

ELEMENTOS PARA CONCEPÇÃO DO SISTEMA



6 ELEMENTOS PARA CONCEPÇÃO DO SISTEMA

6.1 Parâmetros Genéricos

6.1.1 Considerações Iniciais

Para elaboração do Anteprojeto da 1ª Etapa do Sistema de Esgotamento Sanitário da Localidade de Campinas - Irauçuba – CE, foram considerados os parâmetros e especificações técnicas de acordo com as Normas Técnicas para projetos de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário elaborado pela CAGECE, e as Normas da ABNT para estudos de concepção de sistemas públicos de esgoto sanitário – NBR N° 9.648 de 1986.

Os estudos ora elaborados compreendem a formulação de alternativas para solução dos problemas de esgotamento sanitário, envolvendo a concepção das diferentes partes do sistema sob os aspectos técnico, econômico-financeiro, social e ambiental, de modo a permitir a escolha com segurança da melhor alternativa.

A NBR 9.648 intitulada “Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário” tem como objetivo fixar as condições exigíveis de sistemas de esgoto sanitário do tipo separador com amplitude suficiente para permitir o desenvolvimento do projeto de todas ou qualquer das partes que o constituem, observada a regulamentação específica das entidades responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento do projeto. Além da Norma já citada, na elaboração dos estudos, também se levou em consideração as seguintes Normas:

- NBR 9.648 - Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário, 1986;
- NBR 9.649 - Projetos de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário, 1986;
- NBR 14.486 - Projeto de Redes Coletoras com tubos em PVC, 2000;
- NBR 12.207 - Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário, 1992;
- NBR 12.208 - Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto, 1992;
- NBR 12.209 - Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto, 1992;
- NBR 9.800 - Critérios para Lançamento de Efluentes Líquidos Industriais no Sistema Coletor Público de Esgoto Sanitário, 1987;
- NBR 7.968 - Diâmetros Nominiais em Tubulações de Saneamento (Rede de Distribuição, Adutoras, Redes Coletoras e Interceptores), 1983.

6.1.2 Dados utilizados no pré-dimensionamento

Para concepção do Anteprojeto da 1ª Etapa do Sistema de Esgotamento Sanitário da Localidade de Campinas - Irauçuba, foram utilizados os parâmetros e especificações técnicas sugeridas pela CAGECE e compatibilizado com parâmetros adotados nas etapas iniciais do sistema, conforme descrito a seguir.

Projeção Populacional: Quantidade de ligações de água fornecida pelo SISAR e considerado o crescimento populacional utilizado em Norma da Cagece (geométrico, 2% a.a.);

Coef. de vazão máx. diária $K_1 = 1,2$;

Coef. de vazão máx. horária $K_2 = 1,5$;

Coef. de vazão mínima: $K_3 = 0,5$;

Per capita = 100 L/hab.dia;

Coeficiente de retorno: 0,80 (sobre o *per capita* líquido);

Taxa de infiltração: 0,25 L/s.km;

- Ligações prediais:

Material: PVC branco soldável;

Diâmetro: 100 mm;

Declividade mínima: 2%.

- Rede coletora:

Material – PVC Ocre ponta e bolsa;

Diâmetro mínimo – 150 mm;

Recobrimento mínimo de tubulação – 0,90 m;

Profundidade máxima – 4,50 m (NIT-0053);

Distância máxima entre PVs – 80,00 m;

Rede Auxiliar – a partir de 3,50 metros.

- Estação Elevatória:

Conjuntos elevatórios de bombas submersíveis conforme padrão CAGECE; equipada com conjunto gerador de energia elétrica.

- Estação de Tratamento:

ETE – Campinas, que comportará a demanda da sede da localidade.

6.2 Estudos Populacionais

6.2.1 Introdução

Para o estudo populacional definido na concepção do Anteprojeto da 1ª Etapa do Sistema de Esgotamento Sanitário em questão, foi utilizado o número de inscrições fornecida pelo SISAR (ano de 2025) e considerado o número de hab/dom do município de Irauçuba, conforme IBGE (2022).

Para determinação da população de início (2027) e final de plano (2047), foi realizando um estudo populacional, resultando em uma taxa de crescimento geométrico de 2,00% a.a., conforme normativo da Cagece. Para elaboração do Projeto Básico e Executivo, deverá ser realizado um estudo populacional detalhado, considerando ano inicial e final correspondente a data em questão. Está sendo considerada a estimativa para um horizonte de projeto de 20 anos.

Tabela 7: Projeção Populacional Total – Campinas - Irauçuba

PROJEÇÃO POPULACIONAL - SES Campinas - Irauçuba	
Ano	População Total
2027	912
2028	930
2029	949
2030	968
2031	987
2032	1.007
2033	1.027
2034	1.047
2035	1.068
2036	1.090
2037	1.111
2038	1.134
2039	1.156
2040	1.179
2041	1.203
2042	1.227
2043	1.252
2044	1.277
2045	1.302
2046	1.328
2047	1.355

A projeção populacional da Sede da localidade de Campinas - Irauçuba, detalhada na Tabela 7, considera o número total de ligações do tipo residencial ocupados (RBR + RES). Os dados foram disponibilizados pelo SISAR e são detalhados na Tabela 8.

Tabela 8: Quantidade de ligações de esgoto potenciais de Campinas em 2025

Localidade Comercial	Tipo do Imóvel	Qtde Imóveis Potencial
CAMPINAS	RBR	163
	RES	110
	COM	1
	PUB	3

Para definição da população a ser atendida pelo SES projetado, foi considerado o número de habitantes proporcional ao percentual de rede a ser implantada nesta 1ª Etapa (43,44%), Tabela 9.

Tabela 9: Projeção Populacional SES Projetado

PROJEÇÃO POPULACIONAL PROJETADA - SES Campinas - Irauçuba	
Ano	População Projetada
2027	396
2028	404
2029	412
2030	420
2031	429
2032	437
2033	446
2034	455
2035	464
2036	473
2037	483
2038	492
2039	502
2040	512
2041	523
2042	533
2043	544
2044	555
2045	566
2046	577
2047	589

6.2.2 Índice de Atendimento Populacional

Visto que o Anteprojeto contempla nesta 1ª Etapa a implantação de parte da rede coletora na sede da localidade, os índices de atendimento populacional de Campinas - Irauçuba para início e meio de plano adotados foi de aproximadamente 22% e 44%, respectivamente. E será considerado para o horizonte do projeto em questão 100% de atendimento da população de projeto.

6.3 Estudo de Demandas

6.3.1 Taxa Per Capita

Será adotado 100 L/hab.dia para Campinas, em conformidade com o estudo realizado sobre o perfil de consumo de água do distrito em questão, a partir do qual infere-se o equivalente de efluente produzido.

6.3.2 Vazões de Anteprojeto

As vazões de Anteprojeto foram calculadas em função da população e do per capita do distrito, proporcionais à rede implantada nesta 1ª Etapa.

Baseado nos dados apresentados foi elaborada a Tabela 10, que mostra as vazões consideradas para pré-dimensionamento da 1ª Etapa do Anteprojeto de Esgotamento Sanitário de Campinas - Irauçuba. Além das vazões, também mostra os dados populacionais para 20 anos.

Tabela 10: Resumo de vazões de projeto SES Campinas - Irauçuba

RESUMO ANTEPROJETO SES CAMPINAS – IRAUÇUBA 1ª ETAPA					
Ano	População Total	% Atendimento	Q mín (L/s)	Q méd (L/s)	Q máx (L/s)
2027	396	50%	0,38	0,47	0,62
2028	404	50%	0,38	0,47	0,62
2029	412	50%	0,38	0,48	0,63
2030	420	50%	0,38	0,48	0,64
2031	429	50%	0,39	0,49	0,64
2032	437	50%	0,39	0,49	0,65
2033	446	50%	0,39	0,49	0,66
2034	455	50%	0,39	0,50	0,67
2035	464	50%	0,39	0,50	0,67
2036	473	50%	0,40	0,51	0,68
2037	483	100%	0,51	0,73	1,09
2038	492	100%	0,51	0,74	1,11
2039	502	100%	0,52	0,75	1,12
2040	512	100%	0,52	0,76	1,14
2041	523	100%	0,53	0,77	1,16
2042	533	100%	0,53	0,78	1,18
2043	544	100%	0,54	0,79	1,19
2044	555	100%	0,54	0,80	1,21
2045	566	100%	0,55	0,81	1,23
2046	577	100%	0,55	0,82	1,25
2047	589	100%	0,56	0,83	1,27

**Índice de atendimento adotado conforme caracterização da área.*

6.4 Eficiência

Em relação aos padrões de eficiência, a Cagece considerou os parâmetros superiores aos exigidos pelo COEMA 02/2017, conforme concepção proposta. A tecnologia proposta para a ETE de Campinas - Irauçuba deverá apresentar qualidade do efluente melhor/igual aos detalhados na Tabela 11. Os dados considerados na Tabela 12 de esgoto bruto foram baseados nos valores medidos na entrada da EPC (Estação de Pré Condicionamento) da Cagece, utilizado como parâmetro.

Tabela 11: Parâmetros de Eficiência – ETE Campinas

Dados	Parâmetros
PH	5-9
DBO	< 60 mg/l
Nitrogênio Amoniacal	< 20 mg/l
Coliformes Termo Tolerantes	< 1.000 NMP/100ml
Sólidos Sedimentáveis	< 1 ml/L
SST	< 100 mg/l
Óleos e Graxas	< 50 mg/l

Tabela 12: Parâmetros de Esgoto Bruto

Dados	Parâmetros
Temperatura	30,5 °C
DBO	350 mg/l
DQO	600 mg/l
SST	288 mg/l
Nitrogênio Amoniacal	25 mg/l

Fonte: Laboratório Central da Cagece

ESTUDO DE ALTERNATIVAS



7 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

7.1 Estudo de Alternativas

O processo de licitação definido para este objeto será por sistema integrado, ou seja, ficará no escopo da contratada a elaboração do Projeto Básico, Executivo e Execução da Obra. A Contratante fornecerá os seguintes elementos: Topografia, Geotecnia e Anteprojeto, além de, Licenciamento Ambiental Prévio, liberação prévia do uso da faixa de domínio quando aplicável e regularização de áreas.

A concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário da Localidade de Campinas - Irauçuba será contemplada por ligações prediais, intradomiciliares, rede coletora, estação de tratamento e emissário final. Deverá ser levado em consideração durante a elaboração dos projetos básico e executivo metodologias construtivas compatíveis com as características do solo, visando minimizar intercorrências e prejuízos a comunidade local, e soluções tecnológicas de baixa complexidade operacional, favorecendo a manutenção e operação futura do sistema, que está localizado em região predominantemente rural.

Esta 1ª Etapa contempla a implantação de cerca de 43% da rede total prevista, ligações prediais, intradomiciliares, estação de tratamento de esgoto para a vazão total de fim de plano e o emissário final. Restando para as etapas posteriores a complementação da rede de esgotamento da localidade. O dimensionamento da rede coletora deverá considerar as redes futuras, para compatibilização das profundidades de projeto para a execução do sistema como um todo.

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

A saber, o sistema terá 01 (uma) bacia de esgotamento com uma estação elevatória de esgoto para alimentar a ETE. A ETE terá tecnologia de tratamento por Sistema Baseado na Natureza (SbN) do tipo Wetlands Construídos. Também foi projetado o emissário final do efluente tratado, que lançará no Riacho do Mocó nas proximidades da ETE.

No tocante à coleta dos esgotos foi estudada a melhor alternativa para o caminhamento do esgoto e dimensionamento da rede, considerando um sistema do tipo separador absoluto. A bacia de esgotamento foi definida de modo a minimizar a necessidade de recalques através de Estações Elevatórias, respeitando as premissas adotadas.

Para este Anteprojeto, o estudo para condução do efluente baseou-se em utilização única por estações elevatórias, não sendo viável para esta localidade a utilização de interceptores,

devido as características do terreno e distância da ETE. Foram estudadas duas locações para a ETE. A tecnologia adotada foi Wetlands Construídos, devido à baixa vazão do sistema, operação simplificada e a integração paisagística com o ambiente, trazendo sustentabilidade com eficiência de tratamento.

Neste produto a Estação de Tratamento de Esgoto e o método construtivo na implantação da rede serão consideradas as parcelas de inovação, ou seja, a empresa contratada poderá sugerir melhorias tecnológicas, desde que a tecnologia sugerida tenha parâmetros melhor/igual em eficiência de geração, otimização da área e VPL em relação a concepção proposta.

O estudo de alternativa se restringiu apenas à tecnologia considerada na estação de tratamento de esgoto. Assim, foram estudadas tecnologias existentes que atendem ao padrão de eficiência desejado e às condições específicas do local, considerando também o fator de inovação tecnológica recomendado pela concessionária.

Foram estudadas 3 tecnologias principais de tratamento para a ETE, levando em consideração o corpo receptor, que é o Riacho do Mocó, localizado próximo à área da ETE:

- Tratamento primário em reator UASB seguido de lagoa de polimento;
- Tratamento anaeróbio UASB seguido por filtros anaeróbios e desinfecção;
- Tratamento com Solução Baseada na Natureza (SbN) do tipo Wetlands Construídos.

Vale salientar que a concepção definida neste documento poderá ser alterada, desde que a concepção proposta pela contratada apresente melhor/igual técnica e preço, ou seja, a concepção poderá ser alterada desde que apresente melhor/igual custo de implantação, melhor/igual custo de operação e melhor/igual área necessária, devendo esta nova concepção ser aprovada pela equipe técnica da Contratante.

7.2 Descrição das Alternativas de Tratamento de Esgoto

Foi avaliada a possibilidade de locação da Estação de Tratamento de Esgoto em área mais afastada do centro urbano, entretanto, devido a configuração topográfica do terreno, que reflete diretamente na rede coletora, optou-se pela área indicada, que apresenta disponibilidade pra implantação da ETE com capacidade para toda a demanda projetada para fim de plano e com corpo receptor próximo, desta forma descartou-se a possibilidade de mudança de local. Em relação à tipologia de tratamento, foram avaliadas três alternativas de tecnologia de tratamento, conforme descrito a seguir.

7.2.1 Alternativa 01

Nessa alternativa, a ETE de Campinas terá um sistema de tratamento primário composto por UASB e utilização de lagoas de estabilização, constituindo-se em um sistema UASB seguido por lagoa de polimento.

Tipo	Módulos
	20 anos
UASB	1 UN
Lagoa de Polimento	1 UN

7.2.2 Alternativa 02

Implantação de um sistema de tratamento anaeróbio primário, seguido por anaeróbio como polimento e desinfecção;

O sistema de tratamento proposto foi o uso de reatores UASB's seguidos por Filtros Anaeróbios (FA) e desinfecção em Tanque de Contato (TC).

Tipo	Módulos
	20 anos
UASB	1 UN
FA	1 UN
TC	1 UN

7.2.3 Alternativa 03

Implantação de sistema de tratamento baseado na natureza com Wetlands Construídos. O uso da tecnologia consiste no emprego de jardins filtrantes, conhecidos também como Wetlands ou sistemas alagados construídos. Foi proposto o tratamento dos efluentes com sistema de Wetlands híbridos, com 02 módulos verticais, seguidos de 02 módulos horizontais e desinfecção. Este tipo de sistema funciona com rodízio entre os módulos, enquanto um está em operação (recebendo o esgoto bruto da rede) o outro atua fazendo a digestão da matéria orgânica (sem nova entrada de esgoto durante este período), portanto configurando 02 sistemas independentes em paralelo.

Tipo	Módulos
	20 anos
Wetland Vertical (1º Estágio)	2 UN
Wetland Horizontal (2º Estágio)	2 UN
Desinfecção	1 UN

7.3 Alternativa escolhida

7.3.1 Análise Técnica

Para os aspectos técnicos, considerou-se a tecnologia de tratamento e sua complexidade operacional, bem como a eficiência e capacidade de atender aos padrões legais de lançamento de efluentes.

7.3.1.1 Alternativa 01 – UASB + Lagoa de Polimento

No reator UASB, é realizado o tratamento por processo anaeróbio, conseguindo-se uma redução de grande parte da matéria orgânica biodegradável. Apesar das suas grandes vantagens, os reatores anaeróbios tem dificuldades de produzir efluentes que atendam aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental. Torna-se de grande importância, portanto, o pós-tratamento dos efluentes dos reatores anaeróbios.

Nessa alternativa, o pós-tratamento é feito com o uso de lagoa de polimento, pelo fato de manterem em todo o sistema a simplicidade conceitual já assumida para os reatores anaeróbios, além de oferecerem condições favoráveis para remoção de nutrientes e patógenos.

Vantagens:

- ✓ A construção e a operação desse sistema são consideradas relativamente simples;
- ✓ Eficiência no tratamento, remoção de matéria orgânica e organismos patogênicos;
- ✓ Há uma reduzida produção de lodo;
- ✓ Não há necessidade do uso de produtos químicos.

Desvantagens:

- ✓ Requisitos de área para implantação do sistema maior que o reator UASB+FA+TC, porém inferior ao sistema de Wetlands, por ser uma solução híbrida;
- ✓ Elevados custos de implantação dependendo da topografia e tipo de solo da área;
- ✓ Possibilidade do descaso na manutenção devido à aparente simplicidade operacional;
- ✓ Possibilidade da proliferação de insetos.

7.3.1.2 Alternativa 02 – Tratamento Anaeróbio + Desinfecção

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 FA por processo biológico e físico, propondo-se a remover matéria carbonácea e sólidos em suspensão.

Antes de ser encaminhado ao emissário final, o efluente do FA é ainda desinfectado no tanque de contato, com a aplicação de cloro.

Vantagens:

- ✓ Maior praticidade de modulação, simplificando o planejamento e possibilitando a implantação por etapas;
- ✓ Instalação compacta da ETE;
- ✓ Eficiência na remoção de DBO e DQO;
- ✓ Os reatores UASB têm tolerância a elevadas cargas orgânicas.

Desvantagens:

- ✓ Necessidade de maior controle na operação que o sistema de Wetlands;
- ✓ Dosagem de produtos químicos;
- ✓ Necessidade de maior frequência de descarte do lodo em relação as demais alternativas;
- ✓ Possível geração de odor por ser um tratamento majoritariamente anaeróbio.

7.3.1.3 Alternativa 03 – Wetlands

O sistema de Wetlands proporciona uma redução da matéria orgânica através de ações de bactérias aeróbias nos módulos verticais e processos anaeróbios nos estágios de fluxo horizontal. Parte dos nutrientes presentes no efluente são capturados pelas plantas cultivadas nos Wetlands, que utilizam estes nutrientes para seu próprio desenvolvimento e são retirados do sistema através das podas de manutenção.

Vantagens:

- ✓ A construção e a operação desse sistema são consideradas relativamente simples;
- ✓ Há uma mínima produção de lodo, digerido no próprio sistema;
- ✓ Integração paisagística com o ambiente.

Desvantagens:

- ✓ Elevados requisitos de área para implantação do sistema;
- ✓ Elevados custos de implantação dependendo da topografia e tipo de solo da área;

- ✓ Possibilidade do descaso na manutenção devido à aparente simplicidade operacional.

7.3.2 Comparação Técnica, Econômico Financeira e Ambiental

Embora os custos de CAPEX e OPEX tenham importância de destaque na definição da alternativa mais vantajosa, uma matriz de risco foi elaborada no sentido de promover uma avaliação mais ampla.

Para a construção da matriz foram atribuídas pontuações de 0 a 2, sendo maior o valor quanto mais desfavorável o critério avaliado, de forma que a soma da pontuação apresente a alternativa mais favorável aquela com menos pontos. A Tabela 13 apresenta a matriz de risco para a ETE.

Tabela 13: Matriz de Risco das Alternativas para a ETE de Campinas - Iraçuba

Riscos	ETE Campinas - Iraçuba		
	1 UASB+LP	2 UASB+FA+TC	3 WETLANDS
Complexidade construtiva e operacional	1	1	
Produção de lodo	1	2	
Eficiência do tratamento			
Geração de odores	1	2	
Proliferação de insetos	1		1
Demanda de área de implantação	1		2
Custo e Prazo	2	1	2
Capacidade de atender aos padrões legais de lançamento de efluentes			
Pontos Desfavoráveis	7	6	5

Como é possível perceber, a Alternativa 3 foi selecionada pois apresenta mais aspectos favoráveis e menos aspectos desfavoráveis em relação as demais alternativas. Apresenta menores impactos ambientais, sustentabilidade no processo de tratamento e operação simplificada.

Vale salientar que a concepção definida neste documento poderá ser alterada, desde que a concepção proposta pela contratada apresente melhor/igual técnica e preço, ou seja, a concepção poderá ser alterada desde que apresente melhor/igual custo de implantação, melhor/igual custo de operação e melhor/igual área necessária, devendo esta nova concepção ser aprovada pela equipe técnica da Contratante.

ANTEPROJETO PROPOSTO



8 ANTEPROJETO PROPOSTO

8.1 Concepção Geral

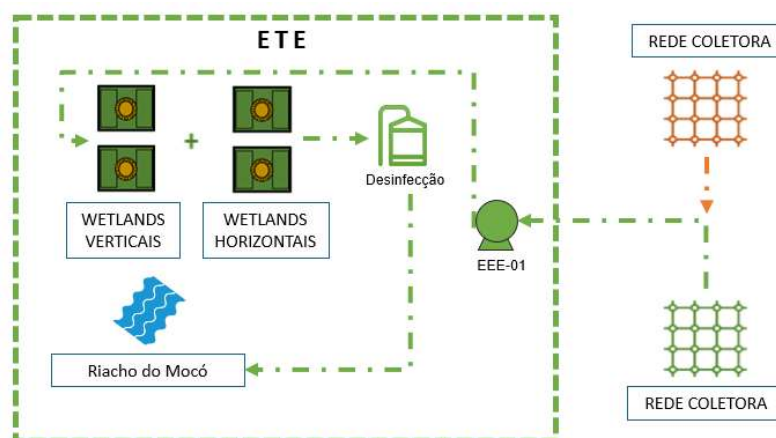
8.1.1 Localidade de Campinas - Irauçuba

No plano de escoamento, a rede da sede da Localidade de Campinas foi projetada em 01 bacia de esgotamento, definida tendo como premissa aproveitar ao máximo as inclinações naturais do terreno. A topografia local da bacia definiu o traçado da rede, ficando bem determinado o caminhamento do sistema para evitar grandes profundidades de rede e necessidade de sistemas elevatórios. A bacia é contemplada com uma estação elevatória dentro da área da ETE para alimentação dos Wetlands. O lançamento do efluente tratado será no Riacho do Mocó.

No tocante à coleta dos esgotos foi considerada a melhor alternativa para o caminhamento do esgoto e dimensionamento da rede, considerando um sistema do tipo separador absoluto. O emprego de soluções individuais para tratamento de esgoto com uso de fossa e sumidouro, será utilizado apenas em áreas inviáveis de atendimento.

Diante do exposto, o Sistema para Campinas, localidade de Irauçuba será composto por: ligações intradomiciliares, ligações prediais, rede coletora, estação de tratamento de esgoto com Wetlands verticais e horizontais e desinfecção e emissário final. O efluente tratado será lançado no Riacho do Mocó. O sistema de esgotamento sanitário de Campinas foi projetado para ser executado em etapas, sendo este objeto referente a 1ª Etapa. Será apresentado na Figura 10 o croqui proposto para o sistema de esgotamento sanitário de Campinas - Irauçuba.

Figura 10: Croqui SES Proposto – Campinas - Irauçuba



Observações:

* Os elementos na cor laranja tratam dos itens projetados para Etapas posteriores e as Linhas e objetos em verde referem-se aos itens projetados para a 1ª Etapa.

8.2 Considerações Preliminares

O sistema de esgotamento sanitário para beneficiar a localidade de Campinas em Irauçuba contempla as seguintes obras:

- Rede Coletora Pública;
- Ligações Domiciliares, Intradomiciliares;
- Estação de Tratamento de Esgoto;
- Emissário final.

Campinas, em função das condições do relevo foi definida com bacia única de esgotamento. Com uma demanda de 2,64 km de rede para atendimento completo da localidade. Nesta 1ª Etapa, foram projetados cerca de 1,15 km de rede. Vale salientar que a rede projetada deve compatibilizar as profundidades de projeto prevendo a implantação de 100% da rede nas etapas futuras.

Os principais dados e parâmetros utilizados para efeito de dimensionamento do Anteprojeto são apresentados através da Tabela 14. A Tabela 14 apresenta os valores do sistema projetado neste Anteprojeto.

Tabela 14: Dados da 1ª Etapa do SES de Campinas Irauçuba

Consumo per capita (L x hab x dia)				100
Taxa de infiltração (L/s x km)				0,25 L/km
Extensão da rede coletora total (m)				1.147,79
Ano	População Atendida (hab)	Vazões Totais (L/s)		
		Mínima	Média	Máxima
2027	198	0,38	0,47	0,62
2037	483	0,51	0,73	1,09
2047	589	0,56	0,83	1,27

8.3 Serviços de Geotecnia

Os estudos geotécnicos foram elaborados pela empresa contratada pela Cagece, no ano de 2025, constituídos por furos a trado, a percussão e rotativa. O volume em questão será fornecido pela Contratante para empresa contratada. Será de responsabilidade da contratada, a elaboração de estudos complementares para validação e ou acréscimo de dados necessários para elaboração do projeto e/ou obra.

8.4 Serviços de Topografia

A topografia da área foi levantada por empresa contratada pela Prefeitura Municipal de Irauçuba, no ano de 2025, disponibilizando pontos cotados e curvas de nível. A base

cartográfica estará disponível na planta de caminhamento dentro do tomo específico. Será de responsabilidade da contratada, a elaboração de estudos complementares para validação e ou acréscimo de dados necessários para elaboração do projeto e/ou obra.

8.5 Definição das Bacias

A definição da bacia se deu em função das condições topográficas predominantes na localidade de Campinas, onde as cotas do terreno oscilam entre 171,00 e 182,00 metros, permitindo que fosse adotada bacia única. Após a predefinição do traçado da rede coletora, foi possível definir com maior clareza, os reais limites da bacia de esgotamento sanitário.

PREMISSAS DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO



9 PREMISSAS DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO

9.1 Rede Coletora

9.1.1 Definição do Traçado e do tipo de Rede

O traçado da rede coletora de esgotos e coletores tronco foi desenvolvido em atendimento às especificações técnicas de projeto vigentes na NBR 9.649/1986 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário, na NBR 14.486 - Projeto de Redes Coletoras com tubos em PVC, além das recomendações das Normas Internas Técnicas da CAGECE.

A partir do nivelamento geométrico do eixo das ruas, estabeleceu-se o sentido de escoamento de cada trecho e a escolha de soluções de tipo de rede coletora, tendo-se adotado:

- Rede simples a 1/3 do meio-fio (lado contrário à rede de água), quando a mesma não apresenta interferência devido à existência de galerias de águas pluviais, caso geral;
- Rede dupla, com os coletores assentados nos terços direito e esquerdo, quando verificada a existência ou projeto de galeria de águas pluviais, e quando o leito trafegável se apresenta como avenida com canteiro central; ruas com largura superior a 18 m e ruas de tráfego intenso;
- Poços de visita (PV) em todos os pontos singulares da rede coletora; no início das redes, reunião de trechos; mudanças de direção, de declividade, de diâmetro e de material.

Embora nesta 1ª Etapa esteja prevista a implantação de parte da rede coletora prevista para o SES Campinas, é imprescindível a realização do dimensionamento da rede como um todo, para proporcionar a compatibilidade do sistema para a execução da obra em etapas. Com isso, a rede projetada na etapa que trata este Anteprojeto, deverá possuir plena capacidade de receber as contribuições de vazão de esgoto provenientes da rede das etapas futuras.

9.1.2 Software Utilizado para Pré-dimensionamento

O dimensionamento das redes coletoras de esgoto foi feito através do programa CESH. A metodologia usada pelo programa consiste em:

- Lançar graficamente a rede coletora sobre a planta topográfica dentro do programa;
- Gerar arquivo de exportação de dados em formato “.dxf”, ter o arquivo no aplicativo de cálculo;
- Dimensionar a rede;
- Gerar os arquivos de retorno das informações de cálculo para o Autocad;
- Obter a planta final.

Os parâmetros de projeto utilizados pelo aplicativo estão de acordo com a NBR 14.486 de 2000, a qual preconiza que os coletores sejam dimensionados com base no atendimento de uma tensão trativa, com valor mínimo admissível de 0,6 Pa.

O processo de dimensionamento é feito com base na propagação de vazões, no recobrimento mínimo, diâmetro mínimo, na relação y/d máxima e na declividade econômica, considerando o máximo possível as condições topográficas do local.

Ressalta-se, porém, que o programa também leva em conta imposições diversas como altura de recobrimento, interferências, vazões concentradas.

O programa permite ainda ajustar a configuração para cálculo de todos os trechos de uma só vez, ou o cálculo chamado de “manual”, onde se deve intervir no dimensionamento de cada trecho, impondo diâmetro, profundidades, e demais condições necessárias para desenvolvimento do projeto. Além disso, o aplicativo usa o software gráfico para o desenho da rede, diminuindo a necessidade de desenhista, inclusive o trabalho de lançar manualmente as informações de cada trecho, e dos PV's. Com isso, são minimizados os erros que ocorrem com frequência quando tal processo é feito de forma manual.

9.1.3 Critérios para Dimensionamento

a) Regime hidráulico de escoamento

As redes coletoras foram projetadas para funcionar como conduto livre em regime permanente e uniforme, de modo que a declividade da linha de energia seja equivalente à declividade da tubulação e igual a perda de carga unitária.

b) Vazões mínimas

A vazão mínima considerada para dimensionamento da rede coletora está de acordo com as recomendações da NBR 9.649 da ABNT, onde é recomendado o valor de 1,5 L/s como menor vazão a ser utilizada nos cálculos. De acordo com a Norma, tal valor corresponde ao pico instantâneo de vazão decorrente da descarga de um vaso sanitário. Diante do exposto, para efeito de dimensionamento, sempre que a vazão de jusante do trecho for inferior a 1,5 L/s, foi adotado o valor citado como vazão mínima.

c) Diâmetro mínimo

Apesar da NBR 9.649/86 admitir a utilização de diâmetro de até 100 mm, no Anteprojeto ora elaborado foi considerado diâmetro de 150 mm como o mínimo adotado nas redes coletoras públicas.

d) Declividade mínima

A declividade mínima adotada obedece aos requisitos da ABNT, portanto, foi dimensionada de forma a proporcionar para cada trecho da rede, desde o início do plano, uma tensão trativa média igual ou superior a 0,6 Pa, determinada pela expressão aproximada, para coeficiente de Manning n de 0,010.

$$I_{\min} = 0,0035.Q_i^{-0,47}$$

$I_{\min}$ = declividade mínima em m/m

Q_i = vazão de jusante do trecho em início de plano em L/s.

e) Declividade máxima

A máxima declividade admissível é aquela para qual se tem uma velocidade na tubulação da ordem de 5,0 m/s para a vazão de final de plano, conforme equação abaixo.

$$I_{\max} = 2,66.Q_f^{-0,67}$$

Onde:

$I_{\max}$ = declividade máxima em m/m

Q_f = vazão de jusante do trecho em final de plano em L/s.

f) Lâmina d'água máxima

Nas redes coletoras, as tubulações são projetadas para funcionar com lâmina igual ou inferior a 75% do diâmetro, sendo a parte superior (25%) destinada à ventilação do sistema, ocorrência de imprevistos e flutuações excepcionais do nível de esgotos. O diâmetro que atende a tal condição pode ser calculado conforme abaixo mostrado, para $n = 0,010$.

$$D = \left(0,0352. \frac{Q_f}{\sqrt{I}} \right)^{0,375}$$

Onde: D = diâmetro em m; Q_f = vazão final em m³/s; I = declividade em m/m.

g) Lâmina d'água mínima

Não há limite quanto a lâmina d'água mínima, tendo em vista que o critério que define a tensão trativa, considera o processo de autolimpeza nas tubulações, desde que, pelo menos uma vez por dia, o sistema atinja uma tensão trativa igual ou superior a 0,6 Pa.

h) Velocidade crítica

Nos casos em que a velocidade final se mostrou superior a velocidade crítica, a lâmina de água máxima fica reduzida a 50% do diâmetro do coletor. Para os casos onde se tem $Y/D > 0,5$, o programa considera o aumento do diâmetro da tubulação. A velocidade crítica é definida pela seguinte equação:

$$V_c = 6\sqrt{gRh}$$

Onde: V_c = velocidade crítica em m/s; g = aceleração da gravidade em m/s^2 ; Rh = raio hidráulico para a vazão final em m.

i) Condições de controle de remanso

É verificada a influência do remanso no trecho de montante, sempre que a cota do nível da água na saída de qualquer PV ou TIL, ficar acima de qualquer das cotas do nível de água de entrada.

Nos casos onde a profundidade é a mínima, o programa CESG, faz coincidir a geratriz superior dos tubos. Para profundidades maiores a coincidência dos níveis de água de montante e de jusante em PV ou TIL, é feita automaticamente pelo programa, de forma a se evitar remansos. Nos casos em que se tem mais de um coletor afluente, o nível da água de jusante coincide com o nível mais baixo dentre os coletores de montante.

9.2 Estações Elevatórias

Todas as estações elevatórias deverão ser dotadas de casa do gerador de acordo com os padrões da Cagece e dispositivo vertedor emergencial, com a finalidade de dispor os afluentes no meio ambiente, utilizando, portanto, a rede de drenagem natural existente e/ou projetada e procurando reduzir ao mínimo os possíveis danos ambientais, nos casos de eventuais parada(s) da(s) estação(ões) elevatória(s) de esgoto. O gerador da EEE da ETE Campinas será contemplado nas Etapas futuras de implantação do SES.

Deverão ser adotadas medidas mitigadoras, com o monitoramento da qualidade da água do corpo receptor, através de coleta de amostras mensais para análise dos parâmetros físico-químicos, da qualidade da água e de clorofila, e trimestrais para os parâmetros sedimentológicos, micronutrientes e bióticos.

Tipologias definidas para as Estações Elevatórias do SES Campinas:

- ✓ Elevatórias com vazão até 5 L/s: serão dotadas apenas de cesto no seu tratamento preliminar;
- ✓ Estações Elevatórias com vazão entre 5 L/s e 15 L/s: serão dotadas de gradeamento;
- ✓ Estações elevatórias com vazões superiores a 15 L/s ou que lançam diretamente na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE): tratamento preliminar completo.

As estações elevatórias, bem como suas linhas de recalque, deverão ser dimensionadas para um alcance de 20 anos. O poço da EEE da entrada da ETE deverá atuar como tanque de equalização dos Wetlands verticais, os quais deverão ser operados em regime de bateladas com alternância dos módulos.

Em resumo, o tratamento preliminar das elevatórias convencionais deverá seguir as diretrizes da CAGECE, apresentando gradeamento médio formado por barras em aço inox 316L, paralelas, igualmente espaçadas entre si, destinadas à remoção de sólidos grosseiros ou em suspensão, protegendo os equipamentos e tubulações de obstruções, caixa de areia e calha Parshall com medidor de vazão ou apenas cesto em aço inox 316L quando a vazão máxima for inferior a 5 L/s.

No projeto, também foram observadas as condições estabelecidas na NBR 12.208/1992 e NBR 12.209/2011. As configurações das elevatórias quanto às dimensões e aos formatos do poço de sucção, barrilete e tratamento preliminar, obedeceram aos padrões utilizados pela Cagece e às orientações da NIT-0054.

9.3 Estação de Tratamento de Esgoto

O sistema de tratamento será composto pelos seguintes elementos: Wetlands Verticais (WV) seguidos de Wetlands Horizontais (WH) e desinfecção. O emissário final será lançado no Riacho do Mocó nas proximidades da ETE.

Os Wetlands Construídos tratam o esgoto doméstico reproduzindo processos naturais de filtração, ação microbiana e absorção por fito extração por plantas aquáticas mantidas nos módulos. Nos Wetlands Verticais o esgoto é aplicado na superfície e percola verticalmente pelo leito filtrante, a alimentação é intermitente com processo em batelada, permitindo a entrada de ar, proporcionando processos aeróbios para remoção de DBO, sólidos e nitrificação do nitrogênio. Nos Wetlands Horizontais o fluxo é subsuperficial longitudinalmente ao módulo através do leito de brita ou areia, o fluxo contínuo proporciona um ambiente anaeróbio, sendo mais eficiente na remoção de DBO e sólidos. Com a disposição em série, cada Wetland funciona como uma etapa complementar à anterior, aumentando a eficiência de remoção dos contaminantes. Eles operam principalmente por processos naturais, como filtração, ação microbiana e absorção por plantas. A desinfecção final tem o objetivo principal de remover microrganismos patogênicos. A tecnologia aplicada e o controle em tratamento de esgoto através dos Wetlands são frutos de intensas pesquisas no âmbito da engenharia sanitária.

O tratamento proposto atenderá aos padrões de lançamento do órgão ambiental, já que o corpo receptor se enquadra em classe 2, estando o efluente final deste tratamento com uma

eficiência bastante satisfatória, garantindo um efluente com padrões de qualidade ainda superiores aos que são exigidos na legislação.

9.4 Ligações Domiciliar

Define-se como ligação predial ou ramal predial o trecho de emissário que, partindo do coletor, prolonga-se até sob o passeio para pedestres onde, sob este, conecta-se a uma caixa de inspeção para qual afluem os ramais internos da propriedade. A montante desta caixa, encontra-se, portanto, a instalação predial dentro dos limites da propriedade beneficiada (Carlos Fernandes, 1996).

O sistema a ser implantado contemplará ligações domiciliares do tipo convencional para imóveis selecionados dentro da área limite do projeto, com base em critérios sociais e econômicos.

9.5 Obras Complementares

De um modo geral, na elaboração do projeto de esgotamento sanitário, de acordo com as condições de cada sub-bacia, pode se fazer necessária a inclusão das seguintes obras complementares:

- Envelopamento;
- Travessia pelo método não destrutivo;
- Poços de visita especiais (acima de $\varnothing$ 500 mm);
- Travessias de talvegues;
- Encamisamento;
- Urbanização para implantação de obras;
- Remanejamento de interferências;
- Passagens em galerias de drenagem.

9.6 Serviços de Regularização de Área

As áreas a serem regularizadas na Localidade de Campinas – Irauçuba, serão de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Irauçuba, sendo estas áreas referentes a estação de tratamento de esgoto e qualquer outra área que esteja dentro do escopo da concepção do Anteprojeto aqui apresentado. Os memoriais descritivos das áreas estão disponíveis no Volume I – Tomo III.

ESTUDO LOCACIONAL



10 ESTUDO LOCACIONAL

10.1 Rede Coletora e Estação Elevatória

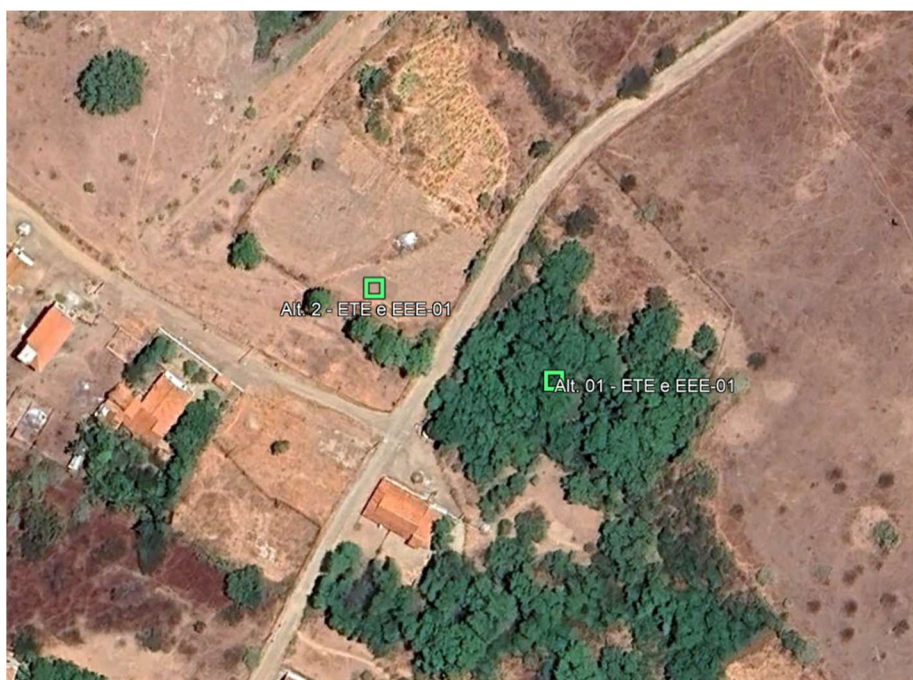
No tocante à coleta dos esgotos, foi estudada a melhor alternativa para o caminhamento do esgoto e dimensionamento da rede, considerando um sistema do tipo separador absoluto. Para este Anteprojeto, foram estudados alguns traçados de rede coletora que possibilitasse a implantação por etapas de forma a facilitar a integração com as etapas posteriores. O estudo para condução do efluente baseou-se em utilização única por estações elevatórias, não sendo viável para esta localidade a utilização de interceptores.

No SES de Campinas, foi dimensionada apenas uma EEE inclusa na ETE. Portanto, a localização fica condicionada a ser implantada junto da ETE.

10.2 Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)

Foram avaliadas 02 opções locais para a Estação de Tratamento de Esgoto. As áreas estudadas encontraram-se próximas entre si, estando localizadas na região mais baixa do SES Campinas, a Alternativa 01 foi selecionada pela proximidade com o corpo receptor e por ter sido observado em visita técnica junto dos setores de regularização de áreas e de licenciamento ambiental da Cagece, que não estão sendo desempenhadas atividades de exploração da área, diferentemente da Alternativa 02 em que foram visualizados usos de agropecuária e agricultura.

Figura 11 - Estudo Locacional da ETE e EEE-01

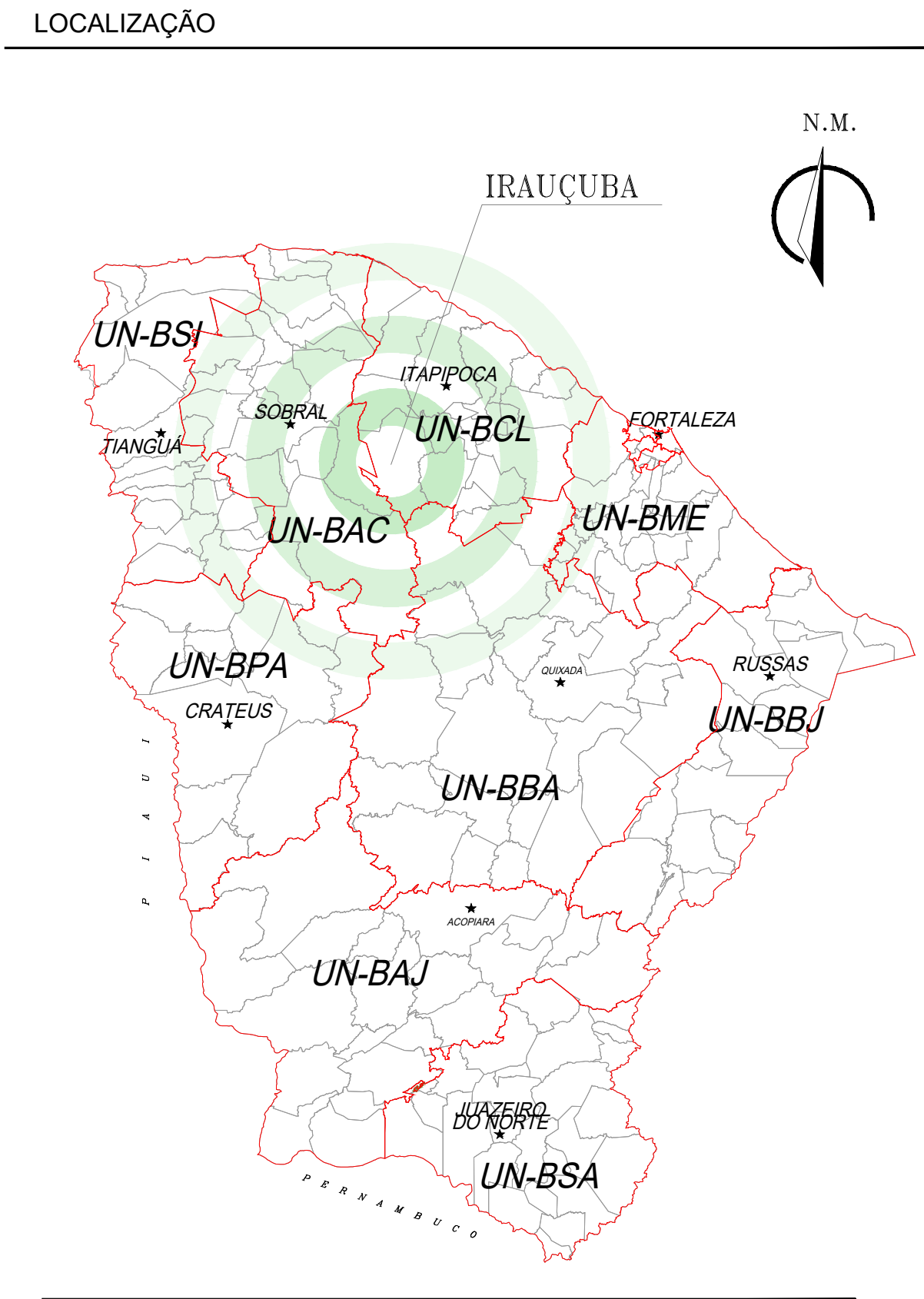
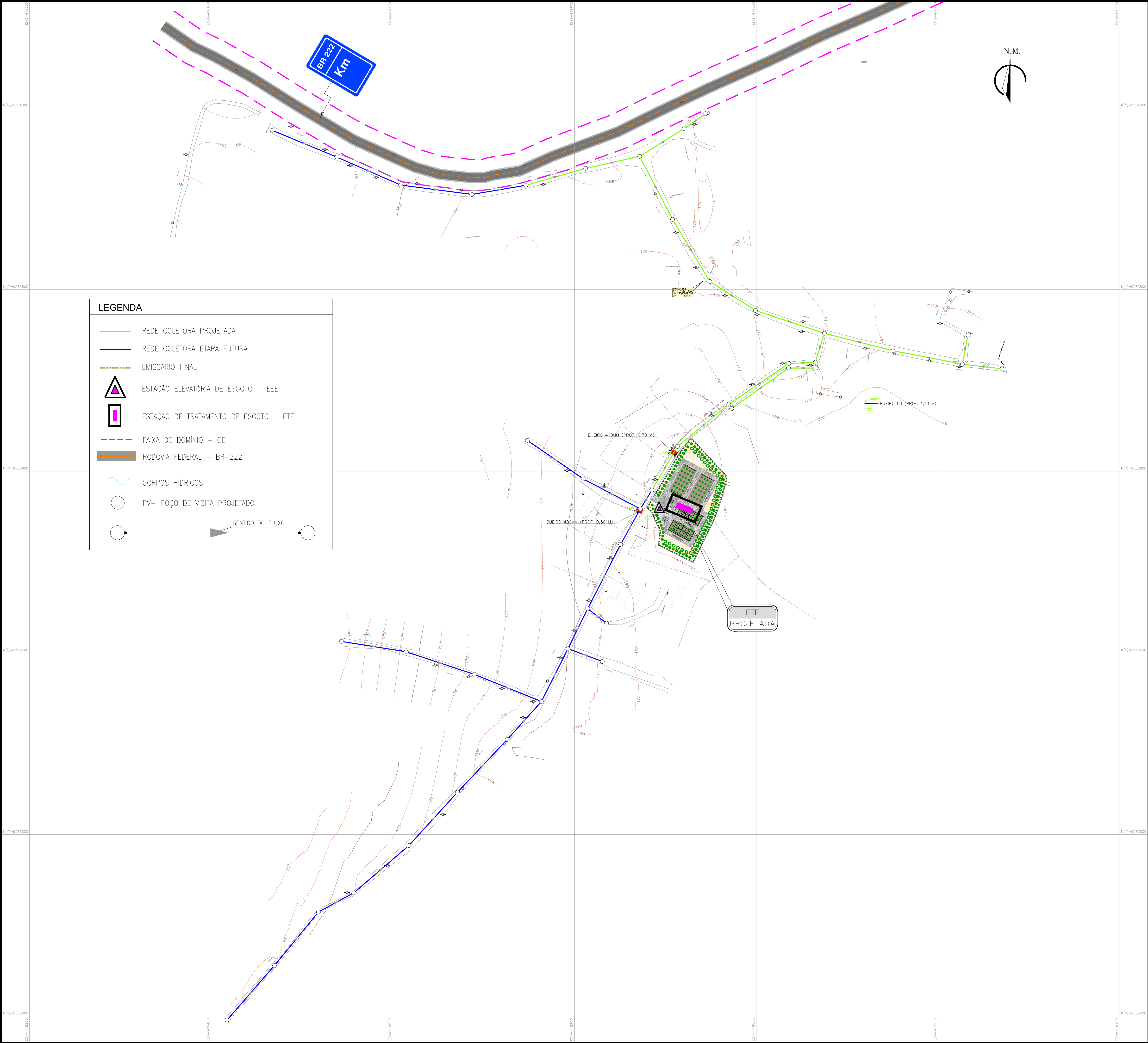


ANEXOS



11 ANEXOS

11.1 Layout Geral



OBSERVAÇÕES:

1 - A CONCEPÇÃO PRÉ-DEFINIDA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA LOCALIDADE DE CAMPINAS, CONSTITUI NA COLETA DE ESGOTO ATRAVÉS DE REDE COLETORA (IMPLANTAÇÃO PARCIAL NESTA 1ª ETAPA), IMPLANTAÇÃO DA ETE COM MÓDULOS WETLANDS VERTICAIS E HORIZONTAIS, DESINFECÇÃO, ALÉM DA EXECUÇÃO DE UM NOVO EMISSÁRIO FINAL PARA O ATENDIMENTO DE TODA A LOCALIDADE. A ETE TERÁ UMA EEE PARA ALIMENTAÇÃO DOS WETLANDS POR PULSOS DE VAZÃO COM ALTERNÂNCIA DOS MÓDULOS.

2 - DEMAIS CONSIDERAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO E ORÇAMENTO SÃO APRESENTADAS NO VOLUME I DESTA ANTEPROJETO, INSERIDOS COMO CONSIDERAÇÕES INICIAIS E EXECUTIVAS NO MEMORIAL DESCRITIVO.

3 - AS REDES EXECUTADAS NAS RODOVIAS FEDERAIS (BRs) DEVERÃO SER LOCADAS, PREFERENCIALMENTE, NAS FAIXAS DE DOMÍNIO. VISTO EM CASOS ESPECÍFICOS, COMO EDIFICAÇÕES OU COMPROMETIMENTO/INEXISTÊNCIA DE FAIXA DE DOMÍNIO, OS QUAIS DEVERÃO SER JUSTIFICADOS AO ÓRGÃO RESPONSÁVEL PELA VIA.

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO	
REVISÃO					
	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA			DESENHO 01	PRANCHA Nº 01/01
	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE CAMPINAS IRAUCUBA-CE				
	ANTEPROJETO				
	LAYOUT GERAL				
GERÊNCIA:	CÍCERO SANTIAGO BARROS				
COORDENAÇÃO:	ANTÔNIA ELIDIANE V. G. DA COSTA				
PROJETO:	JOÃO DA SILVA CAVALCANTE RNP 062.082.104-3				
DESENHO:	FCARLOS F			ESCALA:	1/2000
ARQUIVO:	01_SES_CAMPINAS_LAYOUT GERAL.dwg			DATA:	DEZ/2025

11.2 Relatório Fotográfico



ART



12 ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-CE

ART OBRA / SERVIÇO
Nº CE20261834272

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

INICIAL

1. Responsável Técnico

JOÃO DA SILVA CAVALCANTE

Título profissional: **ENGENHEIRO AMBIENTAL**

RNP: **0620821043**

Registro: **360409CE**

2. Dados do Contrato

Contratante: **COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ**

CPF/CNPJ: **07.040.108/0001-57**

AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Nº: **1030**

Complemento:

Bairro: **AEROPORTO**

Cidade: **FORTALEZA**

UF: **CE**

CEP: **60422700**

Contrato: **Não especificado**

Celebrado em:

Valor: **R\$ 6.000,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional: **NENHUMA - NÃO OPTANTE**

3. Dados da Obra/Serviço

AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Nº: **1030**

Complemento:

Bairro: **AEROPORTO**

Cidade: **FORTALEZA**

UF: **CE**

CEP: **60422700**

Data de Início: **05/02/2025**

Previsão de término: **13/03/2026**

Coordenadas Geográficas: **-3.771376, -38.534957**

Finalidade: **Saneamento básico**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ**

CPF/CNPJ: **07.040.108/0001-57**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
14 - Elaboração		
3 - Anteprojeto > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ESGOTO/RESÍDUOS > DE SISTEMA DE ESGOTO/RESÍDUOS LÍQUIDOS > #6.2.1.8 - REDE COLETORA DE ESGOTO OU ÁGUAS RESIDUÁRIAS	1,00	un
3 - Anteprojeto > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ESGOTO/RESÍDUOS > DE SISTEMA DE ESGOTO/RESÍDUOS LÍQUIDOS > #6.2.1.5 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DOMÉSTICOS	1,00	un
3 - Anteprojeto > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ESGOTO/RESÍDUOS > DE SISTEMA DE ESGOTO/RESÍDUOS LÍQUIDOS > #6.2.1.13 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

ELABORAÇÃO DO ANTEPROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA 1ª ETAPA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA LOCALIDADE DE CAMPINAS NO MUNICÍPIO DE IRAUCUBA/CE

6. Declarações

- Declaro que estou cumprindo as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA - NÃO OPTANTE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, _____ de _____ de _____
Local data



Documento assinado eletronicamente
com credenciais de login e senha

JOÃO DA SILVA CAVALCANTE

RNP: **0620821043**

Data: **09/03/2026 16:40:52**

ASSINADO DIGITALMENTE POR
JOÃO DA SILVA CAVALCANTE - CPF: 072.128.503-14

Cicero Santiago Barros

CPF: **035.625.403-88**

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CNPJ: 07.040.108/0001-57

Data: **10/03/2026 09:13 -03:00**

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R\$ 108,39**

Registrada em: **09/03/2026**

Valor pago: **R\$ 108,40**

Nosso Número: **8218631687**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-ce.sitac.com.br/publico/>, com a chave: y8cBc
Impresso em: 09/03/2026 às 16:40:52 por: , ip: 191.52.226.66

