



2. MEMORIAL DESCRITIVO



2. MEMORIAL DESCRITIVO

2.1. CARACTERIZAÇÃO DE ARACATIAÇU

2.1.1. Localização e Acesso

O distrito de Aracatiaçu localiza-se no município de Sobral que por sua vez esta na Região Administrativa 6, na Macrorregião de Planejamento Sobral/Ibiapaba a Mesorregião Noroeste Cearense e na Microrregião Sobral, de acordo com a divisão político-administrativa do Estado. A altitude média de Aracatiaçu é de 167,00 metros. Suas coordenadas geográficas são: Latitude 03°48'52" Sul e Longitude 40°52'39" Oeste. A Figura 2.1 apresenta a localização do distrito de Aracatiaçu.

A sede urbana do município dista da capital, Fortaleza, aproximadamente 206,0 Km em linha reta. O principal acesso à cidade de Sobral, a partir de Fortaleza, é feito através da BR-222, com um percurso de 238 km. Para chegar ao distrito de Aracatiaçu, pela BR-222, entra à esquerda no lugarejo Patos, quem vem de Fortaleza, e pega a CE 176. Caso venha de Sobral entra a direita na entrada de Forquilha e pega a CE-362, percorrendo 43 km até chegar a CE 176, entra à esquerda e percorre mais 15 km chega em Aracatiaçu.

O município de Sobral possuía em 2000, de acordo com os dados do IBGE, uma população total de 155.276 habitantes distribuída no meio urbano e rural. A população urbana da sede municipal no mesmo período: 119.433 habitantes, representando aproximadamente 86% do contingente populacional do município. O Distrito de Aracatiaçu no mesmo período tinha uma população urbana de 3.084 e 5.834 no total.

A sede do distrito de Aracatiaçu em linhas gerais possui uma malha viária bem distribuída. Aproximadamente 55% das ruas são pavimentadas com pedras toscas, tendo uma boa parte com asfalto 27%, e 18% sem pavimentação (terra).

A ocupação predominante é de residências unifamiliares de um único pavimento.

O distrito de Aracatiaçu conta com um sistema de abastecimento de água operado pelo SAAE. Este sistema apresenta uma boa cobertura em relação ao atendimento à população, considerando que em Julho de 2006, o índice de atendimento era de aproximadamente 98%. A cidade não possui sistema de esgotamento sanitário, sendo a maioria dos dejetos e águas servidas lançadas em fossas, raramente acompanhadas por sumidouros. A Prefeitura Municipal, em convênio com a FUNASA, concluiu a implantação de Unidades Sanitárias beneficiando cerca de 40 famílias. O lixo da localidade é coletado em caçambas e sua disposição final é feita em local predeterminado a céu aberto.

O distrito de Aracatiaçu localiza-se no espaço territorial ao sul do município. Sua principal atividade econômica é a pesca, depois é a fábrica de fogos, em seguida vem o artesanato de palha e por fim a agricultura de subsistência.

O mapa da localização de Sobral no Estado do Ceará é apresentado na Figura 2.2.



Figura 2.1 – Mapa de localização do distrito de Aracatiçu

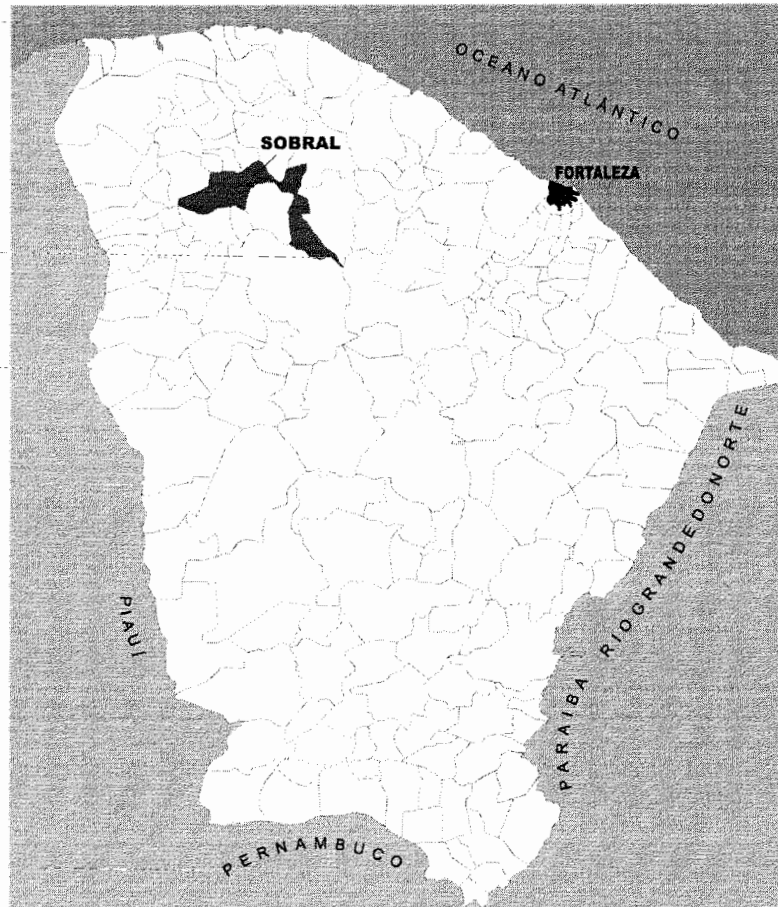
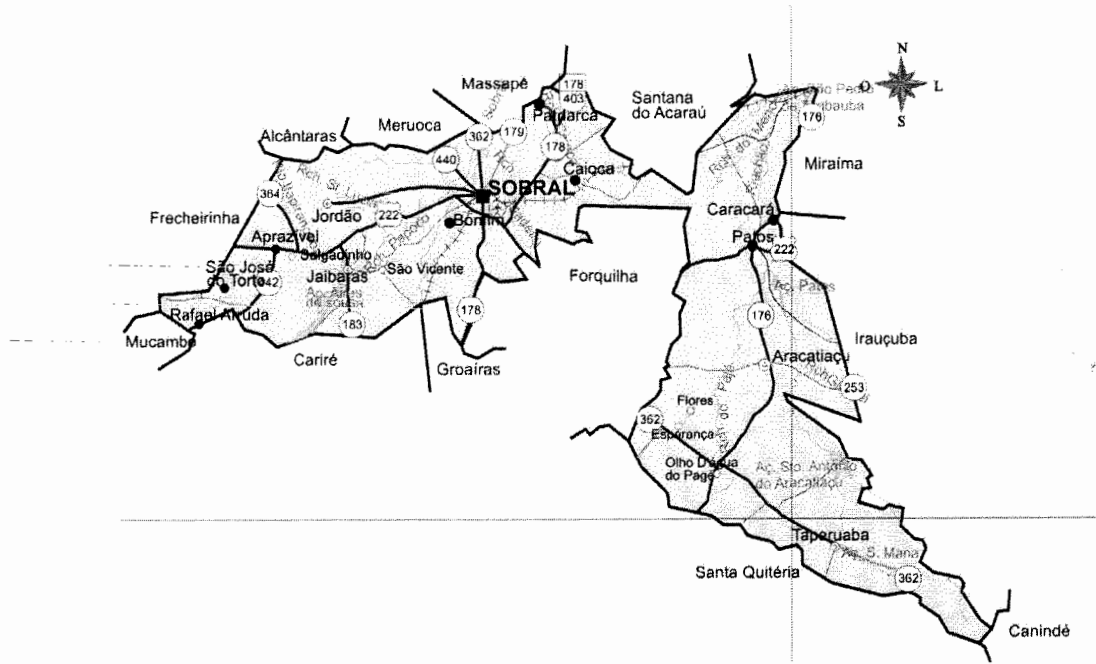


Figura 2.2 – Mapa de localização do município de Sobral



2.1.2. Aspectos Fisiográficos

O Município apresenta os climas Tropical Quente Semi-Árido e Tropical Quente Semi-Árido Brando, com pluviosidade média anual de 821,60 mm. As temperaturas médias variam de 26°C a 28°C. O período chuvoso costuma ir de janeiro a maio.

O relevo é plano, integrado na faixa dos tabuleiros pré-litorâneos, com altitude que não ultrapassa a uma centena de metros acima do nível do mar. Os tipos de solos encontrados são os Solos Aluviais, Bruno Não Cálcico, Solos Litólicos, Planossolo Solódico, Podzólico Vermelho-amarelo e Regossolo, sobre os quais se encontra estabelecida a vegetação típica da Caatinga Arbustiva Aberta, Floresta Mista Dicotillo-Palmácea, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial. Sobral faz parte da região hidrográfica Metropolitana, e seus mais importantes corpos d'água são o rio Malcozinhado, o riacho Ereré e o açude Pacoti-Riachão.

Com pequena distribuição a oeste são mapeadas rochas gnáissicas e migmatíticas do Pré-Cambriano, sendo cobertas, no restante da área, por sedimentos areno-argilosos, com níveis conglomeráticos, do Terciário/Quaternário.

2.1.3. Aspectos Socioeconômicos

Segundo dados do IBGE (2000), o município de Sobral apresentou taxa geométrica total anual de crescimento populacional de 2,21% no período de 1991 a 2000. A população, em 2000, era de 155.276 habitantes, sendo 134.508 habitantes na zona urbana.

O Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), registrado em 2004, foi de 60,34, colocando o Município em 3º lugar no ranking estadual. Já o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), para o ano de 2000, foi de 0,699.

A distribuição do PIB por setores da economia, em 2002, mostra que a maior participação é do setor industrial (63,0%), acima da média estadual, seguido pelo setor de serviços (35,5%) e por último com número bem inferior, agropecuária, 1,40%.

Com relação aos aspectos de saúde, conforme dados da Secretaria Estadual da Saúde (SESA) de 2003, o índice de unidades de saúde por 1.000 hab foi de 0,08. A taxa de mortalidade infantil registrada foi de 23,13/1.000 nascidos vivos, estando acima da média do Estado.

2.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EXISTENTE

Não há sistema público de esgotamento sanitário no distrito de Aracatiaçu. Os esgotos são dispostos em fossas sépticas, fossas negras e sumidouros. Em algumas áreas, os esgotos correm a céu aberto ou são lançados "in natura" na precária rede de drenagem existente. Quando lançados na rede de águas pluviais ou vias públicas, o destino final é sempre os córregos e drenagem natural que circundam o perímetro urbano, agravando ainda mais as condições de saúde pública da população.



A solução individual, por unidade habitacional, de fossa e sumidouro não é recomendável para aglomerado humano de densidade demográfica média a grande.

2.3. CONCEPÇÃO DO SISTEMA

Na concepção do sistema de esgotamento sanitário de Aracatiaçu, procedeu-se a um amplo estudo de todas as diretrizes, parâmetros e definições necessárias e suficientes para a completa caracterização da infra-estrutura projetada.

Durante o estudo de concepção, estudou-se 2 (duas) Alternativas para o sistema de esgotamento sanitário de Aracatiaçu. Em todas se levou em conta um sistema que abrange coleta, afastamento, tratamento e disposição final do efluente dentro do padrão que não viole as características legais do corpo receptor estabelecida para o uso de suas águas.

Dentre os fatores condicionantes da formulação de alternativas destacou-se principalmente a densidade demográfica e a configuração topográfica da localidade. Desta forma, a área urbana da sede do distrito de Aracatiaçu foi dividida em duas Bacias de drenagem e 4 Áreas Residenciais.

A diferença entre as alternativas de concepção está na forma de encaminhar os esgotos para concentração em um único local para tratamento ou em quatro áreas como também nas opções de tratamento.

Estabeleceram-se os critérios para previsão das vazões: consumo de água *per capita*; razão entre consumo de água e geração de esgoto; coeficientes K_1 e K_2 ; taxa de infiltração.

Após os parâmetros serem estabelecidos, calculou-se as vazões de esgoto para início e para fim do plano.

A concepção do sistema teve como preocupação os seguintes aspectos:

- Tecnologia eficaz em nível de projeto, implantação, operação e manutenção do sistema;
- Implantação de um sistema de tratamento de acordo com a densidade demográfica;
- Solução mais viável do ponto de vista de custo x benefício; e,
- Disponibilidade de recursos ou créditos para financiamento.

2.3.1. Estudo de Alternativas

O estudo de alternativas teve o objetivo de avaliar as opções possíveis para a configuração do sistema de esgotamento sanitário de Aracatiaçu, considerando-se os aspectos tecnológicos, ambientais e financeiros.

No tocante à coleta dos esgotos, não foram estudadas alternativas para a rede, tendo em vista que a coleta e o transporte das águas residuárias deve ser do tipo separador absoluto. Também foi



descartado o emprego de soluções individuais para tratamento de esgoto com uso de fossa e sumidouro, que não é recomendável para aglomerado urbano de considerável densidade demográfica.

Assim, o estudo resumiu-se à avaliação das opções possíveis para o tratamento e o recalque dos esgotos. Foram estudadas três alternativas.

a) Alternativa 1

Contempla o tratamento com uso de um sistema de lagoas de estabilização. O conjunto seria composto por lagoa facultativa e lagoas de maturação, em série.

Vantagens:

- A construção e a operação desse sistema são consideradas relativamente simples;
- Há uma reduzida produção de lodo;
- Satisfatória eficiência na remoção de DBO (99,996%);
- Eficiência na remoção de patogênicos;
- Ausência de equipamentos mecânicos; e,
- Satisfatória resistência a variação de carga.

Desvantagens:

- Elevados requisitos de área para implantação do sistema (4+4,5 m².habitante);
- Necessidade de remoção de algas do efluente;
- Possibilidade do descaso na manutenção devido à aparente simplicidade operacional; e,
- Possibilidade da proliferação de insetos.

b) Alternativa 2

Consiste na implantação de uma ETE com tratamento biológico, através de reatores UASB (*upflow anaerobic sludge blanket*), filtros submersos aerados (FSA) e decantadores lamelares de alta taxa, com posterior desinfecção do efluente em tanque de contato. Custo médio de implantação 100 R\$ por habitante.

No reator UASB, é realizado o tratamento por processo anaeróbio, conseguindo-se uma redução de grande parte da matéria orgânica biodegradável. O pós-tratamento do efluente do reator UASB é feito no FSA por processo aeróbio, obtendo-se uma qualidade em nível secundário. O efluente do FSA passa por um decantador lamelar de alta taxa para a remoção de sólidos. Antes de ser encaminhado ao emissário final, o efluente é ainda desinfectado no tanque de contato, com a aplicação de cloro.

Neste caso, para o início do plano, a ETE contaria com 1 (um) reator UASB, 1 (um) FSA, 1 (um) decantador lamelar e 1 (um) tanque de contato, 7 (sete) leitos de secagem para desidratação do lodo além de uma casa de operação. Todas essas unidades contemplam 1 (um) módulo da ETE,



ocupando uma área aproximada de 572 m². No final do plano, seriam necessários 2 (dois) módulos (+ 400 m²). A área total de terreno é de 4.068 m².

Vantagens:

- Requisitos de área bastante inferiores em comparação aos das lagoas de estabilização;
- Maior praticidade de modulação, simplificando o planejamento e a implantação por etapas;
- Instalação compacta do tratamento;
- Elevada eficiência na remoção de DBO e DQO (matéria orgânica);
- Melhor controle operacional;
- Tolerância a elevadas cargas orgânicas;
- Baixos requisitos de área (0,10 m²/habitantes);
- Pode ser implantado em áreas urbanas de desenvolvimento populacional considerável; e,
- Satisfatória independência das condições atmosféricas.



Desvantagens:

- Presença de equipamentos mecânicos;
- Necessidade de energia elétrica;
- Baixa eficiência na remoção de patogênicos (90%), por isso da necessidade de desinfecção;
- Necessidade de processamento do lodo descartado com mais frequência;

c) Alternativa 3

Consiste na implantação de uma ETE com tratamento biológico, através de reator UASB (*upflow anaerobic sludge blanket*), tanque de aeração e decantador secundário, com posterior desinfecção do efluente em tanque de contato. Custo médio de implantação 110 R\$ por habitante.

No reator UASB, é realizado o tratamento por processo anaeróbio, conseguindo-se uma redução de grande parte da matéria orgânica biodegradável. O pós-tratamento do efluente do reator UASB é feito no tanque de aeração e no decantador secundário, que constituem o sistema de lodos ativados, obtendo-se uma qualidade em nível secundário. Antes de ser encaminhado ao emissário final, o efluente é ainda desinfectado no tanque de contato, com a aplicação de cloro.

Vantagens:

- Requisitos de área bastante inferiores em comparação aos das lagoas de estabilização;
- Elevada eficiência na remoção de matéria orgânica (DBO E DQO);
- Melhor controle operacional;
- Elevada resistência à variação de carga orgânica;
- Baixa demanda de área (média = 0,10 m² por habitante);



- Instalação compacta;
- Satisfatória independência das condições atmosféricas; e,
- Reduzidas possibilidades de maus odores, insetos e vermes.

Desvantagens:

- Elevado índice de mecanização;
- Elevado consumo de energia elétrica (7 kwh/habitante.ano);
- Baixa eficiência na remoção de patogênicos (90%), por isso da necessidade de desinfecção; e,
- Menor capacitação para remoção biológica de nutrientes (N e P).

Quanto à Alternativa 1, o local previsto no projeto para a instalação da ETE teve como principal obstáculo o proprietário que recusou a venda do terreno e não aceitou nenhum tipo de acordo com a Prefeitura de Sobral.

A Alternativa 3 foi descartada tendo em vista a sua complexidade operacional e o consumo superior de energia elétrica.

Assim, baseando-se no critério técnico-operacional e ambiental, considerando a eficiência na remoção de DBO e DQO, a relativa proximidade à rede coletora e a possibilidade de uma instalação compacta e modulada, foi escolhida a Alternativa 2 para o sistema projetado.

Estas alternativas foram discutidas durante a elaboração do projeto com a Diretoria do SAAE. Esta por sua vez avaliou também que a Alternativa 2 seria a melhor na atual circunstância.

2.3.2. Etapas Construtivas do Sistema de Esgotamento

O sistema de esgotamento de Aracatiçu foi analisado levando-se em conta a sua implementação por etapas. Porém, após estudo técnico e econômico, verificou-se que as unidades serão mais eficientes se forem construídas integralmente já no início do plano, em 2007. Durante os vinte anos seguintes algumas unidades sofrerão melhorias para acompanhar o crescimento vegetativo da população, sejam elas:

Ligações Prediais, Instalações Intra-Domiciliares e Rede Coletora: Serão implementados quantos ligações, instalações e trechos de rede forem necessárias para atender os 90% da população da sede, conforme previsto para o 1º ano de projeto. Ano a ano todas estas unidades do sistema serão implementadas até que se atinja 100% da população da sede em 2012, a partir deste ano elas serão implementadas para manter este nível de atendimento até o horizonte de projeto.

Tratamento Preliminar: Como se trata de uma estrutura de concreto, não há divisão possível, será executado em etapa única.

Sistema de Recalque (Estação Elevatória e Linha de Recalque): As estações elevatórias e respectivos emissários de recalque serão construídas já no primeiro ano de projeto. Porém, os conjuntos motobombas serão dimensionados para atender os primeiros 10 anos de projeto. Após este prazo, dever-se-á adquirir outros conjuntos mais potentes e adaptados à realidade da cidade neste ano,



conforme o crescimento da área urbana. Este prazo é razoável, pois é aproximadamente o tempo de vida deste tipo de equipamento e a utilização de motores menos potentes no início do plano economiza no consumo de energia. Assim, toda a estrutura da EE/LR, incluindo poço de sucção, casa de bombas, tubulações, conexões, sistema elétrico, etc., será implementada integralmente já no primeiro ano de projeto. A divisão por etapa fica por conta da aquisição de conjuntos motobombas menos potentes nos primeiros 10 anos de projeto e, a substituição dos mesmos por outros mais potentes no ano 2017.

Estação de Tratamento de Esgotos: A ETE será construída por etapa. Assim o primeiro módulo será para os próximos 10 anos, após este prazo, dever-se-á dobrar a edificação da ETE, caso a população cresça conforme a projeção do projeto.

2.3.3. Cadastro Industrial e Comercial

Na área urbana do distrito em Aracatiçu, não há indústrias ou comércio de porte significativo dentro do perímetro urbano da cidade. Em outras palavras, não há vazão pontual importante no dimensionamento da rede, com exceção daquelas relativas ao lançamento dos efluentes de uma bacia em outra.

2.3.4. Interferência na Rede Coletora

Existem alguns coletores destinados à drenagem de águas pluviais de Aracatiçu. Durante a visita à cidade verificou-se que não possuem cadastro ou projeto, portanto procurou-se levantar aqueles de maiores dimensões quando do trabalho topográfico. Em geral são mal construídos e pessimamente conservados, havendo necessidade de obras para um melhor funcionamento da drenagem. Estes drenos não ultrapassam 1,50 m de profundidade, assim, em locais onde existe interferência e quando necessário, aprofundou-se a rede em 1,50 m mais uma folga de 20 centímetros.

2.4. ESTUDO POPULACIONAL

2.4.1. Censo da População do Distrito

De acordo com os dados do Censo realizado pelo IBGE no ano 2000, a população de Aracatiçu se apresentava conforme o Quadro 2.1. A população urbana em Aracatiçu é ligeiramente maior do que a rural.

Quadro 2.1 – Censo da população do Distrito de Aracatiçu (2000)

ANO	POPULAÇÃO			Percentual
	Urbana	Rural	Total	Urbana/Total
2000	3.084	2.750	5.834	53%

Fonte: IBGE.



2.4.2. Projeção da População

2.4.2.1. Considerações Iniciais

Uma das condições básicas para que um sistema de esgotamento sanitário seja eficiente é que seja capaz de atender à sua demanda, a qual é função, principalmente, do crescimento populacional.

Após certo período de operação do sistema, essa demanda passa por um processo de capacidade máxima de utilização e, então, diz-se que a população atingiu o limite de saturação. Assim, é extremamente importante fazer previsões, com vistas ao conhecimento futuro da população total que deverá ser beneficiada com os serviços de esgotamento sanitário para os anos subseqüentes à elaboração do projeto. No caso do presente estudo, o intervalo de 20 anos (entre 2007 e 2027) é o que será considerado.

2.4.2.2. Método de Previsão

Por não se dispor de uma análise detalhada de uma série de fatores necessários à formulação matemática de um método de previsão preciso, será utilizado, basicamente, o método de Projeção Geométrico.

a) Método Geométrico

Segundo o IBGE, a taxa geométrica média de crescimento anual de sobral é de 2,21 %. Foi esta taxa adotada no projeto para o estudo da evolução de população. Ver Quadro 2.2 e Figura 2.3.

A expressão geral para o cálculo da população no ano de projeção t é a seguinte:

$$\ln P = \ln P_2 + k_g (t - t_2) \Rightarrow P = e^{\ln P_2 + k_g (t - t_2)}$$

A população para o alcance do plano será então (20 anos):

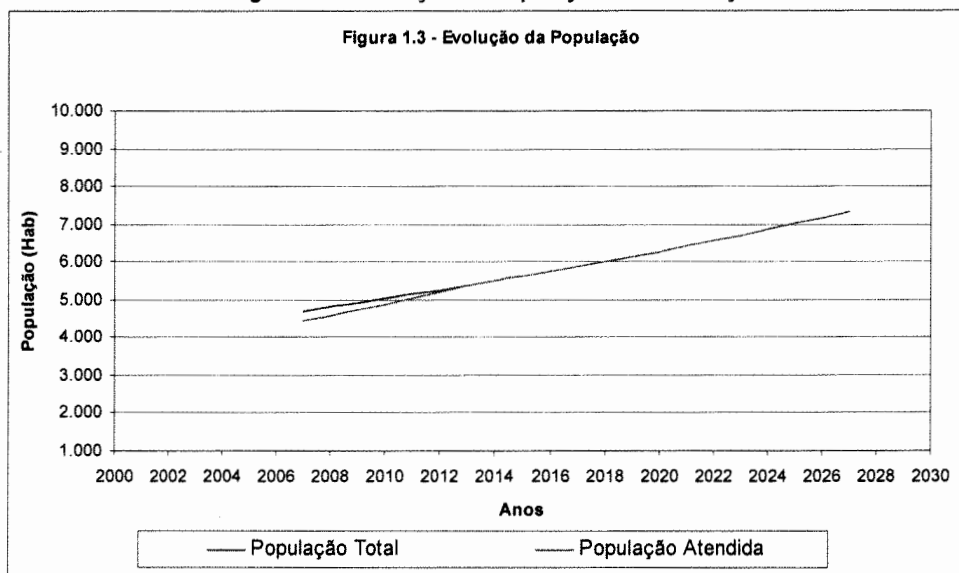
$$P = e^{\ln P_2 + k_g (t - t_2)} \Rightarrow P = 7.325 \text{ habitantes}$$



Quadro 2.2 – Evolução da População do Distrito de Aracatiçu

Ano	População (hab)		
	Total	Atendimento	Atendida
2007	4.708	94%	4.426
2008	4.813	95%	4.572
2009	4.921	96%	4.724
2010	5.031	97%	4.880
2011	5.143	98%	5.040
2012	5.258	99%	5.205
2013	5.375	100%	5.375
2014	5.496	100%	5.496
2015	5.618	100%	5.618
2016	5.744	100%	5.744
2017	5.872	100%	5.872
2018	6.004	100%	6.004
2019	6.138	100%	6.138
2020	6.275	100%	6.275
2021	6.415	100%	6.415
2022	6.558	100%	6.558
2023	6.705	100%	6.705
2024	6.855	100%	6.855
2025	7.008	100%	7.008
2026	7.165	100%	7.165
2027	7.325	100%	7.325

Figura 2.3 – Evolução da População de Aracatiçu





2.5. ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO

A implantação das obras da rede coletora de esgoto compreenderá o atendimento quase que total da população correspondendo a 4.426 habitantes de 4.708.

Para o alcance do plano, no ano de 2027, é previsto o atendimento de toda a área urbana de Aracatiaçu para uma população de 7.325 habitantes.

No início do plano, é prevista a execução de todas as obras do sistema, compreendendo: rede coletora, estação elevatória (4), emissário de recalque, estação de tratamento (somente um módulo, com um reator UASB, um FSA, um tanque de contato e um leito de secagem (7 células)) e emissário final.

Quando for atingido o alcance do plano, o sistema deverá contar com todos os elementos para atender à população de 7.325 habitantes, com uma vazão sanitária média de 8,14 L/s, devendo ser incorporadas às unidades já existentes.

A estimativa das populações e vazões para cada ano é apresentada no Quadro 2.3. As vazões foram determinadas a partir das respectivas populações esgotáveis, contribuição *per capita*, coeficiente de retorno, comprimento da rede e taxa de infiltração, conforme equações descritas no Memorial de Cálculo.



Quadro 2.3 - Estimativa populacional e previsão de demanda: sistema de esgotamento sanitário do distrito de Aracatiaçu (2007-2027)

Ano	População Total (hab)	Índice de Atendimento (%)	População Atendida (habitantes)	Contribuição Per-capita (L/hab.dia)	Coeficiente de retorno	Comprimento de rede (m)	Vazão de Infiltração (L/s)	Vazão Sanitária (L/s)		
								mínima	média	máxima
2007	4.708	0,94	4.426	120	0,8	9.534	1,91	2,46	4,92	8,85
2008	4.813	0,95	4.572	120	0,8	9.534	1,91	2,54	5,08	9,14
2009	4.921	0,96	4.724	120	0,8	9.534	1,91	2,62	5,25	9,45
2010	5.031	0,97	4.880	120	0,8	9.534	1,91	2,71	5,42	9,76
2011	5.143	0,98	5.040	120	0,8	9.534	1,91	2,8	5,6	10,08
2012	5.258	0,99	5.205	120	0,8	9.534	1,91	2,89	5,78	10,41
2013	5.375	1,00	5.375	120	0,8	9.534	1,91	2,99	5,97	10,75
2014	5.496	1,00	5.496	120	0,8	9.534	1,91	3,05	6,11	10,99
2015	5.618	1,00	5.618	120	0,8	9.534	1,91	3,12	6,24	11,24
2016	5.744	1,00	5.744	120	0,8	9.534	1,91	3,19	6,38	11,49
2017	5.872	1,00	5.872	120	0,8	9.534	1,91	3,26	6,52	11,74
2018	6.004	1,00	6.004	120	0,8	9.534	1,91	3,34	6,67	12,01
2019	6.138	1,00	6.138	120	0,8	9.534	1,91	3,41	6,82	12,28
2020	6.275	1,00	6.275	120	0,8	9.534	1,91	3,49	6,97	12,55
2021	6.415	1,00	6.415	120	0,8	9.534	1,91	3,56	7,13	12,83
2022	6.558	1,00	6.558	120	0,8	9.534	1,91	3,64	7,29	13,12
2023	6.705	1,00	6.705	120	0,8	9.534	1,91	3,73	7,45	13,41
2024	6.855	1,00	6.855	120	0,8	9.534	1,91	3,81	7,62	13,71
2025	7.008	1,00	7.008	120	0,8	9.534	1,91	3,89	7,79	14,02
2026	7.165	1,00	7.165	120	0,8	9.534	1,91	3,98	7,96	14,33
2027	7.325	1,00	7.325	120	0,8	9.534	1,91	4,07	8,14	14,65
Coeficiente do dia de maior consumo:			1,2							
Coeficiente da hora de maior consumo:			1,5							
Coeficiente de menor consumo:			0,5							
Taxa de infiltração linear (L/s.m):			0,0002							

SECRETARIA DO URBANISMO E MEIO AMBIENTE
 FL. 103
 PREFEITURA MUNICIPAL DE SOBRAL



As configurações do sistema previstas para o início e para o alcance do plano são apresentadas no Quadro 2.4.

Quadro 2.4 - Configurações do sistema previstas para o início e para o alcance do plano

Elemento	Início do Plano	Alcance do Plano
Rede coletora	<ul style="list-style-type: none">Extensão: 9.534 mDiâmetros: 150 e 200 mmMaterial: PVC rígido (NBR 7362)	<ul style="list-style-type: none">Extensão: A definirDiâmetros: 150 e 200 mmMaterial: PVC rígido (NBR 7362)
Estação elevatória 1	<ul style="list-style-type: none">Tipo de elevatória: SubmersaNº de conjuntos motor-bomba: 1 + 1Vazão: 5,50 L/sPotência nominal da bomba: 3 CVAltura manométrica: 12,90 mca	<ul style="list-style-type: none">Tipo de elevatória: SubmersaNº de conjuntos motor-bomba: 1 + 1Vazão: 5,50 L/sPotência nominal da bomba: 3 CVAltura manométrica: 12,90 mca
Estação elevatória 2	<ul style="list-style-type: none">Tipo de elevatória: SubmersaNº de conjuntos motor-bomba: 1 + 1Vazão: 5,60 L/sPotência nominal da bomba: 2 CVAltura manométrica: 8,75 mca	<ul style="list-style-type: none">Tipo de elevatória: SubmersaNº de conjuntos motor-bomba: 1 + 1Vazão: 6,91 L/sPotência nominal da bomba: 2 CVAltura manométrica: 8,75 mca
Estação elevatória 3	<ul style="list-style-type: none">Tipo de elevatória: SubmersaNº de conjuntos motor-bomba: 1 + 1Vazão: 5,50 L/sPotência nominal da bomba: 3 CVAltura manométrica: 12,56 mca	<ul style="list-style-type: none">Tipo de elevatória: SubmersaNº de conjuntos motor-bomba: 1 + 1Vazão: 5,50 L/sPotência nominal da bomba: 3 CVAltura manométrica: 12,56 mca
Estação elevatória 4	<ul style="list-style-type: none">Tipo de elevatória: SubmersaNº de conjuntos motor-bomba: 1 + 1Vazão: 14,20 L/sPotência nominal da bomba: 5 CVAltura manométrica: 7,64 mca	<ul style="list-style-type: none">Tipo de elevatória: SubmersaNº de conjuntos motor-bomba: 1 + 1Vazão: 15,31 L/sPotência nominal da bomba: 5 CVAltura manométrica: 8,35 mca
Emissário recalque 1	<ul style="list-style-type: none">Extensão total: 358 mDiâmetro: 100 mmMaterial: PVC Vinilfer DEFOFO	<ul style="list-style-type: none">Mesmo do início do plano
Emissário recalque 2	<ul style="list-style-type: none">Extensão total: 100 mDiâmetro: 100 mmMaterial: PVC Vinilfer DEFOFO	<ul style="list-style-type: none">Mesmo do início do plano
Emissário recalque 3	<ul style="list-style-type: none">Extensão total: 312 mDiâmetro: 100 mmMaterial: PVC Vinilfer DEFOFO	<ul style="list-style-type: none">Mesmo do início do plano
Emissário recalque 4	<ul style="list-style-type: none">Extensão total: 144 mDiâmetro: 150 mmMaterial: PVC Vinilfer DEFOFO	<ul style="list-style-type: none">Mesmo do início do plano
ETE	<ul style="list-style-type: none">1 Reator UASB1 FSA1 Decantador lamelar1 + 1 Conjunto soprador de 10 CV1 Tanque de contato1 Leito de secagem com 7 células	<ul style="list-style-type: none">2 Reatores UASB2 FSA2 Decantadores lamelares2 + 1 Conjuntos sopradores de 10 CV2 Tanques de contato2 Leitos de secagem com 14 células
Emissário final	<ul style="list-style-type: none">Extensão: 81 mDiâmetro: 250 mmMaterial: PVC rígido (NBR 7362)	<ul style="list-style-type: none">Mesmo do início do plano



2.6. LIGAÇÕES PREDIAIS

Ligação predial ou ramal predial é o trecho de canalização que, partindo do coletor, alcança o alinhamento da rua. A partir desse ponto, começa a instalação predial, já, portanto, dentro dos limites da propriedade beneficiada.

A execução da ligação predial é feita normalmente por solicitação do interessado quando a rede coletora já se encontra em funcionamento, com objetivo de reduzir o custo e evitar sucessivas aberturas de valas nas ruas, será adotado o sistema de execução das ligações simultaneamente à construção do coletor. Deste modo também teremos maior participação popular para a adesão ao sistema.

2.6.1. Profundidade Mínima e Profundidade mais Conveniente

A profundidade mínima dos coletores está relacionada com a possibilidade de esgotamento de compartimentos sanitários, situados a certa distância da frente do lote e em cota inferior à da via pública. A Consultora estudando esse problema decidiu esgotar por gravidade os aparelhos sanitários situados até 25 metros do coletor (medidos em planta), do lado em que a topografia é mais desfavorável, ou seja, onde o piso do compartimento a esgotar está mais baixo que a via pública.

A profundidade mínima do coletor é determinada em função dos valores indicados na Figura 2.4.

$$H = h + 0,30 + 0,015 * L + 0,192 + D, \text{ onde:}$$

h = desnível entre o leito da via pública e o piso do compartimento a esgotar;

0,30 = dimensão aproximada da caixa de inspeção;

$0,015 * L$ = desnível no coletor predial de diâmetro mínimo 100 mm, declividade mínima correspondente 0,015 m/m;

0,192 = dimensão aproximada da curva de ligação do coletor predial ao coletor da via pública (duas curvas de 45°); e,

D = diâmetro do coletor.

O limite da profundidade mínima dos coletores foi estabelecido utilizando a fórmula acima:

$$H = h + 0,30 + 0,015 * L + 0,192 + D$$

$$H = h + 0,30 + 0,015 * 25 + 0,192 + 0,15$$

$$H = h + 1,02$$

O limite de profundidade mínima dos coletores foi estabelecido de **1,50 m**, para que as casas com terreno desfavorável de 0,50 m em relação ao leito da rua tenham condições de ser atendidas. Cabe observar também, que esse limite mínimo está relacionado à proteção da canalização contra a ação de cargas externas principalmente as cargas acidentais. O valor destas últimas se atenua com a profundidade.

2.6.2. Características Físicas e Número de Ligações Prediais

A ligação predial consiste na conexão entre a caixa que recebe as contribuições 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: 0,0150 m/m;

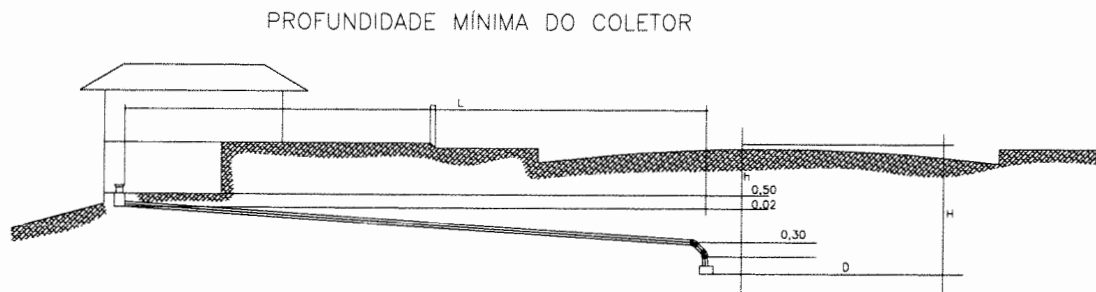


- Dimensões internas das caixas de inspeção em alvenaria: 0,60 m x 0,60 m.

Considerando que em cada residência atendida haverá uma ligação predial e, considerando a taxa de ocupação de 4,37, tem-se:

- Número de ligações prediais no ano 2007 = 1.020;
- Número de ligações prediais no ano 2012 = 1.212;
- Número de ligações prediais no ano 2017 = 1.353;
- Número de ligações prediais no ano 2022 = 1.512; e,
- Número de ligações prediais no ano 2027 = 1.688.

Figura 2.4 – Determinação da Profundidade Mínima do Coletor





2.6.3. Instalação Sanitária Intra-domiciliares

Considerando os resultados do Censo realizado no ano 2000, um aspecto pode ser destacado em comum para todas as cidades pesquisadas, ou seja, a forte concentração de uma grande parte da massa total de rendimentos nos dois intervalos de registro de grupos familiares de renda mais baixa, o que resulta da concentração do número de grupos familiares nos intervalos, 0 a 2,5 SM e 2,5 a 5,0 SM

Desta forma constatou-se que 13,19 % dos domicílios no ano de 2000 necessitam de subsídio para implantar rede interna e equipamento sanitário, por falta de condições financeiras.

Considera-se a Instalação Sanitária Intra-Domiciliar como sendo um “kit” mínimo de equipamentos sanitários constando basicamente de: 15 m de tubos de PVC para esgoto com diâmetro de 100 mm, algumas conexões, 02 (duas) caixas de passagem para esgotos, uma bacia sanitária com caixa de descarga e uma pia completa com sifão e conexão com a caixa sifonada. A família beneficiada com o fornecimento do kit, em contrapartida, executará o serviço no sistema de mutirão.

Assim, considerando este percentual constante durante os 20 anos de projeto, tem-se:

- Número de Instalações Intra-Domiciliares no ano 2007 = 143;
- Número de Instalações Intra-Domiciliares no ano 2012 = 159;
- Número de Instalações Intra-Domiciliares no ano 2017 = 178;
- Número de Instalações Intra-Domiciliares no ano 2022 = 199; e,
- Número de Instalações Intra-Domiciliares no ano 2027 = 223.

2.7. REDE COLETORA PÚBLICA

A rede coletora será construída nas vias públicas, de PVC rígido de infra-estrutura para rede de esgoto (NBR 7362), sendo calculada de acordo com as normas em vigor, pela fórmula de Chézy e coeficiente de Manning com $n = 0,010$, atendendo a vazão máxima do fim de plano.

No traçado e no dimensionamento da rede coletora foram feitas as seguintes considerações:

- As declividades foram determinadas visando obter um menor aprofundamento dos coletores, mas garantindo sempre as condições de auto-limpeza para as vazões do projeto;
- As equações utilizadas para cálculo hidráulico foram deduzidas da fórmula de Chézy com o coeficiente de Manning e da equação da continuidade;
- A vazão mínima para cálculo em qualquer trecho foi de 1,5 L/s, conforme norma brasileira;
- A tensão trativa média nunca foi inferior a 1 MPa, conforme norma brasileira;
- A lâmina máxima, igual a 75% do diâmetro do coletor, foi calculada considerando-se o escoamento em regime uniforme e permanente;
- Nos casos em que a velocidade resultou superior a velocidade crítica, a maior lâmina admissível foi considerada igual a 0,50 do diâmetro do coletor, assegurando-se a ventilação do trecho;



- Foi verificada a condição de controle de remanso;
- Os poços de visita serão localizados nas cabeceiras da rede, nos pontos de encontro de coletores, nas mudanças de direção e declividade;
- Nos poços onde houver degrau igual ou superior a 0,50 m foram construídos tubos de queda;
- A partir destas premissas de projeto, foi adotado um programa para o cálculo hidráulico da rede coletora, Cesg.

As características básicas da rede projetada são apresentadas no Quadro 2.5.

Quadro 2.5 – Características da rede coletora por diâmetro

Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Material
150	8.610	PVC rígido (NBR 7362)
200	924	PVC rígido (NBR 7362)
Total	9.534	

2.8. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E EMISSÁRIO DE RECALQUE

2.8.1. Introdução

A estação elevatória contará com estrutura compacta, contendo todos os componentes essenciais ao pleno e satisfatório funcionamento operacional e de manutenção. Será equipada com um conjunto de bombas submersíveis, instaladas no poço de sucção. O projeto prevê dispositivo de remoção das bombas (tubo guia) e comando automático dos motores.

Será adotada caixa de grade e caixa de areia a montante da estação elevatória de esgoto, para retenção de sólidos grosseiros e estranhos ao tratamento. A remoção de materiais grosseiros tem como finalidade:

- Proteção dos dispositivos de transporte de esgoto;
- Proteção dos corpos receptores, evitando inconvenientes, tanto em seu aspecto visual como no seu funcionamento normal;
- Aumento da eficiência de operação do sistema, de tratamento de esgoto.

A grade terá como características as barras de ferros, dispostas paralelamente, de modo a não alterar o fluxo normal dos esgotos, evitando assim grandes perdas de cargas, retraindo o material grosseiro transportado pelo esgoto.

2.8.2. Características EEE1

As características dos elementos do tratamento preliminar são as seguintes:

- Largura da caixa de grade 0,25 m
- Seção da barra..... 3/8" x 2" (10 x 50 mm)
- Espaçamento entre as barras 10 mm



- Inclinação da grade 45°
- Quantidade de barras 12
- Largura da caixa de areia 0,20 m
- Comprimento da caixa de areia 1,20 m
- Garganta da calha Parshall 3"

Para o início do plano e até um alcance de 10 anos, a estação elevatória contará com 2 (dois) conjuntos motor-bomba submersíveis, sendo 1 (um) destinado a rodízio e reserva. As características do conjunto motor-bomba são as seguintes:

- Potência nominal 3 CV
- Vazão (10 anos) 5,50 L/s
- Vazão (fim de plano) 5,50 L/s
- Altura manométrica (10 anos) 12,92 mca
- Rotação mais provável 1.750 rpm

2.8.3. Características ER1

A linha de recalque se desenvolve desde o nível mínimo do poço de sucção até alcançar um ponto alto na área de projeto, para que possa o esgoto fluir por gravidade. No início do plano e até um alcance de 20 anos, a linha de recalque apresentará a seguinte configuração:

- Extensão 358 m
- Diâmetro 100 mm
- Material PVC Vinilfer DEFOFO

O diâmetro mínimo adotado para a linha de recalque foi de 100 mm, para isso adotou-se uma vazão compatível com a velocidade econômica.

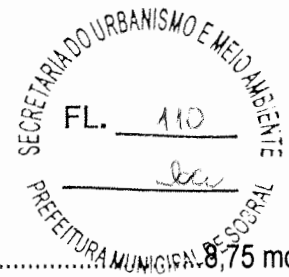
2.8.4. Características EEE2

As características dos elementos do tratamento preliminar são as seguintes:

- Largura da caixa de grade 0,25 m
- Seção da barra 3/8" x 2" (10 x 50 mm)
- Espaçamento entre as barras 10 mm
- Inclinação da grade 45°
- Quantidade de barras 12
- Largura da caixa de areia 0,20 m
- Comprimento da caixa de areia 1,90 m
- Garganta da calha Parshall 3"

Para o início do plano e até um alcance de 20 anos, a estação elevatória contará com 2 (dois) conjuntos motor-bomba submersíveis, sendo 1 (um) destinado a rodízio e reserva. As características do conjunto motor-bomba são as seguintes:

- Potência nominal 2 CV
- Vazão (10 anos) 5,60 L/s
- Vazão (fim de plano) 6,91 L/s



- Altura manométrica (10 anos) 8,75 mca
- Rotação mais provável 1.750 rpm

2.8.5. Características ER2

A linha de recalque se desenvolve desde o nível mínimo do poço de sucção até alcançar um ponto alto na área de projeto, para que possa o esgoto fluir por gravidade. No início do plano e até um alcance de 20 anos, a linha de recalque apresentará a seguinte configuração:

- Extensão 100 m
- Diâmetro 100 mm
- Material PVC Vinilfer DEFOFO

O diâmetro mínimo adotado para a linha de recalque foi de 100 mm, para isso adotou-se uma vazão compatível com a velocidade econômica.

2.8.6. Características EEE3

As características dos elementos do tratamento preliminar são as seguintes:

- Largura da caixa de grade 0,25 m
- Seção da barra 3/8" x 2" (10 x 50 mm)
- Espaçamento entre as barras 10 mm
- Inclinação da grade 45°
- Quantidade de barras 12
- Largura da caixa de areia 0,20 m
- Comprimento da caixa de areia 1,00 m
- Garganta da calha Parshall 3"

Para o início do plano e até um alcance de 20 anos, a estação elevatória contará com 2 (dois) conjuntos motor-bomba submersíveis, sendo 1 (um) destinado a rodízio e reserva. As características do conjunto motor-bomba são as seguintes:

- Potência nominal 3 CV
- Vazão (10 anos) 5,50 L/s
- Vazão (fim de plano) 5,50 L/s
- Altura manométrica (10 anos) 12,57 mca
- Rotação mais provável 1.750 rpm

2.8.7. Características ER3

A linha de recalque se desenvolve desde o nível mínimo do poço de sucção até alcançar um ponto alto na área de projeto, para que possa o esgoto fluir por gravidade. No início do plano e até um alcance de 20 anos, a linha de recalque apresentará a seguinte configuração:

- Extensão 312 m
- Diâmetro 100 mm
- Material PVC Vinilfer DEFOFO



O diâmetro mínimo adotado para a linha de recalque foi de 100 mm, para isso adotou-se uma vazão compatível com a velocidade econômica.

2.8.8. Características EEE4

As características dos elementos do tratamento preliminar são as seguintes:

- Largura da caixa de grade 0,35 m
- Seção da barra..... 3/8" x 2" (10 x 50 mm)
- Espaçamento entre as barras 10 mm
- Inclinação da grade 45°
- Quantidade de barras 17
- Largura da caixa de areia..... 0,30 m
- Comprimento da caixa de areia 2,80 m
- Garganta da calha Parshall..... 3"

Para o início do plano e até um alcance de 20 anos, a estação elevatória contará com 2 (dois) conjuntos motor-bomba submersíveis, sendo 1 (um) destinado a rodízio e reserva. As características do conjunto motor-bomba são as seguintes:

- Potência nominal..... 5 CV
- Vazão (10 anos)..... 14,20 L/s
- Vazão (fim de plano) 15,31 L/s
- Altura manométrica (10 anos) 7,64 mca
- Rotação mais provável..... 1.750 rpm

2.8.9. Características ER4

A linha de recalque se desenvolve desde o nível mínimo do poço de sucção até alcançar a ETE. No início do plano e até um alcance de 20 anos, a linha de recalque apresentará a seguinte configuração:

- Extensão 144 m
- Diâmetro 150 mm
- Material PVC Vinilfer DEFOFO

O diâmetro mínimo adotado para a linha de recalque foi de 100 mm, para isso adotou-se uma vazão compatível com a velocidade econômica.

2.9. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

2.9.1. Características dos Efluentes

O conhecimento das características das águas residuárias constitui um dos primeiros passos para o estudo preliminar de projetos, em que os possíveis tipos de tratamentos só podem ser selecionados a partir do levantamento destas características. Da mesma forma, é conhecido também o potencial poluidor, quando estes efluentes são lançados no corpo receptor sem tratamento adequado.



Os esgotos da localidade a serem contemplados com a infra-estrutura prevista no presente projeto apresentam características típicas de efluentes sanitários domésticos.



2.9.2. Identificação do Sistema Adotado

Tendo em vista as características dos efluentes, optou-se por adotar um tratamento biológico dos despejos. Assim, o tratamento será feito através de um sistema constituído de:

- Reator UASB;
- Filtro Submerso Aerado (FSA);
- Decantador Lamelar;
- Tanque de Contato para desinfecção (cloração);
- Leito de Secagem;
- Poço de Lodo; e,
- Casa de Operação.

O fluxograma da ETE é apresentado na Figura 2.5.

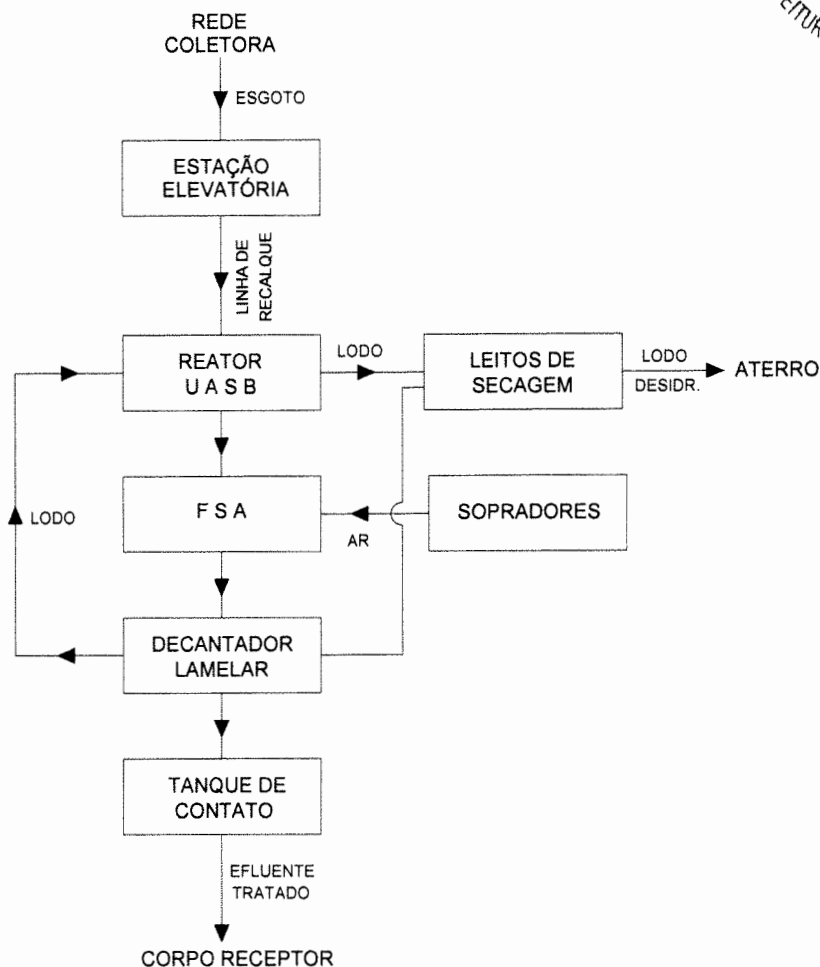


Figura 2.5 – Fluxograma da estação de tratamento de esgoto proposta para Aracatiçu.

A fim de facilitar a implantação da ETE em etapas, dividiu-se a estação em módulos, sendo cada módulo composto por:

- 1 (um) reator UASB;
- 1 (um) FSA;
- 1 (um) Decantador Lamelar;
- 1 (um) Tanque de Contato;
- 1 (um) Leito de Secagem com 7 (sete) células.

No início do plano, deverá ser implantado 1 (um) módulo. Para o final do plano, é previsto o funcionamento de mais 1 (um) módulo, no total dois módulos.



2.9.3. Descrição das Unidades do Sistema de Tratamento

1.9.3.1. Reatores UASB

Nos reatores tipo UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), a depuração decorre de um intenso contato entre o esgoto e um manto de lodo suspenso, previamente maturado no equipamento, rico em microrganismos anaeróbios. A tecnologia aplicada e o controle em tratamento de esgoto através dos reatores UASB e FSA são frutos de intensas pesquisas no âmbito da engenharia sanitária.

As características e parâmetros para os reatores UASB da ETE são os seguintes:

- Largura..... 7,80 m
- Comprimento..... 6,35 m
- Altura útil..... 4,20 m
- Tempo de detenção 8,00 h

O lodo descartado dos reatores UASB será encaminhado ao leito de secagem.

2.9.3.2. Filtros Submersos Aerados

O filtro submerso aerado (FSA) é composto de um tanque preenchido com material suporte, através do qual esgoto e ar fluem permanentemente. O meio suporte é mantido sob total imersão pelo fluxo hidráulico.

A ETE contará com FSA atendendo às seguintes características:

- Largura..... 5,00 m
- Comprimento..... 6,35 m
- Altura útil..... 3,70 m
- Área específica do meio suporte..... 265 m³/m²

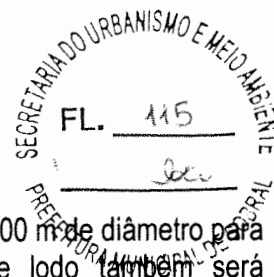
No início do plano, a aeração deverá ser feita por conjunto soprador com potência de 12,5 CV e sobrepressão de 600 mbar.

2.9.3.3. Decantadores Lamelares

A finalidade do decantador é remover sólido sedimentáveis, de forma a permitir que o efluente esteja em condições de ser lançado no corpo receptor ou de ser submetido a tratamento terciário.

Serão empregados decantadores lamelares com as características a seguir:

- Quantidade células por decantador 5 un
- Velocidade de sedimentação 1,25 cm/min
- Comprimento..... 2,22 m
- Largura total..... 6,35 m
- Comprimento da placa 2,00 m
- Quantidade de placas por decantador 12 un



O lodo proveniente dos decantadores do FSA será acumulado em um poço de 2,00 m de diâmetro para posterior recirculação aos reatores UASB através de *air lift*. Parte desse lodo também será encaminhada ao leito de secagem.

2.9.3.4. Tanque de Contato

No tanque de contato, é feita a cloração do efluente, com a finalidade de desinfecção. A dosagem da solução de hipoclorito de sódio será feita através de bomba dosadora (com vazão de 1,5 L/h), a partir de um tanque de dosagem de 500 L.

Características do tanque de contato:

- Largura..... 3,00 m
- Comprimento..... 6,35 m
- Profundidade útil 0,68 m
- Espaçamento entre chicanas 0,84m

2.9.3.5. Leito de Secagem

No leito de secagem ocorre a desidratação do lodo. O líquido percolado dos leitos é colhido em um sistema de drenagem, retornando ao tratamento nos reatores UASB. O lodo desidratado deverá ser encaminhado ao aterro sanitário, onde será feita sua disposição final.

O leito de secagem será constituído de 7 células. A soleira drenante será composta por areia e pedregulho. A camada suporte será feita de placas de concreto, assentadas com areia grossa com juntas de 2 cm. O sistema de drenagem será constituído de tubos de concreto com diâmetro de 150 mm, colocados no fundo do leito. O fundo do leito deverá ter inclinação de 1% no sentido do coletor de escoamento do líquido filtrado.

- Quantidade de células por leito..... 7 un
- Largura da célula 3,0 m
- Comprimento da célula 6,0 m
- Espessura da soleira drenante..... 0,45 m

2.9.4 Eficiência do Sistema e o Corpo Receptor

As eficiências globais do sistema serão:

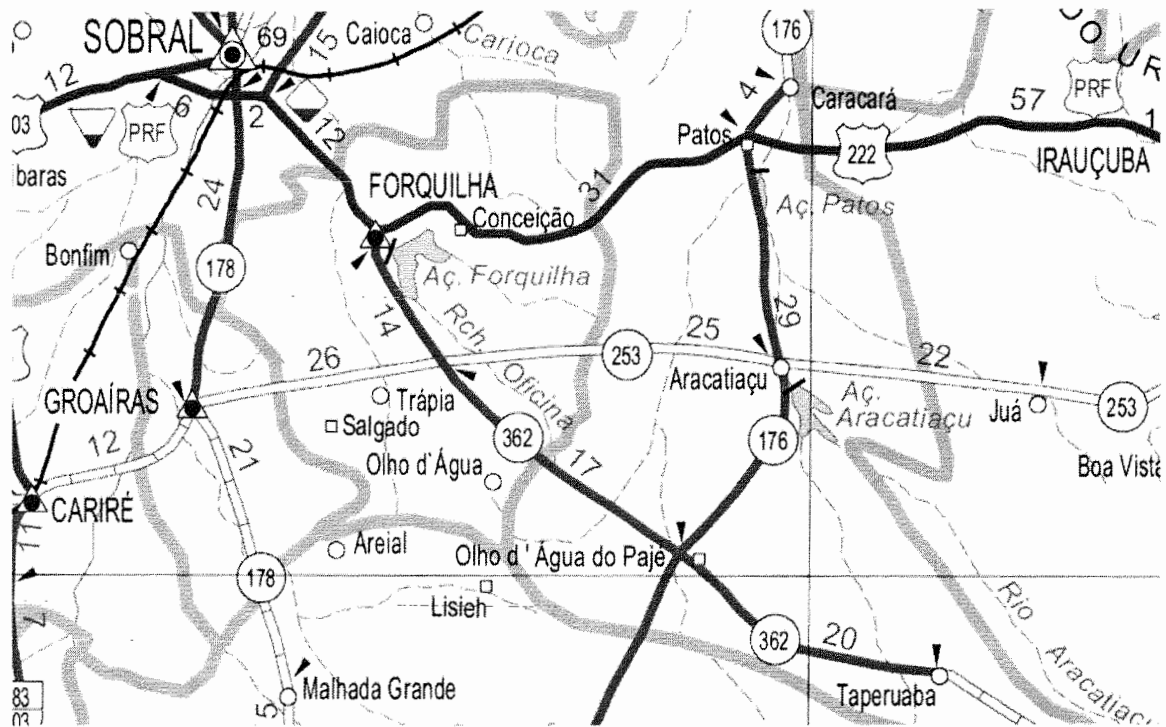
DBO → $E_{DBO} = 95,1\%$; e,

DQO → $E_{DQO} = 91,1\%$.

O corpo receptor será o Riacho Açudinho, que por sua vez deságua no rio Aracatiaçu. O açude mais próximo (Açude Patos) do ponto de lançamento do efluente tratado dista 29 km em linha reta. A Figura 2.6 a seguir visualiza esta situação.



Figura 2.6 – Distância do Açude Patos para Aracatiçu.



2.10. EMISSÁRIO FINAL

O efluente tratado será encaminhado, através de emissário final, a um córrego existente nas proximidades da ETE.

- Diâmetro 250 mm
- Extensão 81,0 m
- Material PVC rígido (NBR 7362)

2.11. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

2.11.1. Concepção

O projeto elétrico foi elaborado para atender com energia elétrica e controle operacional as estações elevatória e a estação de tratamento de esgoto. Os conjuntos motor-bomba e sopradores serão acionados através de painel elétrico com partida direta e comando manual ou automático através de chave de nível, via rádio-bateria-painel solar. O painel elétrico será instalado na casa do operador.



2.11.2. Suprimento de Energia

Todo o sistema elétrico poderá ser suprido independentemente, através das seguintes fontes de energia:

- Suprimento normal – Proveniente da rede de baixa tensão da COELCE;
- Suprimento de emergência – Proveniente do gerador;

A transferência do sistema normal para o sistema de emergência e vice-versa será feita através do QPA (Quadro de Partida Automática). O procedimento de transferência será efetuado mecanicamente, durante a ocorrência de falta de energia normal do sistema, e será intertravado eletricamente e mecanicamente, impedindo o paralelismo das fontes.