluções mais indicadas para tratamento de esgotos na Região Nordeste do Brasil apresentam as seguintes tipologias:

- ⇒ **Tipo 1:** Lagoa Facultativa seguida de Lagoa de Maturação;
- ⇒ **Tipo 2:** DAFA (Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente) seguido de Lagoa Facultativa e Lagoa de Maturação;
- ⇒ **Tipo 3:** DAFA seguido de Lagoa Aerada Facultativa e Lagoa de Maturação;
- ⇒ **Tipo 4:** Lagoa Aerada Facultativa seguida de Lagoa Facultativa e Lagoa de Maturação.

Outra tecnologia de tratamento muito utilizada na engenharia sanitária é aquela em que as unidades componentes formam o arranjo Lagoa Anaeróbia seguida de Lagoa Facultativa e Lagoa de Maturação.

As tecnologias do Tipo 3 e 4 são tecnologias que oferecem eficiências de tratamento equivalentes às dos Tipos 1 e 2, porém, se comparadas com as demais, essas tecnologias apresentam custos com operação e manutenção muito mais elevados, devido a utilização de equipamentos eletro-mecânicos como os aeradores, os quais são movidos à energia elétrica. Em contrapartida, as tipologias 3 e 4 são arranjos mais compactos, por isso são indicadas em ocasiões onde há menores disponibilidades de áreas para implantação de estações de tratamento de esgotos.

Sendo assim, considerando a magnitude da vazão média de tratamento (29,18 L/s) produzida no sistema de coleta e transporte ao fim de plano (2043), para definição do Arranjo Geral da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do SES da Sede Municipal de Irauçuba/CE, será adotada a tecnologia do Tipo 1.

Para tratamento preliminar e condicionamento prévio do esgoto bruto a ser recebido na futura Estação de Tratamento, foi prevista a implantação de Caixa de Areia.



7.4.2 Parâmetros utilizados no pré-dimensionamento das unidades de tratamento estudadas

Os parâmetros empregados no pré-dimensionamento das unidades de tratamento foram adotados com base em bibliografias muito utilizadas na engenharia sanitária, como: Von Sperling, M. (1996) – “Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias - vol.3 – Lagoas de Estabilização”. Na TABELA 10 são apresentados resumos desses parâmetros.

TABELA 10 - RESUMO DOS PARÂMETROS ADOTADOS NO PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DE TRATAMENTO

Parâmetros	Lagoas de Estabilização (1)		Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente (2)
	Facultativa	Maturação	
REGIME DE FLUXO	Fluxo Disperso	Fluxo Disperso	-
T - TEMPO DE DETENÇÃO (dias)	15 a 45	(*)	0,3 a 0,5
H - PROFUNDIDADE ÚTIL (m)	1,5 a 3,0	0,8 a 1,5	-
RELAÇÃO L/B (Comprimento/Largura)	2 a 4	(**)	-
LS - TAXA DE APLICAÇÃO SUPERFICIAL (kgDEO ₅ /ha.dia)	100 a 350	-	-
TAXA DE ACÚMULO DE LODO (m ³ /hab.ano)	0,03 a 0,08	-	-
EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE DBO (%)	70 a 85%	-	60 a 80%
K ₂₀ - COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE DBO ₅ (Líquido a 20° C) (dia ⁻¹)	0,13 a 0,17	-	-
DBO PARTICULADA EFLUENTE (mgDBO ₅ /mgSS)	0,3 a 0,4	-	-
θ - COEFICIENTE DE TEMPERATURA (K=K ₂₀ . 6 ^{T-20})	1,035	-	-
REQUISITOS MÉDIOS DE OXIGÊNIO (kgO ₂ /kgDBO ₅)	-	-	-
EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS (%)	60 a 99%	95 a 99,99%	60 a 90%
K _{B20} - COEFICIENTE DE DECAIMENTO BACTERIANO (Líquido a 20° C) (dia ⁻¹)	0,2 a 0,4	0,3 a 0,8	-

q - COEFICIENTE DE TEMPERATURA
($K_B = K_{B20} \cdot \theta^{T-20}$) 1,07 1,07

A TABELA 11 apresenta os principais parâmetros característicos do esgoto bruto que serão empregados no pré-dimensionamento das Unidades de Tratamento.

TABELA 11- CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO BRUTO - SES DE IRAUCUBA/CE

Parâmetros	Valores Considerados
K_0 - CARGA ORGÂNICA "PER CAPITA" (DBO ₅)	54 g/hab.dia (NBR12209)
SS - SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	60 g/hab.dia (NBR12209)
N_0 - CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES FECAIS	10 ⁷ Organismos/100 ml (Adotado)
θ - TEMPERSTURA DO ESGOTO	24,4 °C

Observa-se na TABELA 11 que parte desses parâmetros foram definidos de acordo com os valores preconizados pela Norma da ABNT NBR 12.209 - Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário, e para alguns parâmetros não regulamentados pelas normas vigentes, foram adotados valores baseados em bibliografia técnica e/ou em função de características locais específicas.

Leito de secagem:

- Produtividade de lodo – 1,65 KgSS/m².dia
- Concentração de lodo excedente – 80 KgSS/m³.dia

7.4.3 Descrição das unidades de tratamento estudadas

A seguir, são descritos de forma sucinta os princípios de funcionamento e objetivo das unidades de tratamento, as quais serão destinadas a atender a sequência básica do processo geral de tratamento, fundamentalmente composto pelas seguintes etapas:

- ⇒ **Tratamento Preliminar (Condicionamento Prévio do Esgoto Bruto):** Caixa de Areia, com gradeamento;
- ⇒ **Remoção de Carga Orgânica (DBO₅ a 20°C):** Lagoas Facultativas;
- ⇒ **Remoção de Agentes Patogênicos (Redução de Coliformes Fecais):** Lagoas de Maturação.

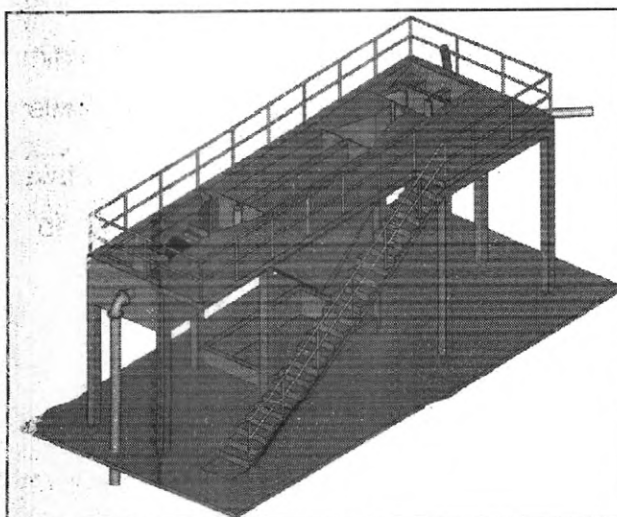
• Caixa de Areia ou Desarenador

Constitui-se num dispositivo destinado a promover a sedimentação de sólidos em suspensão transportados pelos esgotos afluentes para a Estação de Tratamento, os quais são basicamente constituídos por areia e outras partículas inertes com densidade superior à do esgoto. Seu princípio de funcionamento baseia-se em promover a redução gradual do gradiente hidráulico de escoamento ao longo de sua seção, proporcionando a sedimentação do material em suspensão no fundo da Caixa de Areia.

De modo similar ao material retido pelo Gradeamento, os sedimentos acumulados na Caixa de Areia deverão ser periodicamente removidos, podendo ser temporariamente acondicionados na área da ETE em compartimento próprio para esse fim ou encaminhados diretamente para o aterro sanitário mais próximo ou outro local ambientalmente adequado.

Apesar da Estação Elevatória também ser dotada de desarenador para retenção e remoção periódica de sólidos em suspensão, a instalação de mais uma unidade de remoção de areia na entrada da ETE visa salvaguardar as unidades subseqüentes que compõem o Sistema de Tratamento de receber possíveis contribuições de sólidos inertes em suspensão que possam escapar pelo crivo da Estação Elevatória. A Figura 5.5 a seguir ilustra um modelo de desarenador retangular com duas câmaras de depósito de areia, sendo uma delas, reserva.

FIGURA 11 - ILUSTRAÇÃO DE UM DESARENADOR



- **Lagoa Facultativa – LF**

Dentre os Sistemas de Estabilização, as Lagoas Facultativas constituem-se, sem dúvida, nas unidades de tratamento mais simples, promovendo a estabilização da carga orgânica presente no esgoto através de um processo puramente natural que se desenvolve na própria massa líquida dos esgotos durante o tempo em que permanecem nas mesmas.

Neste tipo de Unidade, a Demanda Bioquímica de Oxigênio a 5 dias (DBO5) solúvel e finamente particulada é estabilizada aerobiamente, por meio de bactérias facultativas que se encontram dispersas na massa líquida de esgotos. Elas são assim denominadas por sobreviverem tanto na presença quanto na ausência de oxigênio. O oxigênio requerido por essas bactérias para respiração aeróbia e metabolização da matéria orgânica é fornecido pelas algas presentes na massa líquida, através do processo de fotossíntese.

A DBO5 particulada, em suspensão na massa líquida de esgotos, tende a sedimentar, formando uma camada de lodo no fundo, constituindo a zona anaeróbia das lagoas. Este lodo é estabilizado por microrganismos anaeróbios, sendo lentamente convertido em gás carbônico, água, metano e outros elementos; de tal modo que após determinado período de tempo, permanece no fundo da lagoa apenas a fração inerte (não biodegradável) que constituía o lodo. O gás sulfídrico produzido não causa odor desagradável, pois é oxidado, por processos químicos e bioquímicos na camada superior da lagoa (zona aeróbia).

Como princípio básico de projeto deste tipo de unidade de tratamento, a carga orgânica a ser aplicada na lagoa deve possibilitar o equilíbrio entre o consumo e a produção de oxigênio e gás carbônico. O período de detenção é notadamente elevado devido ao lento processo natural de estabilização da matéria orgânica, sendo usualmente superior a cinco dias. A profundidade que conduz ao melhor desenvolvimento do processo de estabilização ainda é uma variável cujo conhecimento disponível não permite precisá-la. Contudo, a experiência prática tem conduzido a adoção de profundidades entre 1,5 e 2,5 m. Dependendo das condições locais e do tempo de detenção considerado, este tipo de unidade