

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA PARCELAMENTO DE SOLO URBANO HIBISCO

VOLUME II DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO Revisão 02

Processo nº 00391.000.10707/2018-79

NOTAS:

	NATUREZA				
	DATA	DIGITADO	ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO
ELA.	27/11/2019	CJM	CJM	RMVC	RMVC
REV 01	NATUREZA				
	28/04/2022	AERS	PGP	AERS	AERS
REV 02	NATUREZA				
	05/11/2022	RMVC	RMVC	RMVC	RMVC
					
EMPREENHIMENTO: PARCELAMENTO DE SOLO URBANO HIBISCO					
FASE DO EMPREENHIMENTO: LICENCIAMENTO PRÉVIO (LP)					
TÍTULO DO DOCUMENTO: ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA VOLUME II – DESCRIÇÃO DO EMPREENHIMENTO					
NÚMERO DO DOCUMENTO: 006101-310RT-002					REVISÃO: 02
R. TÉCNICO Erick Marcel e Silva Viana Eng. Ambiental. CREA-DF 14.884/D	DATA: NOV / 2022		PÁGINA: 0	DE: 55	

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	7
1.2	ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	10
1.3	DENSIDADE.....	11
1.4	CONCEPÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO.....	13
1.5	ÁREA PÚBLICAS	15
1.6	PERMEABILIDADE	17
2	DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS	19
2.1	DESMATAMENTO E LIMPEZA DO TERRENO E ABERTURA DE CAMINHOS DE SERVIÇOS ..	19
2.2	TERRAPLENAGEM E CAIXA DE EMPRÉSTIMO/BOTA-ESPERA.....	19
2.3	SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM	20
2.4	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	22
2.4.1	Equipamentos Usados na Movimentação de Terra	23
2.4.2	Remoção da Cobertura Arbustiva	23
2.4.3	Remoção e Estocagem do Solo Orgânico	23
2.4.4	Aterros.....	24
2.4.5	Cortes.....	24
2.5	SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO.....	24
2.5.1	Caminhão Comboio	25
2.5.2	Caminhão Pipa	25
2.5.3	Motoniveladora.....	25
2.5.4	Pá Carregadeira	25
2.5.5	Trator Esteira.....	26
2.5.6	Retroescavadeira.....	26
2.5.7	Rolo Compactador.....	26
3	PARÂMETROS TÉCNICOS	27
3.1	PARÂMETROS	27
4	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA).....	29
4.1	CONCEPÇÃO DO SISTEMA	29
4.2	UNIDADE DE TRATAMENTO SIMPLIFICADO - UTS	30
4.2.1	Sala dos Tanques e de Dosagem.....	30
4.2.2	Sala de Análise	31
4.2.3	Sala de Abrigo do QCM	31
4.2.4	Bases dos Tanques de Produtos Químicos.....	31
4.2.5	Bombas de Dosagem e Recirculação	31
4.3	REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA	31
4.4	RESERVATÓRIO APOIADO	32
4.5	MEMORIAL DE CÁLCULO.....	34
4.5.1	Formulário.....	34

4.6	POPULAÇÃO EQUIVALENTE	34
4.6.1	Vazões.....	34
4.6.2	Determinação do Diâmetro de Linhas de Recalque.....	35
4.6.3	Reservatórios	37
5	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)	42
5.1	PARÂMETROS TÉCNICOS	42
5.1.1	Coefficientes de Variação de Demanda	43
5.1.2	Coefficiente de Retorno (c) = 0,8	43
5.1.3	Coefficiente de Infiltração (Ti) = 0,05 L/s.Km	44
5.1.4	Coefficiente de Rugosidade de Manning (n) = 0,013	44
5.1.5	Declividade Mínima (Imín) = 5% ou 0,005 m/m	45
5.1.6	Declividade Máxima (Imáx) = Vf ≤ 5,0 m/s para Qf	45
5.1.7	Tensão Trativa Mínima (τ) = 1,0 Pa.....	45
5.1.8	Lâmina D'água Máxima (θmáx) = 75%	45
5.1.9	Vazão Mínima (Qmín) = 1,5 L/s	46
5.1.10	Velocidade Máxima (Vf) = Vf < 5 m/s	46
5.1.11	Recobrimentos Mínimos (Ōmín) = 0,60m e 1,00m	46
5.1.12	Profundidades Máximas (ΔHmáx) = 1,80m/2,50m/3,50m	47
5.1.13	Distância máxima entre Poços de Visita (PV) = 80,00m.....	48
5.2	MEMORIAL DESCRITIVO	48
5.2.1	Concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário.....	48
5.2.2	Concepção da Rede Pública de Esgotamento Sanitário	48
5.2.3	Componentes da Rede Coletora de Esgotamento Sanitário	49
5.2.4	MEMORIAL DE CÁLCULO.....	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1: Resumo das principais características básicas do empreendimento.	8
Tabela 1.2: Densidade populacional geral.	11
Tabela 1.3: Balanço da densidade populacional.	11
Tabela 1.4: Áreas Parceláveis e públicas.	16
Tabela 1.6: Áreas Permeáveis Protegidas.	17
Tabela 1.6: Taxa de permeabilidade em áreas parceladas	18
Tabela 4.1: Características de cada um dos Reservatórios Apoiados.	32
Tabela 4.2: Normas para o projeto executivo dos tanques em aço carbono.	32
Tabela 5.1: Diâmetros adotados pela CAESB por tipo de Rede Coletora e Rede Condominial	44
Tabela 5.2: Coeficientes de Manning para diferentes materiais.	44
Tabela 5.3: Coeficientes de Manning para diferentes materiais.	45
Tabela 5.4: Recobrimentos mínimos adotados pela CAESB por local de assentamento da Rede Coletora.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Croqui de usos do parcelamento.	9
Figura 1.2: Projeto sobreposto às restrições ambientais, incluindo áreas de declividade acima de 30%.	10
Figura 1.3: Áreas consideradas para cálculo de densidades.	12
Figura 1.4: Hierarquia viária.	14

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 4.1: Fórmula modificada da vazão.....	34
Equação 4.2: Cálculo para vazão média de água (L/s);	34
Equação 4.3: Cálculo para vazão máxima diário de água (L/s);	34
Equação 4.4: Cálculo para vazão de produção de água (L/s);	34
Equação 4.5: Cálculo para vazão máxima horária de água (L/s);	35
Equação 4.6: Cálculo para diâmetro econômico das tubulações	35
Equação 4.7: Cálculo para perdas de carga	35
Equação 4.8: Fórmula de Hazen Willians	36
Equação 4.9: Fórmula Universal para o cálculo das perdas de carga distribuídas.....	36
Equação 4.10: Dimensionamento das tubulações	37
Equação 4.11: Cálculo para velocidade média na seção.....	37
Equação 4.12: Fórmula Prática de Francis	38
Equação 4.13: Cálculo do extravasor	38
Equação 4.14: Cálculo para carga hidráulica.....	38
Equação 4.15: Cálculo para área do orifício.....	39
Equação 4.16: Cálculo para dimensionamento da tubulação de ventilação	39
Equação 4.17: Cálculo para área de ventilação	39
Equação 4.18: Cálculo para determinar a vazão para esvaziar o volume de morto em 2 horas	40
Equação 4.19: Cálculo para área da superfície do reservatório.....	40
Equação 4.20: Cálculo para área da seção transversal do tubo de descarga	40
Equação 4.21: Cálculo para diâmetro (D) da tubulação de descarga.	41
Equação 5.1: Cálculo da vazão máxima horária inicial (L/s).....	51
Equação 5.2: Cálculo da vazão máxima horária final (L/s).	51
Equação 5.3: Cálculo da vazão de infiltração na rede pública (L/s).	51
Equação 5.4: Cálculo da vazão média inicial (L/s).	52
Equação 5.5: Cálculo da vazão média final (L/s).	52
Equação 5.6: Cálculo do Coeficiente de Chésy.....	52
Equação 5.7: Cálculo da Velocidade média de escoamento dos esgotos (m/s).	52
Equação 5.8: Cálculo da taxa de contribuição linear inicial (L/s.m).	53
Equação 5.9: Cálculo da taxa de contribuição linear final (L/s.m).	53

Equação 5.10: Cálculo da declividade mínima (m/m).....	53
Equação 5.11: Cálculo da declividade máxima (m/m).....	54
Equação 5.12: Cálculo do diâmetro (m).....	54
Equação 5.13: Cálculo da Tensão Trativa.....	54
Equação 5.14: Cálculo da velocidade crítica (m/s).....	55
Equação 5.15: Cálculo do desnível entre a lâmina da tubulação de entrada (mais baixa) e a de saída (m).....	55

1 INTRODUÇÃO

1.1 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O projeto de urbanismo de parcelamento do solo denominado Hibisco, a ser realizado em gleba objeto da matrícula número 123.578, do 2º Ofício de Registro de Imóveis, com área registrada de 238ha, localizada na Região Administrativa de Paranoá RA VII. Desta área total, não serão objeto de parcelamento urbano 35.811,802 m², composto por zona rural. A população final estimada é de 2.022 pessoas, referentes a 613 unidades habitacionais.

A gleba limita se ao norte com a via de circulação conhecida como Estrada São Bartolomeu principal via de acesso ao local, a leste e a oeste confronta se com a zona rural, e ao sul seus limites confrontam com o córrego Taboquinha.

O projeto propõe a criação de um parcelamento composto por quatro condomínios urbanos destinados ao uso UOS RE 2 na categoria habitação multifamiliar em tipologia de casas, fundamentado pela Lei Complementar nº 710/2005 que trata sobre os Projetos Urbanísticos com Diretrizes Especiais para Unidades Autônomas (PDEU).

Propõe se uma área de comércio e prestação de serviços de atendimento regional, à margem da Via de Circulação principal ao norte, além de áreas públicas EPs e ELUPs, distribuídas na gleba conforme definição em DIUR 01/2019 e DIUPE 10/2021.

O objetivo do projeto é a criação de quatro Condomínios Urbanísticos PDEU compostos por unidades autônomas na categoria habitação multifamiliar em tipologia casas, cuja classificação, segundo o LUOS, é RE 2.

Além das unidades habitacionais, são propostos 1 lote comercial C SIII1, 4 lotes institucionais públicos Inst-EP, e 7 ELUP, das quais uma compõe um parque ladeando a Via Parque, todas em locais plenamente acessíveis ao público.

O PDEU 01 conta com 323 unidades autônomas, o PDEU 02 tem com 64 unidades autônomas, o PDEU 03 soma com 221 unidades autônomas e o PDEU 04 possui 5 unidades autônomas. As 5 unidades autônomas unifamiliares que constituem o PDEU 04 são maiores que as demais, sem ultrapassar o limite de 10.000m² cada um. A divisão das unidades autônomas nos lotes dos condomínios 1 a 3 mantém suas áreas acima de 125m² e mínimo de 5m na frente do terreno de acordo com as diretrizes expostas. Para atender às condicionantes específicas para a zona de contenção urbana elencadas no Plano Diretor dotam-se as seguintes medidas:

- O empreendimento divide-se em 4 condomínios, (de uso RE 2) com lotes cujas medidas limitam-se entre 100.000m² e 500.000m², de acordo com artigo 43, inciso IV, PDOT/2009. Sendo condomínio 1 com 311.348,20m², condomínio 2 com 100.037,99m², condomínio 3 com 193.463,15m² e condomínio 4 com 101.598,66m².
- O parcelamento adota forma agrupada, respeitando a proporção de no máximo 4 (quatro) unidades habitacionais por hectare;
- As unidades autônomas de cada condomínio somadas não ocupam mais que 32% (trinta e dois por cento) do total, restando ao menos 68% (sessenta e oito por cento) do lote para áreas de uso

comum. Para equipamentos de lazer do condomínio a área máxima estabelecida é de no máximo 8% (oito por cento) da área comum do lote do condomínio.

Tabela 1.1: Resumo das principais características básicas do empreendimento.

Área total da gleba	238,01 hectares
Áreas passível de parcelamento	83,059 hectares
População estimada	2.022
Número de unidades imobiliárias	613 Lotes de Unidades Multifamiliares

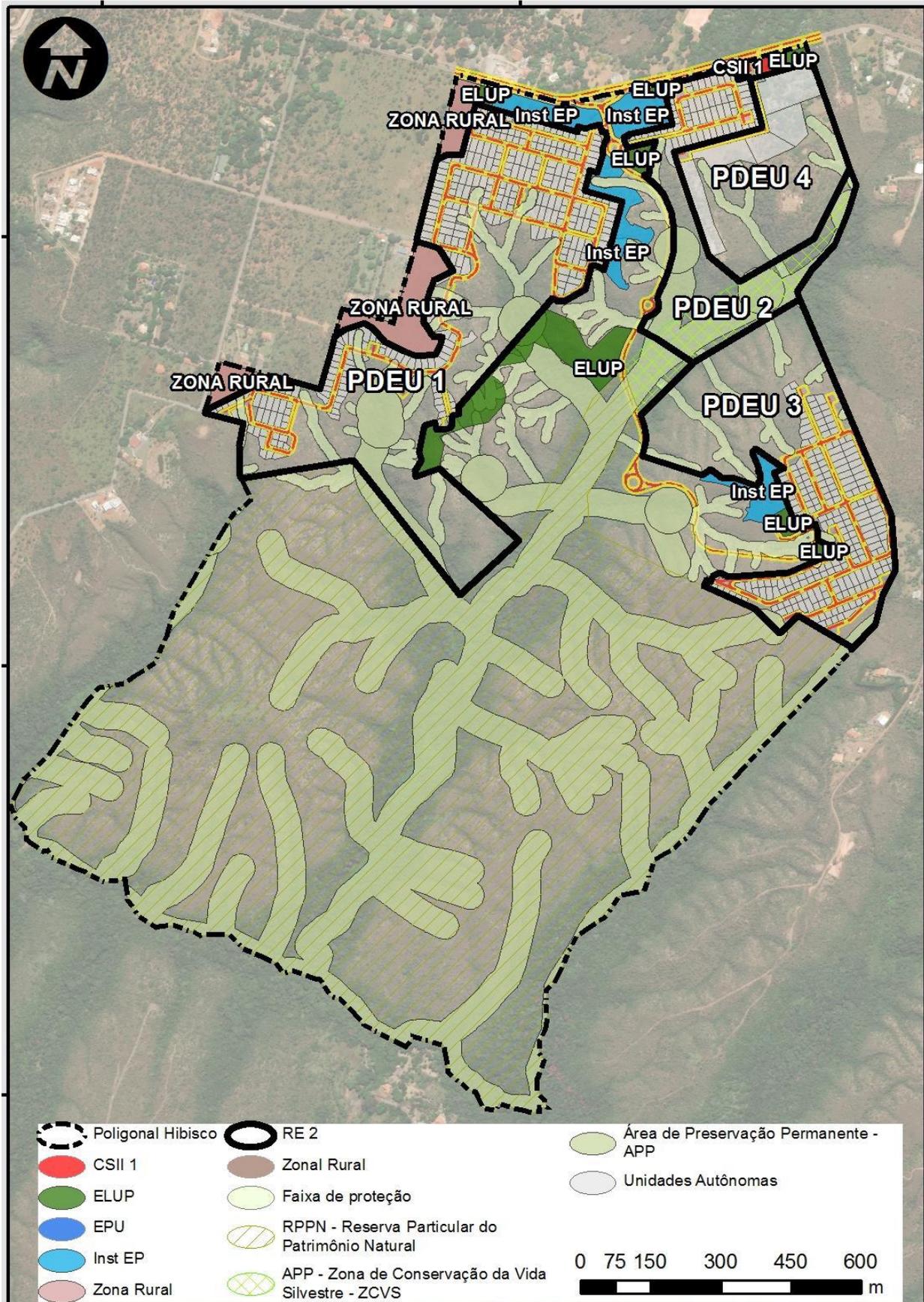


Figura 1.1: Croqui de usos do parcelamento.

1.2 ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Dentro da Zona C, região da gleba onde é permitido parcelamento, as Áreas de Proteção Permanente – APP's somam 97.104,78m², que se manterão conservadas, exceto pela intervenção da Via Parque que fará a transposição entre os condomínios. Faixas de proteção nesta região compõem 146.676,12m², e áreas com declividade acima de 30% perfazem 318.333,45m². Estas, que juntas totalizam 562.114,36m², também são mantidas vegetadas na sua maior parte com poucas interferências do sistema viário local.

Outra medida que tira partido do ambiente e promove sua preservação é a criação de um parque linear que, juntamente com as reservas, transformam a Via Parque dos Hibiscos numa alameda e, somadas às áreas verdes dos condomínios, formam cinturões que abraçam as residências além de resguardar o ambiente preservado de maiores impactos e formarem um amplo corredor natural ao ligar-se com a ZCVS.

Tratando-se de uma zona ambientalmente sensível e de proteção de aquíferos, onde mais da metade da gleba classifica-se como Zona Verde, ou Zona de Conservação da Vida Silvestre, propõe-se a criação de sete Reservas Particulares do Patrimônio Natural–RPPN's, sendo RPPN1 com 51,590ha, RPPN 2 com 31,552ha, RPPN 3 com 53,829ha, RPPN 4 com 3,394 ha, RPPN 5 com 1,402 ha, RPPN 6 com 2,501 ha e RPPN 7 com 7,112 ha, totalizando 151,381hade reservas, englobando 64,57% da poligonal de projeto com áreas protegidas.

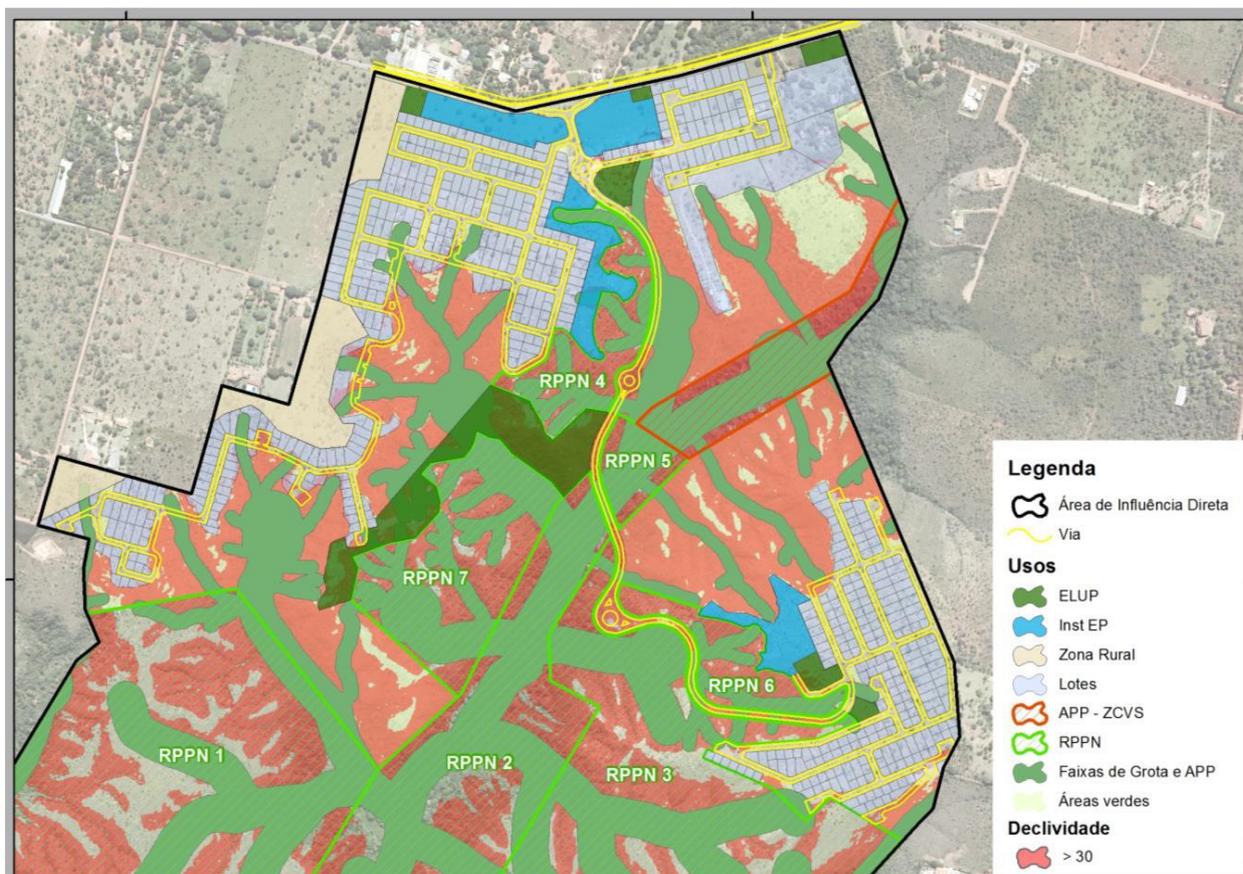


Figura 1.2: Projeto sobreposto às restrições ambientais, incluindo áreas de declividade acima de 30%.

1.3 DENSIDADE

O projeto conta com 613 unidades autônomas na categoria habitação em tipologia casas, inserida em uma gleba de 238ha01a21ca, cuja área parcelada é de 83,059ha.

A tabela seguinte mostra que a densidade líquida será de 8,50 hab/ha, usando a referência média de 3,3 habitantes por unidade imobiliária (IBGE, Censo 2010)

Tabela 1.2: Densidade populacional geral.

Residencial-habitação Unifamiliar	Número de lotes	Habitantes/unidades	População	Área da Gleba (ha)	Densidade populacional (habitantes/ha)
	613	3,3	2.022,9	238,02201	8,50

Para cálculo da densidade nos PDEUs o art. 39 do PDOT/2009 permite o balanço da população e das unidades habitacionais autônomas entre as áreas que não são ocupadas, como as grandes RPPN's criadas no empreendimento. Assim, a fim de manter esta taxa muito baixa, máximo de 15 habitantes por hectare, e proporção máxima de 4 unidades autônomas nesta mesma área, distribuem-se as populações e habitações em áreas vinculadas aos PDEU's, equilibrando a população do PDEU1 com a área da RPPN 1, do PDEU 2 com a RPPN 2 e do PDEU 3 com a RPPN 3, da seguinte forma:

Tabela 1.3: Balanço da densidade populacional.

Balanço da densidade populacional – PDEU 1							
Residencial-habitação Unifamiliar	Nº de lotes	Habitantes /unidades	População	Área PDEU (ha)	Área de RPPN (m²)	Densidade pop. (habitantes/ha)	Habitação / hectare
	323	3,3	1065,9	31,3	51,59	12,88	3,90
Balanço da densidade populacional – PDEU 2							
Residencial-habitação Unifamiliar	Nº de lotes	Habitantes /unidades	População	Área PDEU (ha)	Área de RPPN (m²)	Densidade pop. (habitantes/ha)	Habitação / hectare
	64	3,3	211,2	10,00	31,55	5,08	1,54
Balanço da densidade populacional – PDEU 3							
Residencial-habitação Unifamiliar	Nº de lotes	Habitantes /unidades	População	Área PDEU (ha)	Área de RPPN (m²)	Densidade pop. (habitantes/ha)	Habitação / hectare
	221	3,3	729,3	19,35	53,83	9,97	3,02
Balanço da densidade populacional – PDEU 4							
Residencial-habitação Unifamiliar	Nº de lotes	Habitantes /unidades	População	Área PDEU (ha)	Área de RPPN (m²)	Densidade pop. (habitantes/ha)	Habitação / hectare
	5	3,3	16,5	10,16	0,00	1,62	0,49

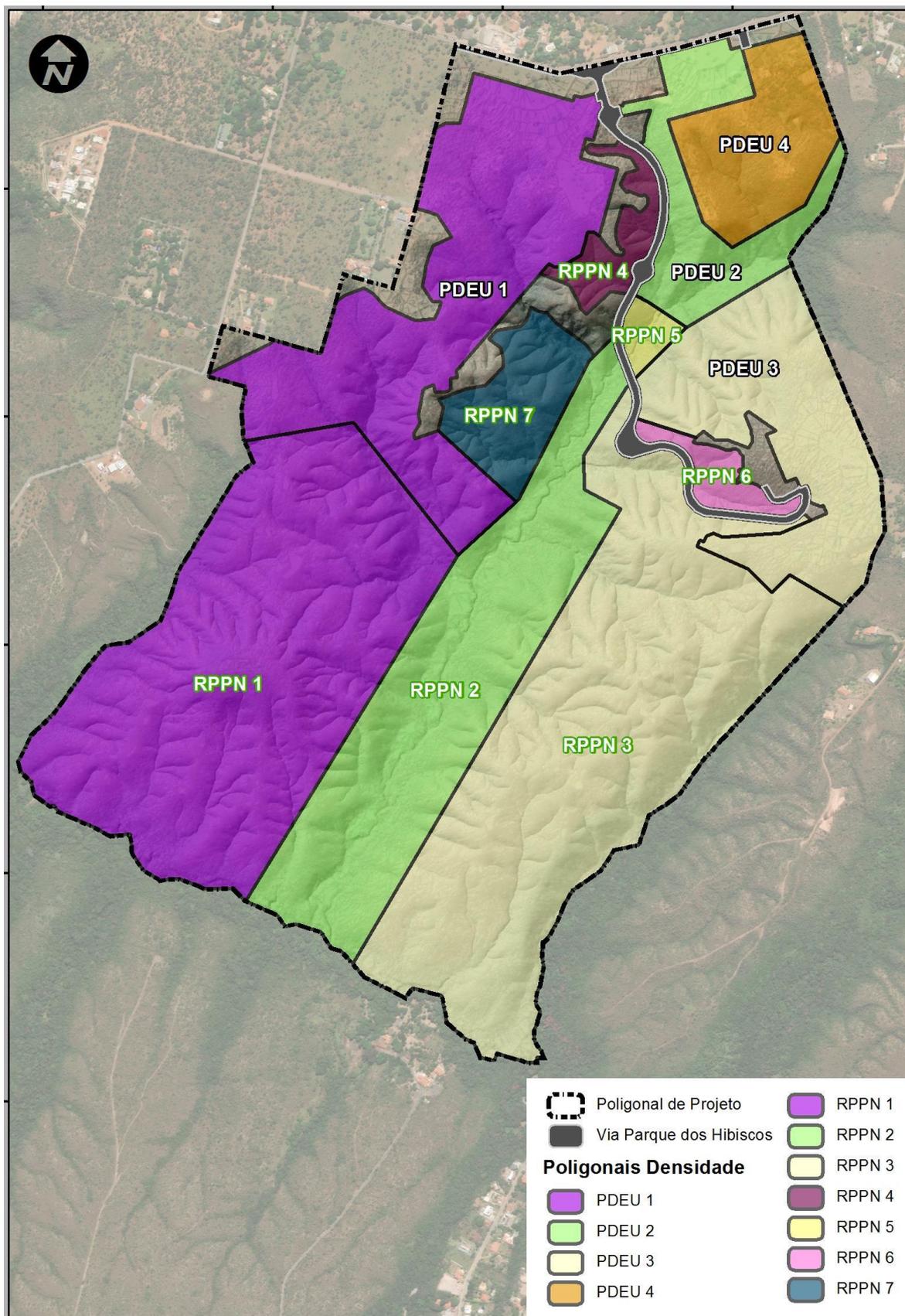


Figura 1.3: Áreas consideradas para cálculo de densidades.

1.4 CONCEPÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO

A principal via de acesso ao empreendimento é a Estrada São Bartolomeu, definida na DIUPE 10/2021 como Via de Circulação. Dela deriva a nova via pública de ligação, classificada como Via Parque, ladeada por áreas de uso livre público e RPPNs, configurando amplo espaço de áreas verdes, reforçando o caráter bucólico e contemplativo em uma via de baixa velocidade, que será dotada de passeio e ciclovias unilaterais, que transpõe o córrego existente e permite acesso às áreas públicas, como ELUPs e Inst-EPs, e às portarias dos condomínios 01, 02 e 03. O projeto mantém a caixa da via de circulação, estrada São Bartolomeu, mantendo seu eixo coincidente com aquele existente. Dentro dos lotes dos condomínios as vias são classificadas como vias de circulação de vizinhança 2 e são todas com largura de 12m. Por se tratar de zona 30, onde bicicletas e carros compartilham o leito viário, a velocidade é limitada a no máximo 30km/h. As vias propostas são ilustradas na Figura 1.4:

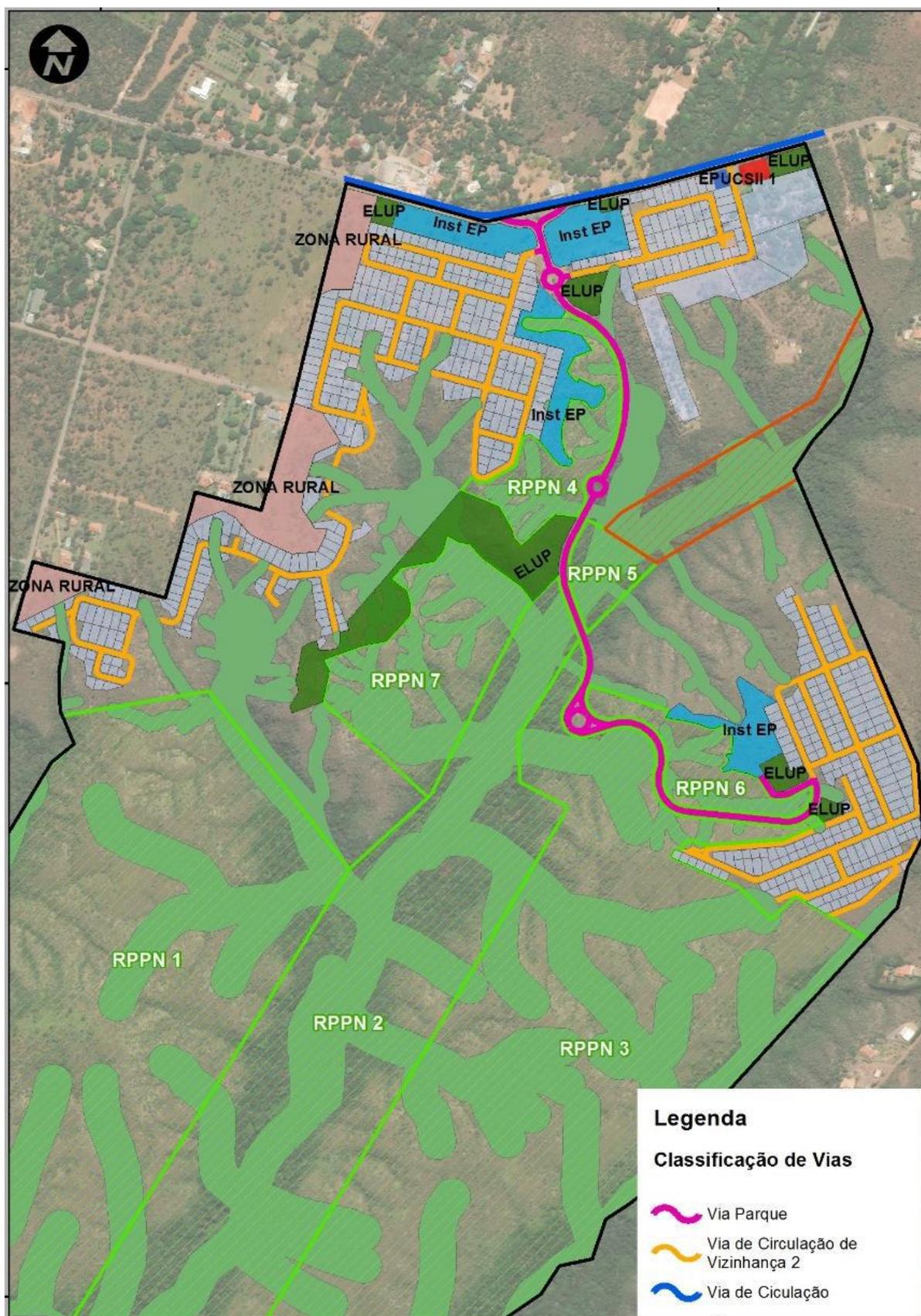


Figura 1.4: Hierarquia viária.

1.5 ÁREA PÚBLICAS

Conforme DIUPE 10/2021, o percentual mínimo de área pública a ser aplicado na Região Sul-Sudeste é de 10% da área parcelada, dos quais 5% destinados à Inst. EPs e 5% às ELUPs. Os equipamentos públicos (Inst-EP e ELUP), foram localizadas ao longo da estrada São Bartolomeu e da Via Parque proposta, possibilitando livre acesso ao público, visando também maior aproveitamento e melhoria das qualidades cênicas do local.

São quatro lotes Inst EP propostos. AE-1 com 10.073,84m² e AE-2 com 10.053,53m², ambos ao norte, voltados para a Estrada São Bartolomeu, AE-3 com 11.844,29m², voltado para a via parque e AE-4 com 10.101,04m², localizada no final da Via Parque, ao lado do PDEU 3. Todos lotes Inst-EP somados compreendem 42.072,67m², ou 5,07% da área parcelada.

Espaços Livre de uso Público, ELUPs, são propostos em 7 locais ao longo das vias públicas. Três deles margeiam a Estrada São Bartolomeu, outro fica junto à entrada do condomínio PDEU 2. Outros dois ficam próximos à entrada do PDEU 3, e o último forma um grande parque linear ligado à via pública, que juntamente com as RPPNs margeiam esta Via Parque do Hibiscos e unidas à potencializam o desfrute da riqueza natural própria do cerrado nativo e a proteção deste ambiente reduzindo o impacto sobre os aquíferos.

O total de áreas destinadas aos ELUPs é de 44.545,50m², sendo, ou 5,36% da área parcelada do terreno, sendo que no parque proposto, podem ser acessados por trilhas ecológicas aprofundando a contemplação do público neste espaço natural.

Tabela 1.4: Áreas Parceláveis e públicas.

Quadro Síntese	LOTES (unid.)	Denominação	ÁREA (m ²)	ÁREA (%)
A. Área Total da Poligonal da Gleba			2.380.220,14	
B. Área Rural			35.811,80	1,50%
I. Área da Poligonal de Projeto (A - B)			2.344.408,34	100,00%
II. Área não parcelável (a+b+c+d+e)			1.513.819,52	64,57%
RPPN	7	a. RPPN 1	515.898,47	22,01%
		b. RPPN 2	315.522,32	13,46%
		c. RPPN 3	538.289,85	22,96%
		d. RPPN 4	33.944,41	1,45%
		e. RPPN 5	14.025,68	0,60%
		f. RPPN 6	25.016,02	1,07%
		g. RPPN 7	71.122,78	3,03%
Área Parcelável (I-II)			830.588,82	35,43%
1. Unidades Imobiliárias				
Área Parcelável (I-II)			830.588,82	100,00%
a. RE 02 Residencial - habitação multifamiliar (casas)	4	PDEU 1	311.348,20	37,49%
		PDEU 2	100.037,99	12,04%
		PDEU 3	193.463,15	23,29%
		PDEU 4	101.598,66	12,23%
Total RE 2 (1.a)			706.448,01	85,05%
b. CSII 1 (Comercial, Prestação de Serviços, Institucional, Industrial)	1	1C	1.662,295	0,20%
Total CSII 1 (1.b)			1.662,295	0,20%
c. Inst EP (EPC)	4	AE-1	10.073,841	1,21%
		AE-2	10.053,537	1,21%
		AE-3	11.844,259	1,43%
		AE-4	10.101,040	1,22%
Total Inst EP (1.c)			42.072,678	5,07%
Total de unidades imobiliárias	9		750.182,981	90,32%
2. Áreas Públicas				
a. Espaços Livres de Uso Público - ELUP	7	ELUP 1	2.362,33	0,28%
		ELUP 2	641,239	0,08%
		ELUP 3	1.477,577	0,18%
		ELUP 4	3.098,109	0,37%
		ELUP 5	33.103,623	3,99%
		ELUP 6	2.715,030	0,33%
		ELUP 7	1.147,590	0,14%
Total ELUP (2.a)			44.545,500	5,36%
b. EPU / Bacias de contenção de drenagem em áreas públicas	2	Lagoa 1	187,057	0,02%
		Lagoa 8	348,225	0,04%
	1	Reservatório	688,857	0,08%
Total EPU (2.b)			1.224,139	0,15%
3. Sistemas de circulação			34.628,90	4,17%
Área Pública (1): 1c + 2a + 2b			87.842,32	10,58%
Área Pública (2): 1c + 2a + 2b + 3			122.471,21	14,75%

1.6 PERMEABILIDADE

Voltadas para a conservação e preservação ambiental, atende-se à DIUR 01/2019 mantendo-se a vegetação nativa de cerrado, existente ou recuperada, em toda Zona Verde e APPs, que somadas ocupam mais de 50% da gleba. As áreas com declividade maior que 30% e faixas de proteção recebem intervenções mínimas apenas para estrutura viária, mantendo-se em sua maior parte como áreas verdes.

Como infraestrutura para escoamento de águas pluviais são previstos 6 sub bacias de drenagem com 8 pontos de lançamento, conforme estudo de drenagem para a área.

Os cálculos de permeabilidade a seguir, consideram a taxa de permeabilidade sendo descontados as interferências para circulações.

Tabela 1.5: Áreas Permeáveis Protegidas.

ÁREAS CONSIDERADAS	ÁREA (m ²)
1. Área de Proteção Ambiental – APP	
a. PDEU 1	27.757,298
b. PDEU 2 (fora da ZCVS)	12.311,646
c. PDEU 3	3.619,105
d. PDEU 4	429,675
e. Área pública - ELUP	3.755,611
2. Faixas de proteção	
a. PDEU 1	41.352,051
b. PDEU 2	2.568,625
c. PDEU 3	21.005,667
d. PDEU 4	12.948,856
e. Área pública - ELUP	6.012,041
f. Área pública - EPC	707,355
3. Áreas com declividade > 30% + áreas verdes	
a. PDEU 1	90.484,968
b. PDEU 2	15.019,928
c. PDEU 3	76.485,042
d. PDEU 4	52.186,201
e. Área pública - ELUP	19.840,319
4. Zona de Conservação da Vida Silvestre	
a. PDEU 2	40.501,871

Tabela 1.6: Taxa de permeabilidade em áreas parceladas

Áreas Consideradas	Área (m ²)	Taxa de Perm.	Área Permeável (m ²)	Percentual (%)
Área Total da Poligonal de Projeto	2.344.408,34			100,00%
A. RE2	706.448,01	56%	398.341,56	16,99%
B. CSII1	1.662,30	20%	332,46	0,01%
C. Inst-EP	42.072,68	20%	8.414,54	0,36%
D. ELUP	44.545,50	0%	0,00	0,00%
D.1. ELUP 01	2.362,33	50%	1.181,17	0,05%
D.2. ELUP 02	641,24	50%	320,62	0,01%
D.3. ELUP 03	1.477,58	50%	738,79	0,03%
D.4. ELUP 04	3.098,11	50%	1.549,05	0,07%
D.5. ELUP 05	33.103,62	89%	29.607,97	1,26%
D.5.1.ELUP 05 - APP	3.755,61	100%		
D.5.1.ELUP 05 -Faixa de Proteção	6.012,04	100%		
D.5.1.ELUP 05 - declividade >30%	19.840,32	100%		
D.6. ELUP 06	2.715,03	50%	1.357,51	0,06%
D.7. ELUP 07	1.147,59	50%	573,79	0,02%
E. RPPN - Total	1.513.819,52	100%	1.513.819,52	64,57%
F. Sistema de circulação	34.628,90	0%	0,00	0,00%
G. EPU - bacias de drenagem	535,28	100%	535,28	0,02%
H. EPU - Reservatório	688,86	50%	344,43	0,01%
Total da Área Permeável			1.957.116,69	83,48%

2 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

2.1 DESMATAMENTO E LIMPEZA DO TERRENO E ABERTURA DE CAMINHOS DE SERVIÇOS

- Limitar o desmatamento e a limpeza ao mínimo necessário às operações de construção e segurança do tráfego.
- Efetuar a remoção ou uso controlado dos restos vegetais da operação de desmatamento.
- Utilizar o solo orgânico removido do local da obra como reserva para recuperação das áreas exploradas para a construção, e demolir as obras provisórias, desimpedindo o escoamento nos talwegues e evitando a formação de caminhos preferenciais para a água.

2.2 TERRAPLENAGEM E CAIXA DE EMPRÉSTIMO/BOTA-ESPERA

- Executar uma eficiente sinalização na obra para a proteção do tráfego na via existente e efetuar o controle de velocidade dos caminhões caçamba.
- Execução permanente de aspersão de água nos trechos poeirentos para eliminação de nuvens de poeira, visando à prevenção de acidentes e redução da poluição do ar em áreas habitadas.
- Na operação de desmatamento e limpeza das áreas de empréstimo/bota-espera, estocar o solo orgânico para a posterior recuperação dessas áreas, que deverá ser disposto em leira e a uma distância mínima de cinco metros da frente da escavação, para que não seja utilizado, indevidamente, durante a operação de suavização dos taludes.
- Os locais de bota-fora deverão ser indicados conforme informado ao Órgão Ambiental e deverão ser recompostos ambientalmente após o depósito dos materiais.
- Efetuar a recuperação das caixas de empréstimo/bota-espera de acordo com as exigências do órgão licenciador e fiscalizador do meio ambiente no Distrito Federal, obedecendo aos seguintes passos:
 - Suavização dos taludes (1V: 4H);
 - Construção de terraços (eventual);
 - Escarificação do fundo da caixa;
 - Retorno do solo orgânico;
- Calagem com pó de calcário (2,0 t/ha com PRNT 100%), adubação química com NPK – formulação granulada 4:14:8 (500 kg/ha) e gradagem com grade aradora; Plantio de sementes de gramíneas (*Brachiaria humidicola* – 11 kg/ha) consorciadas a leguminosas (guandu/leocena – 5,0 kg/ha), preferencialmente, no início da estação chuvosa.
- O local definido para receber os eventuais bota fora deverá ser previamente autorizados pelo Órgão Ambiental e pela Fiscalização.

- O serviço de carga e transporte, por meio de caminhão, do material excedente proveniente da escavação, até o bota fora, aprovado pelo Órgão Ambiental.
- A área de bota-fora não poderá modificar o escoamento natural da água proveniente da chuva e deverá ser reconformada de modo a permitir usos alternativos posteriores, a partir da reabilitação ambiental das mesmas.

2.3 SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM

Os serviços de Terraplenagem são definidos pela movimentação de solo, consistindo na remoção de terra de locais em excesso para locais onde está em falta, seguindo-se as exigências do projeto a fim de deixar o terreno totalmente moldado e de acordo com a necessidade da obra.

Inicialmente deverão ser respeitadas as orientações contidas nas especificações de serviço DNIT 104/2009-ES - Terraplenagem - Serviços preliminares de Remoção e estocagem do solo orgânico, que compreendem a retirada da camada superficial de solo, que contém matéria orgânica, nutrientes minerais e microrganismos, presente nas áreas destinadas ao corpo estradal, e empréstimos. Estes materiais juntamente com os restos da vegetação deverão ser estocados em leiras para utilização, retorno aos pés dos taludes de aterro, recuperação de caixas de empréstimo e, se for o caso, na recuperação de áreas degradadas já existentes.

Os Aterros necessários deverão ser realizados em conformidade com a especificação DNIT 108/2009-ES, e de acordo com as notas de serviço e o projeto de terraplenagem elaborado. Na realização dos aterros deverão ser previstas, conforme especificação acima citada, a execução de 3 (três) camadas de material com 20 cm de espessura cada, e compactadas de acordo com o método DNER-ME 129/94 (energia intermediária) apresentando grau de compactação não inferior a 100%.

Nos casos em que a altura de aterro for inferior a 60 cm, deverá ser executado o corte do terreno natural de forma que possibilite a implantação destas camadas finais de terraplenagem. O material de empréstimo imprescindível à conclusão das camadas de terraplenagem projetadas deverá obedecer à especificação DNIT 107/2009-ES, bem como o que se refere a sua recuperação ambiental.

Os Cortes serão executados de acordo com a especificação DNIT 106/2009-ES. Nos casos em que o material nativo, ou seja, o terreno natural do subleito atenda as características estabelecidas no projeto de pavimentação, será executado o corte considerando o seu aproveitamento, realizando-se a sua escarificação e posterior compactação, respeitadas as espessuras de 20 centímetros cada, não sendo necessária a remoção deste material.

No caso do material não atender as especificações do projeto de pavimentação, relativo aos critérios de ISC/CBR e expansão serão processadas as operações de corte a fim de implantar as camadas finais de terraplenagem (60 cm) conforme especificação DNIT citada anteriormente, uma vez que abaixo da cota de regularização de subleito deverão existir 3 (três) camadas de espessura igual a 20 cm cada, e que serão compactadas de acordo com o método DNER-ME 129/94 (energia intermediária), com grau de compactação não inferior a 100%.

Para a utilização como material das camadas de Terraplenagem os solos selecionados deverão respeitar os seguintes critérios:

- Camadas finais de terraplenagem (60 cm) – ISC > 6% e expansão < 2%;
- Material para corpo de aterro – ISC > 2% e expansão < 2%; e
- Material destinado a bota-fora – ISC < 2 e expansão > 4%.

Em resumo as operações básicas da terraplenagem consistem em etapas pré-estabelecidas e sequencias, sendo as mais comuns:

- Remoção de materiais indesejáveis (tocos, solos orgânicos, horizontes não aproveitáveis);
- Escavação compreendendo a remoção do solo em seu estado natural para manuseio (empréstimo e jazidas);
- Carga e transporte consistindo no carregamento e transporte do material para o local de terraplenagem;
- Descarga, espalhamento e compactação: execução do aterro e compactação do solo.

Os equipamentos comumente utilizados para as atividades de Terraplenagem são:

- Escavadeira Hidráulica;
- Pá carregadeira;
- Motoniveladora (Patrol);
- Caminhões de transporte dos materiais;

A realização da compactação das camadas na terraplenagem consiste na implantação da plataforma estradal, que receberá a estrutura do pavimento, sendo assim de extrema importância ao sucesso da obra. Os solos podem ser compactados pelo efeito dos seguintes esforços: pressão (compressão), amassamento, impacto e vibração; ou pela combinação de dois ou mais destes esforços.

Cada processo descrito acima corresponde a equipamentos específicos e apropriados à compactação, uma vez que se utilizam de formas distintas de transferência de energia. Para cada tipo de solo, terreno ou aplicação há um modelo específico, sendo que se devem observar as características e formas de utilizar cada um.

Os serviços de pavimentação serão realizados de acordo com a geometria e seções constantes em projeto, e serão construídas considerando-se as especificações e sequência apresentadas abaixo:

- A regularização do subleito será executada em toda a extensão a ser pavimentada, conforme projeto com energia do método AASHO intermediário, com grau de compactação mínimo de 100%, de acordo com a especificação DNIT 137/2010-ES.
- A Sub-base de solo-cal em solo com adição de 2% a 3% de cal a ser determinado através de ensaio de laboratório com o material a ser utilizado, deverá possuir ISC/CBR maior ou igual a 30%, e espessura final de 20 (vinte) cm. A camada deverá ser compactada com grau mínimo de 100% pelo método DNER-ME 129/94 (energia intermediária).

- A Base de Cascalho Laterítico - será constituída de solo de jazida - CASCALHO, com espessura de 20 (vinte) centímetros, estabilizada granulometricamente, e deverá possuir ISC/CBR mínimo de 80%, compactado com grau mínimo de 100%, pelo método DNER-ME 129/94 (energia modificada), de acordo com a especificação DNIT 141/2010-ES.
- A Imprimação será executada sobre a camada de base acabada com o espargimento de asfalto diluído tipo CM-30, de acordo com a especificação DNIT 144/2010-ES e taxa de aplicação da ordem de 1,5 l/m². A superfície deverá ser varrida com vassouras mecânicas rotativas ou jato de ar comprimido. A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para o tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento dos asfaltos diluídos é de 20 a 60 segundos segundo o ensaio "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004/94).
- Pintura de ligação deverá ser processada conforme especificação DNIT 145/2010-ES e sobre a base imprimada nas áreas que receberão revestimento, sendo aplicada na taxa de 1,0 litro/m², com emprego de emulsão asfáltica RR-1C e diluída em água na proporção de 1:1.
- Concreto betuminoso usinado à quente (CBUQ) será aplicado nas faixas de rolamento das vias e nos acessos, na espessuras definida no projeto de 5,0 (cinco) cm. O CBUQ a ser aplicado deverá estar enquadrado na faixa "C" do DNIT atendendo a especificação DNIT 031/2006- ES, com atenção especial ao traço a ser usado será determinado em função das fontes de agregados utilizadas na obra, devendo, entretanto a mistura de materiais estar enquadrada em faixa específica a ser proposta pela fornecedora, devendo ser utilizado como ligante o cimento asfáltico de petróleo (CAP-50/70). A espessura da camada de revestimento adotada, totalizando de 5,0 (cinco) cm será aplicada em uma única camada, tanto no eixo principal quanto nos acessos a serem implantados.

Os equipamentos necessários a realização dos serviços de Pavimentação são:

- Caminhão espargidor;
- Vibroacabadora;
- Rolo compactador pneumático;
- Rolo compactador liso.

2.4 MOVIMENTAÇÃO DE TERRA

O termo "movimentação de terra" é utilizado para se referir a um aglomerado de operações de escavação, terraplanagem, carga, compactação etc., a fim de deixar o terreno preparado para uma futura construção civil.

As etapas anteriores ao processo de movimentação de terra:

- Desmatamento: retirada de vegetação de grande porte (geralmente é utilizado trator esteira ou motosserras);

- Destocamento: remoção dos tocos de árvores restantes pós-derrubada (não é aconselhado realizar queimadas no canteiro de obras);
- Limpeza: retirada da vegetação rasteira; e
- Remoção da camada vegetal: retirada da camada de solo orgânico, que não pode ser utilizado em aterros.
- A movimentação de terra engloba as seguintes atividades:
- Corte: remoção de solo ou rocha após escavação, visando regularizar o terreno;
- Aterro: colocação de solo novo, objetivando regularizar o terreno; e
- Corte + aterro: conhecida como seção mista, nesta etapa o material removido é usado para compensar a necessidade de aterro de outra área (em alguns casos não é necessário importar material, já que a reutilização é suficiente).

2.4.1 Equipamentos Usados na Movimentação de Terra

As máquinas utilizadas na movimentação de terra, são as seguintes:

- Caminhão caçamba;
- Caminhão carroceria;
- Caminhão comboio;
- Caminhão pipa;
- Escavadeira hidráulica;
- Motoniveladora;
- Pá carregadeira;
- Trator esteira;
- Retroescavadeira; e
- Rolo compactador.

2.4.2 Remoção da Cobertura Arbustiva

Compreende o corte e a retirada da vegetação arbustiva existente sobre o solo de influência da obra, incluindo o seu enleiramento, seguido de exploração e utilização adequada, a qual permanecerá em local apropriado, na própria obra.

2.4.3 Remoção e Estocagem do Solo Orgânico

Compreende a retirada de camada superficial de solo, que contém matéria orgânica, nutrientes minerais e microorganismos, presente nas áreas destinadas ao corpo estradal e empréstimos.

Este material juntamente com os restos da vegetação (citada no item anterior), deverá ser estocado em leiras para utilização, retorno aos pés dos taludes de aterro, recuperação de caixas de empréstimo e, se for o caso, na recuperação de áreas degradadas já existentes. Estas leiras deverão estar dispostas de forma paralela e distância mínima de 2,0 m (dois metros) do offset do corpo estradal e de 5,0 m (cinco metros) dos taludes das caixas de empréstimos.

Os procedimentos gerais para esses serviços deverão obedecer à especificação DNIT 104/2009-ES.

2.4.4 Aterros

Os aterros serão construídos de acordo com a especificação DNIT 108/2009-ES. O material será obtido de cortes e/ou de caixas de empréstimo/bota-espera, conforme indicado em projeto, e compactado com grau mínimo de 100% do método DNIT 164/2013 ME, sendo as últimas 3 (três) camadas, com espessura de 20 cm cada, compactadas com grau mínimo de 100% do método DNIT 164/2013 ME (energia intermediária).

Nos aterros com altura de até 0,30 m serão executados serviços de escavação do subleito e posterior enchimento com material selecionado de modo a se obter no mínimo três camadas com espessuras de 20 cm cada, e grau de compactação não inferior a 100% do método DNIT 164/2013 ME (energia intermediária).

As caixas de empréstimo/bota-espera deverão ser localizadas, preferencialmente, dentro da faixa de domínio ao longo da rodovia, ou em locais específicos definidos em projeto e obedecer à especificação DNIT 107/2009-ES, bem como no que se refere à sua recuperação ambiental. Os taludes de aterro deverão ser revegetados com grama batatais em placa ou por meio de hidrossemeadura, conforme indicado no projeto.

2.4.5 Cortes

Deverão ser executados de acordo com a especificação DNIT 106/2009-ES. O material obtido será transportado para utilização em aterro ou depositado em locais (bota-fora) determinados pela Fiscalização ou conforme projeto de terraplenagem. Os bota-foras deverão ser recuperados, ambientalmente, conforme especificado. Nos cortes cujo material apresentar CBR menor que 8% (energia normal), serão executados serviços de escavação do subleito e posterior enchimento com material selecionado, de modo a se obter no mínimo três camadas com espessuras de 20 cm cada e grau de compactação não inferior a 100% do método DNIT 164/2013 ME (energia intermediária).

Os taludes de corte deverão ser revegetados com grama batatais em placa ou por meio de hidrosemeadura, conforme indicado no projeto.

2.5 SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

Serão realizados serviços de pavimentação para a implantação de faixas de rolamento.

Em alguns serviços de pavimentação, será adotada, sem prejuízo das demais especificações atinentes a cada uma das camadas, o eventual retrabalho ou reforço de qualquer camada

provenientes do não atendimento ao controle ora especificado ocorrerá às expensas da executora da obra.

2.5.1 Caminhão Comboio

O caminhão comboio é muito requisitado em grandes construções, já que outras máquinas necessitam ser reabastecidas com frequência, assim ele foi pensado e criado para transportar combustível e lubrificante de forma segura, eficaz e ágil.

Quando uma empresa faz uso deste equipamento, há grande economia de tempo e dinheiro, isto porque as máquinas em uso, com exceção do caminhão comboio, não precisam se locomover para outro lugar a fim de conseguir lubrificante e combustível.

Porquanto, esta máquina acaba sendo uma grande aliada aos processos de movimentação de terra, otimizando a atividade e oferecendo segurança a todos os envolvidos.

2.5.2 Caminhão Pipa

Também conhecido como caminhão-tanque, o caminhão pipa tem papel importantíssimo nas operações de movimentação de terra e mineração, afinal, a água é um elemento fundamental para misturar concreto, realizar limpeza etc.

Difere-se dos caminhões normais quanto às especificações do tanque (por exemplo, o revestimento), aos dispositivos personalizados de montagem e ao equipamento de bombeamento associados.

Entretanto, a função do caminhão pipa não se limita apenas ao deslocamento de água, mas também pode transportar material pulverulento e líquidos tóxicos e corrosivos de forma segura, mantendo o canteiro de obras sustentável.

2.5.3 Motoniveladora

Conhecida como niveladora de estradas, a motoniveladora é uma excelente máquina para obras da construção civil, afinal possui como principal característica a preparação de terrenos, criando superfícies inclinadas ou transversais.

Por ser multifuncional, a motoniveladora oferece variadas funções para as atividades de movimentação de terra, como terraplanagem e escavação de terreno, homogeneização (para misturar agregados) e pavimentação

2.5.4 Pá Carregadeira

Muito importante na movimentação de terra, seja para qualquer finalidade, a pá carregadeira serve para carregamento de objetos, terraplanagem, demolição e escavação, estando disponível em dois modelos (sobre rodas e sobre esteira), assim cada um atende a um tipo específico de terreno:

- Sobre rodas: excelente opção para movimentação de terra (terraplanagem) e obras que demandam alta velocidade no deslocamento em solo firme e seco; e

- Sobre esteira: indicado para terrenos úmidos, acidentados ou superfícies pouco resistentes. Por conta da esteira, a tração garante mais estabilidade e aderência ao solo, portanto evitando atolamentos.

2.5.5 Trator Esteira

Por suas esteiras oferecerem muita tração, o trator esteira é uma máquina excelente para preparar e realizar o nivelamento de terreno, e foi projetado para otimizar o tempo nas obras, já que possui capacidade de transporte, facilidade na manobra, versatilidade e precisão para nivelar. Muito requisitado nas atividades de movimentação de terra (terraplanagem, abertura e conservação de estradas, empilhamento, mineração etc.), o trator esteira possui uma lâmina dianteira que articula bons ângulos de cortes no solo.

2.5.6 Retroescavadeira

A retroescavadeira é a junção de um braço de escavadeira com a traseira de um trator com carregadeira, foi criada visando aprimorar as atividades de movimentação de terra (escavação), carregamento de entulho e demolição de paredes e estruturas.

Suas funções são divididas entre a pá da parte dianteira (transporte de materiais no canteiro de obra, retirada de entulhos e carregamento de caminhões e terra) e a caçamba traseira (demolição de variadas estruturas, escavação de valas, buracos e assentamento de tubos).

Além de ser útil para os processos de movimentação de terra, é um excelente equipamento para nivelar terrados e realizar limpeza e obras de manutenção de ruas e esgotos.

2.5.7 Rolo Compactador

O objetivo deste equipamento é preparar o solo para diversos tipos de construção, é uma máquina que compacta, diminui e comprime vários tipos de terrenos e resíduos produzidos nos serviços de movimentação de terra (terraplanagem), compactação asfáltica e preparação de solo.

Essa atividade torna-o homogêneo para: construção de aterros sanitários, construção de barragens, construção de edifícios, construção de portos, construção de represas, manutenção de estradas e operação tapa-buracos; e outros.

Está disponível em três modelos:

- Rolo liso: indicado para atividades de terraplanagem ou asfalto, o rolo liso é conhecido também como rolo compactador de cilindro único vibratório;
- Rolo compactador pé de carneiro: além de compactar o solo, esta máquina é ideal para arejar e secar sedimentos e argilas molhadas (entretanto seu uso é contraindicado quando o solo estiver muito seco ou demasiadamente úmido);
- Rolo Tandem: muito semelhante ao rolo liso, o que os diferencia é que este possui duplo cilindro vibratório e não possui pneus de tração (excelente característica para compactação de camadas de asfalto por não deixar marcas).

3 PARÂMETROS TÉCNICOS

Com o objetivo de se efetuar dimensionamento do Sistema de Abastecimento de Água do parcelamento da Gleba Fazenda Hibisco, será considerado índice de atendimento de 100% da população do empreendimento.

3.1 PARÂMETROS

Sistema de Abastecimento de Água foi elaborado conforme os seguintes parâmetros:

- Coeficiente do dia de maior contribuição (K1): 1,2
- Coeficiente da hora de maior contribuição (K2): 1,5
- Per capita de produção de água (p): 260 L/hab.dia
- Per capita de consumo de água (p): 200 L/hab.dia
- Taxa de ocupação adotada : 4,0 hab/lote residencial

Além dos parâmetros anteriores, os seguintes parâmetros serão adotados para a Rede de Abastecimento, de acordo com a NBR-12.218 e recomendações da CAESB:

- Diâmetro mínimo da Rede de Abastecimento: 50 mm
- Viscosidade cinemática da água a 20º C: 1,0067 x 10⁻⁶ m²/s
- Pressão Máxima Estática: 40 m.c.a.
- Pressão Mínima Dinâmica: 10 m.c.a.

Obs¹: embora a norma permita pressões até 50 mca, preferencialmente será adotada 40 mca;

Obs²: na entrada de todos os lotes, a pressão dinâmica mínima não deverá ser inferior a 10 mca.

Quanto à locação e implantação da Rede de Abastecimento de Água e Adutora de Água Bruta, foram observados os seguintes critérios:

- Recobrimento mínimo em vias públicas: 1,00 m
- Recobrimento mínimo em passeios: 0,60 m
- Profundidade máxima em passeio com ligação domiciliar: 1,80 m
- Profundidade máxima em passeio: 2,50 m
- Profundidade máxima no leito da via ou área verde: 3,50 m

Na elaboração deste projeto, foram adotadas as seguintes normas técnicas:

- NBR 12.211/92 - Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água;
- NBR 12.212/92 – Projeto de Poço para Captação de Água Subterrânea;

- NBR 12.214/92 - Projeto de Sistema de Bombeamento de Água para Abastecimento Público;
- NBR 12.215/92 - Projeto de Adutora de Água para Abastecimento Público;
- NBR 12.216/92 - Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público;
- NBR 12.217/94 - Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público;
- NBR 12.218/94 - Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público;
- NBR 16.198/13 - Medição de vazão de fluidos em condutos fechados — Métodos usando medidor de vazão ultrassônico por tempo de trânsito — Diretrizes gerais de seleção, instalação e uso.

As principais portaria e resoluções a serem utilizadas são as seguintes:

- Portaria N° 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde;
- Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde;
- Resolução N° 357, de 17 de março de 2005 do Ministério do Meio Ambiente - Conama;
- Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011 do Ministério do Meio Ambiente – Conama.

As principais normas internas e recomendações a serem utilizadas são as seguintes:

- Orientação dos técnicos da CAESB.

4 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

4.1 CONCEPÇÃO DO SISTEMA

O Sistema de Abastecimento de Água para a Etapa I do parcelamento da Gleba Fazenda Hibisco compreende as seguintes unidades:

- Poços Profundos;
- Adutora de Água Bruta
- Unidade de Tratamento Simplificado;
- Reservatório Apoiado;
- Booster;
- Rede de Distribuição Principal e Secundária.

A concepção do Sistema de Abastecimento de Água para o parcelamento da Gleba Fazenda Hibisco prevê que para o atendimento, a produção de água se dará através de captação em Poços Profundos.

No Condomínio I será implantada uma Unidade de Tratamento Simplificado para tratamento de água dos poços tubulares profundos e fará o atendimento de toda a Gleba em suas etapas seguintes.

Ainda na Etapa I será implantado 01 Centro de Reservação, sendo que dentro da área do Centro de Reservação da Fazenda Hibisco, estarão as seguintes unidades:

- 01 Poço Profundo;
- 01 Unidade de Tratamento Simplificado;
- 02 Reservatórios Apoiados;
- 01 Guarita;
- Booster para atendimento do Condomínio I;
- Área de expansão.

Para efeito de dimensionamento, a rede de distribuição terá uma Rede Principal que alimentará as Redes Secundárias, as quais alimentarão diretamente os lotes das áreas especiais, equipamentos urbanos e lotes institucionais.

A Rede Principal será abastecida diretamente pelo Reservatório Apoiado (RAP-01), e para atendimento dos diferentes níveis de pressão, haverá a adoção de duas classes de pressão.

Tanto a Rede Principal quanto a Secundária serão em PEAD PE100, sendo que toda a rede secundária será em PN-10. Já a rede principal terá tubulações em PN-10 e PN-16.

Na entrada de cada Módulo da Rede de Distribuição Secundária haverá um registro de manobra para manutenção, e, no caso de pressões maiores que o estabelecido nos parâmetros deste projeto, contará também com válvulas redutoras de pressão.

Conforme o plano de ocupação do parcelamento, a implantação da rede principal será até o limite de atendimento do Condomínio I em sistema pressurizado denominado ZONA ALTA. O Condomínio II e parte do Condomínio III serão executados com rede alimentada pela ação da gravidade, denominada ZONA BAIXA e a parte mais alta do Condomínio III será alimentada por um Booster ligado a mesma linha da Zona Baixa

O empreendimento deverá solicitar junto a ADASA, outorga para perfuração de 06 poços profundos com vazão exploração de até 1.016 m³/dia, suficiente para atender todos os lotes das três etapas.

4.2 UNIDADE DE TRATAMENTO SIMPLIFICADO - UTS

A Unidade de Tratamento Simplificado da Fazenda Hibisco terá a finalidade de tratar a água bruta produzida pelos poços que abastecerá o empreendimento nas três etapas. O sistema de tratamento contempla os seguintes processos:

- Fluoretação, com ácido fluossilícico;
- Desinfecção, com hipoclorito de sódio;
- Correção de pH, com hidróxido de cálcio.

O ponto de aplicação dos produtos químicos será na Adutora de Água Bruta, tubulação que alimenta o reservatório apoiado a partir dos poços profundos, sendo que a tomada d'água ficará no mínimo 20 metros à montante deste ponto de aplicação.

O ponto de dosagem do hidróxido de cálcio ocorrerá à jusante do ponto de desinfecção e fluoretação.

Em síntese, a UTS será constituída pelos seguintes elementos, que estão brevemente relatados nos tópicos adiante.

- Sala dos tanques e de dosagem;
- Sala de análise;
- Sala de abrigo do QCM;
- Bombas de dosagem e recirculação;
- Bases dos tanques de produtos químicos;
- Tanques de estocagem de produtos químicos.

4.2.1 Sala dos Tanques e de Dosagem

A sala dos tanques e de dosagem acondicionará os tanques de hipoclorito de sódio e de ácido fluossilícico, além das bombas dosadoras e da bomba de recirculação de hidróxido de cálcio.

Na sala dos tanques e dosagem também foi previsto um banheiro além de um chuveiro e lava olhos de emergência.

4.2.2 Sala de Análise

Na sala de análise deverão ser instalados os analisadores dos produtos químicos, interligados ao ponto de amostragem da adutora de água bruta, após o ponto aplicação dos produtos químicos.

Estes equipamentos serão dotados de sensores para leitura da concentração dos produtos na água tratada, sendo interligados às bombas dosadoras para regulagem da dosagem de aplicação dos produtos.

4.2.3 Sala de Abrigo do QCM

A sala de abrigo do QCM terá acesso restrito e individual, voltado para o pátio de manobra da área de reservação.

4.2.4 Bases dos Tanques de Produtos Químicos

Cada um dos tanques de hipoclorito de sódio e de ácido fluossilícico ficará apoiado sobre uma base feita em alvenaria, aterrada e rebocada, e revestida com cerâmica 0,30m x 0,30m branca nas laterais e face superior.

O tanque de hidróxido de cálcio estará abrigado sobre uma base elevada em concreto, na área externa da UTS, esta base, por ser elevada, possui parapeito de proteção, além de sistema de drenagem em caso de extravasamento vazamento do produto químico.

4.2.5 Bombas de Dosagem e Recirculação

A bomba de recirculação do hidróxido de cálcio e as bombas dosadoras serão instaladas em bancada de concreto, e serão locadas na sala dos tanques e dosagem. Foram previstas a instalação de uma bomba de recirculação do hidróxido de cálcio e dois conjuntos de bombas dosadoras para cada produto químico, sendo uma reserva.

A tubulação de sucção das bombas, proveniente dos tanques de estocagem dos produtos químicos, deverá ser fixada na parede da sala dos tanques e de dosagem por meio de braçadeiras em aço inox, prosseguindo até a entrada nas bombas de dosagem.

As bombas recirculação e aplicação do hidróxido de cálcio serão helicoidais, e as usadas para aplicação tanto do hipoclorito de sódio como do ácido fluossilícico serão do tipo diafragma.

4.3 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA

Através da planta geral de urbanismo, com a altimetria em curvas de nível a cada metro e os projetos de pavimentação e terraplenagem desenvolvidos pelo próprio empreendimento foram determinantes para traçado das redes de distribuição principal e secundária, assim como a divisão dos módulos da rede secundária.

Na Rede de Principal só haverá conexão para a Rede Secundária, além das descargas previstas nos pontos baixos da mesma.

Todas as conexões das descargas serão em Ferro fundido, sendo que as conexões que fazem a transição de ferro fundido para PEAD terão a saída com flanges.

O traçado da rede de distribuição será pelo passeio, e somente passará pela via pública quando houver a necessidade de travessia da mesma, sendo que não haverá ramal predial em via pública.

O material utilizado foi o Polietileno de Alta Densidade (PEAD) PE 100 – PN 10 para pressões de até mca e PN-16 para pressões acima de 100 mca.

As conexões a serem utilizadas são de PEAD PE 80 – PN 10, injetadas e com conexões em eletrofundição.

4.4 RESERVATÓRIO APOIADO

O Sistema de Reservação deste projeto prevê a implantação de 02 Reservatórios Apoiados, com dimensões e cotas idênticas, de formato circular e construídos em chapas de aço carbono. As principais características dos reservatórios estão na Tabela 4.1 a seguir:

Tabela 4.1: Características de cada um dos Reservatórios Apoiados.

N_{terreno} (m)	N_{fundo} (m)	NA_{mín.} (m)	NA_{máx.} (m)	Lâmina d'Água (m)
1.050,00	1.050,20	1.050,40	1.054,40	4,00

Para os barriletes de entrada e saída dos reservatórios será utilizado o material ferro fundido, com flanges PN-10, também havendo conexões e tubos com junta elástica, sendo estes últimos da série Tk7JGS.

As especificações de materiais e serviços serão as padronizadas pela CAESB.

O projeto do Reservatório Apoiado de água foi desenvolvido com base nas normas NBR 12.214/92 e NBR 12.217/94 da ABNT e nos critérios a seguir apresentados:

O projeto apresentado dois tanques em aço carbono, capacidade 200 m³ cada e a nível básico, devendo o projeto executivo ser fornecido pelo fabricante dos tanques, com base nas seguintes normas:

Tabela 4.2: Normas para o projeto executivo dos tanques em aço carbono.

1. API- 650	7. NBR-5738	13. NBR-5740	19. NBR-5419
2. AWWA-D100	8. NBR-5739	14. NBR-7212	20. ANSI-B-16.5
3. AISC	9. NBR-6118	15. NBR-7221	21. ANSI-B-16.11
4. NBR-6123	10. NBR-6122	16. NBR-7480	22. MSS-SP-6
5. NBR-5672	11. NBR-5681	17. NBR-7211	23. MSS-SP-44
6. NBR-5673	12. NBR-5731	18. NBR 7821	24. SIS-05.5900/67

No projeto executivo, os desenhos, cálculos, ou outros documentos, deverão citar a edição da norma e a revisão adotada. Nos casos da API-650 ou da AWWA D-100, indicar os apêndices adotados.

Devem estar inclusos no escopo de fornecimento do fabricante, conforme determinação da CAESB:

1. Projetos mecânico, de fabricação e de montagem;
2. Fabricação;
3. Pintura;
4. Transporte;
5. Montagem;
6. Diagrama de cargas para projeto da fundação;
7. Fornecimento de materiais;
8. Apresentação para aprovação do projeto mecânico e de fabricação;
9. Análise de tensões decorrentes de cargas localizadas;
10. Chumbadores, quando requeridos pelo projeto mecânico;
11. Conexões: bocais e bocas de visita do costado e teto;
12. Clips ou suportes para: isolamento térmico, tubulações, clips para aterramento,
13. Clips para iluminação e clips para pára-raios;
14. Juntas, parafusos e flanges cegos para teste;
15. Juntas, parafusos e flanges definitivos, para conexões reserva e bocas de visita;
16. Tubulações internas com flanges, parafusos, porcas e juntas conforme especificado;
17. Escadas internas e externas, corrimãos e plataformas;
18. Sobressalentes: fornecer 10% de todos os parafusos, estojos e porcas, e 200% de juntas;
19. Placa de identificação de aço inox;
20. Olhais de levantamento, para tanques transportáveis;
21. Apresentação para aprovação dos documentos.

Para as demais exigências, deverá ser consultado o Caderno de Encargos da CAESB.

4.5 MEMORIAL DE CÁLCULO

4.5.1 Formulário

Para o dimensionamento do Sistema de Abastecimento de Água concebido para a Etapa I do Setor Habitacional Quinhão 16, foram utilizadas diversas fórmulas como descritas abaixo:

4.6 POPULAÇÃO EQUIVALENTE

Para determinação das populações equivalentes apresentadas na equação abaixo, foi adotada a fórmula modificada da vazão, como demonstrado abaixo.

$$P = \left(\frac{A \times t \times 86.400}{q} \right)$$

Equação 4.1: Fórmula modificada da vazão

Onde:

P: população (hab);

A: área (ha, sendo 1ha = 10.000m²);

t: taxa específica para áreas especiais e comércio (L/s.ha);

q: índice “per capita” de consumo (L/hab.dia);

86.400: quantidade de segundos em 24 horas (s);

4.6.1 Vazões

Para o cálculo das vazões dos sistemas são utilizadas as seguintes equações:

$$Q_{\text{méd}} = \frac{P \times q_1}{86.400}$$

Equação 4.2: Cálculo para vazão média de água (L/s);

$$Q_{\text{dia}} = \frac{K_1 \times P \times q_1}{86.400} \rightarrow K_1 \times Q_{\text{méd}}$$

Equação 4.3: Cálculo para vazão máxima diário de água (L/s);

$$Q_{\text{prod}} = \frac{K_1 \times P \times q_2}{86.400} \rightarrow K_1 \times Q_{\text{méd}}$$

Equação 4.4: Cálculo para vazão de produção de água (L/s);

$$Q_{\text{hor}} = \frac{K_1 \times K_2 \times P \times q_1}{86.400} \rightarrow K_1 \times K_2 \times Q_{\text{méd}}$$

Equação 4.5: Cálculo para vazão máxima horária de água (L/s);

Onde:

K1: coeficiente de máxima vazão diária igual a 1,20;

K2: coeficiente de máxima vazão horária igual a 1,50;

q1: consumo “per capita” de produção igual a 260 L/hab.dia;

q2: consumo “per capita” de consumo igual a 200 L/hab.dia;

P: população (hab).

4.6.2 Determinação do Diâmetro de Linhas de Recalque

A seguinte equação possibilita encontrar o diâmetro econômico das tubulações segundo Bresse:

$$D = K\sqrt{Q}$$

Equação 4.6: Cálculo para diâmetro econômico das tubulações

Onde:

K: coeficiente de Bresse (adotado K: 0,9 - 1,4)

Q: vazão (m³/s)

D: diâmetro (m).

4.6.2.1 Perdas de Carga

As perdas localizadas serão calculadas com base no coeficiente “K” de cada peça, pela equação:

$$hf_{\text{loc}} = \frac{K_{\text{total}} \times v^2}{2 \times g}$$

Equação 4.7: Cálculo para perdas de carga

Onde:

Ktotal: somatório dos coeficientes de perda de carga localizada

Q: velocidade média na seção (m/s)

g: aceleração da gravidade (9,81 m/s²)

Obs: somatório dos coeficientes de perda de carga localizada correspondente a cada peça especial considerada (Azevedo Neto, 1998);

Para o cálculo das perdas de carga distribuídas será empregada a fórmula de Hazen Willians:

$$hf_{dis} = 10,643 \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \times L = J \times L$$

$$J = 10,643 \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

Equação 4.8: Fórmula de Hazen Willians

Onde:

C: coeficiente de rugosidade (adimensional)

Q: vazão máxima na seção (m³/s)

D: diâmetro hidráulico (m)

L: comprimento do tubo (m)

J: perda de carga unitária (m/m)

Para o cálculo das perdas de carga distribuídas, também pode ser empregada a Fórmula Universal:

$$hf_{dis} = \frac{f \times L \times v^2}{D \times 2g} = J \times L$$

$$J = \frac{f \times v^2}{D \times 2g} = J \times L$$

Equação 4.9: Fórmula Universal para o cálculo das perdas de carga distribuídas

Onde:

f: coeficiente de perda de carga (adimensional)

L: comprimento do tubo (m)

D: diâmetro hidráulico (m)

v: velocidade média da seção (m/s)

g: aceleração da gravidade (9,81 m/s²)

J: perda de carga unitária (m/m)

Para o cálculo das perdas de carga totais no sistema, tem-se: $hfT = hfloc + hfdis$

Simbologia geral:

hfT: perda de carga total (mca)

hfloc: perda de carga localizada (mca)

hfdis: perda de carga distribuída (mca)

4.6.3 Reservatórios

4.6.3.1 Tubulações de Entrada e Saída

Para o dimensionamento das tubulações de entrada e saída do Reservatório Apoiado, primeiramente calcula-se o diâmetro econômico de Bresse e depois verifica a velocidade para o diâmetro adotado.

$$D = K\sqrt{Q}$$

Equação 4.10: Dimensionamento das tubulações

Onde:

K: Coeficiente de Bresse (adotado K: 1,2)

Q: Vazão (m³/s)

D: Diâmetro (m).

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Equação 4.11: Cálculo para velocidade média na seção

Onde:

v: Velocidade média na seção (m/s)

Q: Vazão (m³/s)

D: Diâmetro hidráulico (m)

π : Pi (constante= 3,14).

4.6.3.2 Extravasor

Para encontrar a carga do vertedor (H_v) utiliza-se a Fórmula Prática de Francis (Manual de Hidráulica):

$$Q = 1,838 \times L \times H_v^{3/2}$$

Equação 4.12: Fórmula Prática de Francis

Onde:

Q: Vazão de extravasão (m^3/s)

L: Perímetro da calha (m)

H_v : Altura da crista da água à partir do vertedor (m)

Para o cálculo do extravasor do reservatório será utilizada a seguinte equação:

$$Q = C_d \times A \times \sqrt{2 \times g \times H_t}$$

Equação 4.13: Cálculo do extravasor

Onde:

Q: Vazão de extravasão (m^3/s)

C_d : Coeficiente de descarga (adotado 0,61)

A: Área do orifício (m^2)

g: Aceleração da gravidade ($9,81m/s^2$);

H_t : Carga hidráulica sobre o centro do orifício (m)

Para encontrar H_t usa-se:

$$H_t = h - (D/2) - H_v$$

Equação 4.14: Cálculo para carga hidráulica

Onde:

H_t : Carga hidráulica sobre o centro do orifício (m)

h: NAmáx do RAP em relação à geratriz inferior do tubo de extravasão (m)

D: Diâmetro do tubo de extravasão (m)

H_v : Altura da crista da água à partir do vertedor (m)

Para determinar a área do orifício:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Equação 4.15: Cálculo para área do orifício

Onde:

A: Área do orifício (m²)

D: Diâmetro hidráulico (m)

π: PI (constante = 3,14)

4.6.3.3 Ventilação

Para o dimensionamento da tubulação de ventilação será considerada a vazão de ar igual à máxima vazão que o reservatório está submetido. Abaixo seguem as equações utilizadas para os cálculos.

Para determinar o diâmetro mínimo de ventilação:

$$D = \sqrt{\frac{Q \times 4}{v \times \pi}}$$

Equação 4.16: Cálculo para dimensionamento da tubulação de ventilação

Onde:

D: Diâmetro da descarga (m)

Q: Vazão máxima de saída do reservatório (m³/s)

v: Velocidade máxima recomendada para ventilação (m/s)

π: Pi (constante= 3,14).

Obs¹: velocidade máxima recomendada para ventilação é de 5,00 m/s

Para determinar a área de ventilação:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Equação 4.17: Cálculo para área de ventilação

Onde:

A: Área do orifício (m²)

D: Diâmetro hidráulico (m)

π : Pi (constante= 3,14).

4.6.3.4 Descarga

Para dimensionar as tubulações de descarga, será considerado que o reservatório será esvaziado quando estiver em seu NAmínimo, (volume morto) e o tempo (t) para esta operação fosse no máximo de duas horas.

Determinar a vazão para esvaziar o volume de morto em 2 horas:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Equação 4.18: Cálculo para determinar a vazão para esvaziar o volume de morto em 2 horas

Onde:

Q: Vazão para esvaziar o volume morto do reservatório (m³/s)

V: Volume de limpeza do reservatório (m³)

t: Tempo para esvaziamento (2h ou 7.200s)

Obs¹: o valor de 1/3 é o recomendável, porém pode variar conforme a necessidade do projeto.

Para encontrar a área da seção transversal do tubo e posteriormente o seu diâmetro, deve-se obter a área da superfície do reservatório dada por:

Para reservatórios circulares:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Equação 4.19: Cálculo para área da superfície do reservatório

Onde:

A: Área da superfície do reservatório (m²)

D: Diâmetro médio do reservatório (m)

π : Pi (constante= 3,14).

A área da seção transversal do tubo de descarga (S) é calculada por:

$$S = \frac{2 \times A}{C_d \times t \times \sqrt{2 \times g}} \times \sqrt{h}$$

Equação 4.20: Cálculo para área da seção transversal do tubo de descarga

Onde:

- S: Área do orifício de descarga (m²)
A: Área da superfície do reservatório (m²)
Cd: Coeficiente de descarga (adotado 0,62)
t: Tempo para esvaziamento (2h ou 7.200s)
g: Aceleração da gravidade (9,81m/s²)
h: 1/3* da lâmina d'água do reservatório (m)

Obs¹: o valor de 1/3 é o recomendável, porém pode variar conforme a necessidade do projeto.

Utilizando o valor de da área (S) que acabou de ser encontrado acha-se o diâmetro (D) da tubulação de descarga.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}}$$

Equação 4.21: Cálculo para diâmetro (D) da tubulação de descarga.

Onde:

- D: Diâmetro da descarga (m)
A: Área da superfície do reservatório (m²)
 π : Pi (constante= 3,14).

5 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)

5.1 PARÂMETROS TÉCNICOS

Com o objetivo de se efetuar dimensionamento do Sistema de Esgotamento Sanitário, será considerado índice de atendimento de 100% da população do empreendimento. O Sistema de Esgotamento Sanitário foi elaborado conforme os seguintes parâmetros:

- Coeficiente do dia de maior contribuição (K1): 1,2
- Coeficiente da hora de maior contribuição (K2): 1,5
- Coeficiente da hora de menor contribuição (K3): 0,5
- Coeficiente de retorno (c): 0,8
- Per capita de contribuição de esgoto (p): 200 L/hab.dia
- Taxa de ocupação adotada : 4,0 hab/lote residencial

Além dos parâmetros anteriores, os seguintes parâmetros serão adotados para a Rede Pública:

- Coeficiente de infiltração da Rede Pública: 0,05 L/s.Km
- Diâmetro mínimo da Rede Pública: 150 mm
- Coeficiente de rugosidade de Manning: 0,013
- Declividade mínima: 0,005 m/m
- Tensão trativa mínima: 1,0 Pa
- Lâmina máxima: 75%
- Vazão mínima de cálculo: 1,5 L/s
- Velocidade máxima: 5,00 m/s
- Degrau máximo: 0,50 m

Quanto à locação e implantação da Rede Pública foram observados os seguintes critérios:

- Recobrimento mínimo em vias públicas: 1,00 m
- Recobrimento mínimo em passeios: 0,60 m
- Profundidade máxima em passeio com ligação domiciliar: 1,80 m
- Profundidade máxima em passeio: 2,50 m
- Profundidade máxima no leito da via ou área verde: 3,50 m
- Distância máxima entre Poços de Visita (PV): 80,00m

Na elaboração deste projeto, foram adotadas as seguintes normas técnicas:

- NBR 9.648/86 - Estudos e concepção de sistemas de esgoto sanitário;
- NBR 9.649/86 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário;
- NBR 9.814/87 - Execução de rede coletora de esgoto sanitário;
- NBR 12.209/90 - Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário;
- NBR 12.266/92 - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;
- Orientação dos técnicos da CAESB.

5.1.1 Coeficientes de Variação de Demanda

Para os coeficientes de variação das vazões de esgoto a NBR 9.649 recomenda que na falta de medições os valores apresentados a seguir:

5.1.1.1 No dia de Maior Consumo (K1) = 1,2

É a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual. Valor recomendado pela Norma e adotado para o projeto de 1,2.

5.1.1.2 Na hora de Maior Consumo (K2) = 1,5

É a relação entre a maior vazão observada no dia e a vazão média horária do mesmo dia. Valor recomendado pela Norma e adotado para o projeto de 1,5.

5.1.1.3 Na Hora de Menor Consumo (K3) = 0,5

É a relação entre a menor vazão observada no dia e a vazão média horária do mesmo dia. Valor recomendado pela Norma e adotado para o projeto de 0,5.

5.1.2 Coeficiente de Retorno (c) = 0,8

É a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido a população. E o valor adotado para este projeto será o valor de 0,8, que é o valor indicado pela NBR 9.649 quando não há estudos específicos em campo.

5.1.2.1 Per Capta de Contribuição (p) = 200 L/hab.dia

A contribuição per capita para projetar o Sistema de Esgotamento Sanitário será o per capita de consumo usado para o Sistema de Abastecimento de Água que é 200 L/hab.dia, conforme recomendação da CAESB. Considerando o coeficiente de retorno água/esgoto de 80%, a per capita efetivo de contribuição ficará em 160 L/hab.dia.

5.1.2.2 Taxa de Ocupação = 3,3 habitantes por domicílio

Conforme foi apresentado na Tabela 5.1, a população foi obtida no Estudo Urbanístico do Setor, que adotou a ocupação de 3,3 habitantes por domicílio. Como o parcelamento apresenta um

total de 613 unidades autônomas em tipologia casas, o que resulta numa população aproximada de 2.022,9 habitantes.

5.1.3 Coeficiente de Infiltração (T_i) = 0,05 L/s.Km

Segundo a Norma NBR 9.649 a taxa de contribuição de infiltração depende das condições locais como nível do lençol freático, natureza do solo, qualidade de execução da rede, dentre outros, e o valor a ser adotado será para este projeto será de 0,05 L/s.km para a Rede Pública.

5.1.3.1 Diâmetro Mínimo ($\varnothing_{\text{mín}}$) = 150 mm

De acordo com a norma NBR 9.649, o diâmetro mínimo aceitável é de 100 mm, porém os diâmetros mínimos adotados pela CAESB por tipo de Rede Coletora estão apresentados a seguir:

Tabela 5.1: Diâmetros adotados pela CAESB por tipo de Rede Coletora e Rede Condominial

Tipo de Rede	Diâmetro Mínimo
Ramal Condominial	100 mm
Rede Pública	150 mm

5.1.4 Coeficiente de Rugosidade de Manning (n) = 0,013

De acordo com a NBR 9.649, o coeficiente de Manning deve ser igual a 0,013 para que se obtenha tensão trativa mínima de 1,0 Pa.

De acordo com o fabricante, o coeficiente de Manning dos tubos de PVC adotados na rede pública é igual a $n=0,010$, que é menor que o recomendado pela norma NBR 9.649. Isto se deve ao fato de a norma ser aplicada a tubulações de concreto ou de cerâmica, e como as tubulações de PVC possuem superfície mais lisa, seu coeficiente de Manning também é menor.

A Tabela 5.2 a seguir, apresenta o coeficiente de Manning para os materiais usuais em tubulações para redes de esgoto.

Tabela 5.2: Coeficientes de Manning para diferentes materiais.

Material	Manning
Cerâmica	0,013
Concreto	0,013
Ferro Fundido	0,012
PVC	0,010

Porém, a NBR 9.649 exige que para coeficiente de Manning diferente de 0,013, os valores de tensão trativa média e declividade mínima a adotar devem ser justificados. Desta maneira, o

Coeficiente de Rugosidade de Manning adotado será o recomendado pela CAESB e pela NBR 9.649 que é $n = 0,013$.

5.1.5 Declividade Mínima ($I_{\text{mín}}$) = 5% ou 0,005 m/m

De acordo com a NBR 9.649, a declividade mínima da rede será calculada pela fórmula: $I_{\text{mín}} = 0,0055 * Q_i^{-0,47}$ para Manning igual à 0,013, a qual será adotada neste projeto, admitindo-se $I_{\text{mín}} = 0,5\%$ ou 0,005 m/m conforme recomendação da CAESB.

Contudo, caso fossemos adotar coeficiente de Manning $n=0,010$ do fabricante, a fórmula aplicada para cálculo da declividade mínima para a vazão mínima de início de plano será $I_{\text{mín}} = 0,0061 * Q_i^{-0,49}$, admitindo-se $I_{\text{mín}} = 0,5\%$ ou 0,005 m/m.

A Tabela 5.3 a seguir apresenta as fórmulas para cálculo da declividade mínima para diferentes materiais e coeficientes de Manning.

Tabela 5.3: Coeficientes de Manning para diferentes materiais.

Material	Manning	Fórmula da Declividade Mínima ($I_{\text{mín}}$ em m/m)
Cerâmica	0,013	$I_{\text{mín}} = 0,0055 * Q_i^{-0,47}$
Concreto	0,013	$I_{\text{mín}} = 0,0055 * Q_i^{-0,47}$
Ferro Fundido	0,012	$I_{\text{mín}} = 0,0056 * Q_i^{-0,48}$
PVC	0,010	$I_{\text{mín}} = 0,0061 * Q_i^{-0,49}$

5.1.6 Declividade Máxima ($I_{\text{máx}}$) = $V_f \leq 5,0$ m/s para Q_f

Já a declividade máxima admissível será aquela para a qual se tenha velocidade na tubulação menor ou igual a 5,0 m/s para a vazão final (Q_f).

5.1.7 Tensão Trativa Mínima (τ) = 1,0 Pa

Os coletores foram previstos de modo a ter sua autolimpeza. Nesse sentido, cada trecho deve ser verificado pelo critério de tensão trativa média de valor mínimo $\sigma_t = 1,0$ Pa, calculada para vazão inicial (Q_i), para coeficiente de Manning ($n = 0,013$). A declividade mínima que satisfaz essa condição pode ser determinada pela expressão aproximada: $I_{\text{mín}} = 0,0055 Q_i^{-0,47}$ sendo $I_{\text{mín}}$ em m/m e Q_i em L/s

5.1.8 Lâmina D'água Máxima ($\Theta_{\text{máx}}$) = 75%

As lâminas d'água devem ser sempre calculadas admitindo o escoamento em regime uniforme e permanente, sendo o seu valor máximo, para vazão final (Q_f), igual ou inferior a 75 % do diâmetro

do coletor, destinando a parte superior da tubulação à ventilação da rede e às imprevisões e flutuações excepcionais do nível de esgoto.

Quando a velocidade final V_f é superior à velocidade crítica V_c , a maior lâmina admissível deve ser 50 % do diâmetro do coletor, assegurando-se a ventilação do trecho. Isto porque o regime deixa de ser uniforme e passa a ser turbulento, ocupando um maior espaço dentro da tubulação.

5.1.9 Vazão Mínima ($Q_{mín}$) = 1,5 L/s

A vazão mínima considerada foi a recomendada pela NBR 9.649, a qual diz que em qualquer trecho da rede coletora, o menor valor da vazão a ser utilizada nos cálculos é de 1,5 L/s, correspondente ao pico instantâneo de vazão decorrente da descarga de vaso sanitário. Sempre que a vazão a jusante do trecho for inferior a 1,5 L/s, para cálculos hidráulicos desse trecho, utilizou-se o valor de 1,5 L/s.

5.1.10 Velocidade Máxima (V_f) = $V_f < 5$ m/s

De acordo com a NBR 9.649, a velocidade máxima na tubulação inferior a 5,0 m/s, para a vazão de final de plano.

5.1.11 Recobrimentos Mínimos ($\tilde{O}_{mín}$) = 0,60m e 1,00m

De acordo com a norma NBR 9.649, o recobrimento não deve ser inferior a 0,90 m para coletor assentado no leito da via de tráfego, ou a 0,65 m para coletor assentado no passeio. A norma NBR 9.649 diz ainda que no caso de adotarem-se recobrimentos menores, deverá ser feita justificativa técnica.

A profundidade mínima de assentamento de um coletor de esgoto deve satisfazer a dois critérios:

- Atendimento das ligações prediais;
- Proteção contra cargas externas.

Os recobrimentos mínimos no sistema convencional de esgotamento sanitário, com rede nos passeios, fora das ruas pavimentadas onde há tráfego de veículos, são reduzidos, sendo os recomendados pela CAESB e adotadas neste projeto estão apresentados na Tabela 5.4 a seguir:

Tabela 5.4: Recobrimentos mínimos adotados pela CAESB por local de assentamento da Rede Coletora.

Local de Assentamento Rede	Recobrimento Mínimo
No leito de via de tráfego	1,00 m
No passeio	0,60 m

5.1.12 Profundidades Máximas ($\Delta H_{\text{máx}}$) = 1,80m/2,50m/3,50m

A profundidade da tubulação deve ser tal que permita receber os efluentes por gravidade e proteger a tubulação contra tráfego de veículos e outros impactos. Para obtenção do menor volume de escavação, deve-se adotar sempre que possível, a declividade da tubulação igual a do terreno e a profundidade da rede será mantida igual à mínima sempre que a declividade do terreno for superior à declividade mínima.

Conforme definido pela CAESB, as profundidades máximas à serem adotadas tanto na Rede Pública quanto no Interceptor, serão as seguintes:

- Profundidade máxima em passeio com ligação domiciliar: 1,80 m.
- Profundidade máxima em passeio: 2,50 m.
- Profundidade máxima no leito da via ou área verde: 3,50 m.

5.1.13 Distância máxima entre Poços de Visita (PV) = 80,00m

A distância máxima adotada entre singularidades (PV) deve ser de 80,00 m, seguindo recomendação da CAESB, a fim de permitir o alcance dos equipamentos e instrumentos de limpeza e de desobstrução.

5.2 MEMORIAL DESCRITIVO

5.2.1 Concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário

O Sistema de Esgotamento Sanitário concebido para todo o empreendimento compreende as seguintes unidades:

- Rede Condominial;
- Rede Pública;
- Estações de Tratamento de Esgoto – ETE Pré-Fabricada.

A rede condominial interligará na rede pública e essa última a Estação de Tratamento.

A Rede Pública possui três bacias de esgotamento (B-1, B-2 e B-3) e receberá as contribuições das redes condominiais das quadras residenciais.

Devido à topografia, a bacia B-1, encaminhará o efluente para ETE 01.

A bacia B-2 por sua vez, encaminhará o efluente por gravidade para a ETE-02.

A bacia B-3, por sua vez, encaminhará o efluente por gravidade para a ETE-03.

As Estações de Tratamento de Esgoto serão Pré-fabricadas, e o tratamento será composto por: tratamento preliminar, tratamento primário, tratamento secundário e desinfecção.

O efluente tratado das três ETE's serão encaminhados até os pontos de lançamento no Ribeirão Taboca, da Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu, e será solicitada Outorga Prévia junto a ADASA.

5.2.2 Concepção da Rede Pública de Esgotamento Sanitário

Através da planta geral de urbanismo, com a altimetria em curvas de nível a cada metro e os projetos de pavimentação e terraplenagem desenvolvidos pelo próprio empreendedor serão determinantes para traçado da rede e divisão de bacias de esgotamento sanitário.

A rede pública receberá as redes condominiais das quadras residenciais, o traçado da rede condominial será dentro do lote e de preferência na área verde do fundo.

O traçado da rede pública será pelo passeio, e somente passará pela via pública e quando houver a necessidade de travessia da mesma, sendo que haverá ligação domiciliar em via pública.

Serão utilizadas tubulações em PVC Vinilfort para redes coletoras de esgotos, caixas de inspeção e poços de visita em pré-moldados de concreto padrão CAESB, conforme será detalhado nos itens de cada elemento.

5.2.3 Componentes da Rede Coletora de Esgotamento Sanitário

A Rede Coletora de esgotamento sanitário compõe-se dos seguintes elementos básicos:

- Redes Condominiais¹;
- Caixa de Inspeção;
- Ligação Domiciliar;
- Tubos e Conexões;
- Poço de Visita;
- Poço de Visita Especial;

5.2.3.1 Redes Condominiais

As redes condominiais devem observar as seguintes condições:

- De acordo com a necessidade, cada conjunto residencial pode ter mais de uma rede interna, contudo, os ramais condominiais não devem direcionar o efluente diretamente para a

rede pública, e sim para as caixas de Inspeção, e destas para a rede pública através da ligação domiciliar.

- Os ramais condominiais devem ser traçados de tal forma que não haja ligação domiciliar em via pública.

5.2.3.2 Caixa de Inspeção

As Caixas de Inspeção serão responsáveis por reunir os efluentes dos ramais condominiais, sendo ainda elemento da rede condominial, devendo ser locadas exclusivamente dentro dos lotes condominiais.

Serão utilizadas Caixas de Inspeção com diâmetro de 0,60 m, sendo que os detalhes construtivos estão incluídos na planta padrão de Caixas de Inspeção, desenho (NOR 054 1/1 – CI-PB).

Para as especificações dos Caixas de Inspeção, deverá ser observado de forma rigorosa o CADERNO DE ENCARGOS PARA OBRAS DE SANEAMENTO – VERSÃO 01-2015 da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB.

5.2.3.3 Ligação Domiciliar

O elemento de ligação entre os ramais condominiais e a Rede Pública será a Ligação Domiciliar, sendo que os tubos e conexões utilizados serão dos mesmos materiais adotados para a Rede Condominial com diâmetro mínimo de 100mm.

5.2.3.4 Poços de Visita

O material da rede coletora será em PVC, dada à boa condição de escoamento, assentamento e possui baixa taxa de infiltração.

Quanto ao elemento de inspeção serão utilizados os Poços de Visita (PV's) em anéis de concreto armado. Os detalhes construtivos e as especificações dos PV's estão incluídos na planta padrão de PV.

5.2.3.5 Tampão

São considerados poços de visita especiais os que possuem degrau e tubo de queda. Os quais foram utilizados como exceção para os casos de remanso, mudança de diâmetro e de interferências ao longo de redes onde não se pode aprofundar a rede à montante. E foram utilizados segundo os seguintes critérios:

Sobre o último anel da chaminé deverá ser colocado um tampão de ferro fundido apropriado para passeios ou para o leito de vias públicas, obedecendo ao módulo adotado pela CAESB e as

especificações fixadas nas normas da ABNT. Nos casos em que a altura do PV não permita a construção da chaminé o tampão será colocado sobre a excêntrica.

O tampão adotado é do tipo T-100 Articulado CL300 (54,5CM) em Ferro Fundido Nodular com capacidade de carga de 30 toneladas, ou em Ferro Fundido Dúctil com capacidade de carga de 25 toneladas.

5.2.4 MEMORIAL DE CÁLCULO

5.2.4.1 Formulário

Para o dimensionamento do Sistema de Esgotamento Sanitário concebido para este empreendimento, foram utilizadas diversas fórmulas como descritas abaixo:

5.2.4.2 Vazões da Rede Pública

As vazões de projeto calculadas para a Rede Pública serão as vazões máximas horárias (Q_h), que são o resultado da aplicação das fórmulas abaixo. Sendo que para a vazão inicial considera-se somente o coeficiente da hora de maior contribuição (K_2), e para a vazão final, considera-se os coeficientes da hora de maior contribuição e do dia de maior contribuição (K_1 e K_2), além da vazão de infiltração ($Q_{infiltração}$) tanto para a vazão inicial como para a vazão final.

$$Q_{h_i} = \frac{P \times q \times K_2 \times c}{86.400} + Q_{inf}$$

Equação 5.1: Cálculo da vazão máxima horária inicial (L/s).

$$Q_{h_f} = \frac{P \times q \times K_1 \times K_2 \times c}{86.400} + Q_{inf}$$

Equação 5.2: Cálculo da vazão máxima horária final (L/s).

$$Q_{inf} = \frac{L}{1000} \times T_i$$

Equação 5.3: Cálculo da vazão de infiltração na rede pública (L/s).

Onde:

- P: população (hab);
- q: consumo “per capita” de produção (L/hab.dia);
- K1: coeficiente do dia de maior consumo;
- K2: coeficiente da hora de maior consumo;
- c: coeficiente de retorno (adotado= 0,8);

L: extensão da rede coletora (m);

Ti: taxa de infiltração na rede coletora (L/km*s);

Obs.: as vazões da rede coletora sem as taxas de infiltração também podem ser chamadas de Vazões Domésticas, e com as Taxas de Infiltração, de Vazões de Dimensionamento.

5.2.4.3 Vazões da Estação de Tratamento de Esgoto Doméstico

Para as Estações de Tratamento de Esgoto Doméstico, as vazões de projeto calculadas serão as vazões médias (Qm), que são o resultado da aplicação das fórmulas abaixo:

$$Qm_i = \frac{P \times q \times c}{86.400}$$

Equação 5.4: Cálculo da vazão média inicial (L/s).

$$Qm_f = \frac{P \times q \times c}{86.400}$$

Equação 5.5: Cálculo da vazão média final (L/s).

Onde:

P: população (hab);

q: consumo “per capita” de produção (L/hab.dia);

c: coeficiente de retorno (adotado= 0,8);

5.2.4.4 Dimensionamento Hidráulico da Rede Pública

O dimensionamento hidráulico da rede pública foi realizado através da soma das vazões domésticas, com as de infiltração e concentradas, verificando-se trecho a trecho a rede, para as condições finais do projeto.

A rede coletora de esgotos foi simulada com o auxílio do software UFC da Universidade Federal do Ceará. Para definição dos diâmetros utilizou-se as equações gerais de condutos livres (de Manning, Chésy).

a) Fórmulas gerais de condutos livres:

$$C = \frac{Rh^{1/3}}{n}$$

Equação 5.6: Cálculo do Coeficiente de Chésy.

$$V = C \times (Rh \times I)^{1/2}$$

Equação 5.7: Cálculo da Velocidade média de escoamento dos esgotos (m/s).

Onde:

Rh: Raio hidráulico (m)

n: Coeficiente de rugosidade de Manning

I: Declividade do trecho (m/m)

5.2.4.5 Taxa de Contribuição Linear

As vazões de projeto calculadas para a Rede Pública serão as vazões máximas horárias (Qh), que são o resultado da aplicação das fórmulas abaixo. Sendo que para a vazão inicial considera-se somente o coeficiente da hora de maior contribuição (K2), e para a vazão final, considera-se os coeficientes da hora de maior contribuição e do dia de maior contribuição (K1 e K2), além da vazão de infiltração (Qinfiltração) tanto para a vazão final como para vazão final.

$$Tx_i = \frac{Qh_i}{\sum L} + Qinf$$

Equação 5.8: Cálculo da taxa de contribuição linear inicial (L/s.m).

$$Tx_f = \frac{Qh_f}{\sum L} + Qinf$$

Equação 5.9: Cálculo da taxa de contribuição linear final (L/s.m).

Onde:

Qhi: vazão máxima horária inicial (L/s);

Qhf: vazão máxima horária final (L/s);

Qinf: vazão de infiltração na rede pública (L/s);

$\sum L$: comprimento total da rede coletora (m);

5.2.4.6 Declividade Mínima (Imín)

Conforme visto no Capítulo 3 - Parâmetros Técnicos, a declividade mínima pode ser obtida através da seguinte fórmula:

$$Imín = 0,0055 \times Qi^{-0,47}$$

Equação 5.10: Cálculo da declividade mínima (m/m).

Onde:

Qi: vazão máxima horária inicial (L/s);

5.2.4.7 Declividade Máxima ($I_{máx}$)

Para que a velocidade máxima fique conforme definido no capítulo 3. Parâmetros Técnicos, a declividade máxima pode ser obtida através da seguinte fórmula:

$$I_{máx} = 4,65 \times Q_f^{-0,67}$$

Equação 5.11: Cálculo da declividade máxima (m/m).

Onde:

Q_f : vazão máxima horária final (L/s);

5.2.4.8 Determinação do Diâmetro

Conforme visto no Capítulo 3 - Parâmetros Técnicos, a declividade mínima pode ser obtida através da seguinte fórmula:

$$D = \left(0,0046 \frac{Q_{hf}}{\sqrt{I}} \right)^{0,375}$$

Equação 5.12: Cálculo do diâmetro (m).

Onde:

Q_{hf} : vazão máxima horária final (L/s);

I : declividade (m/m);

5.2.4.9 Tensão Trativa (τ):

As verificações de Tensão Trativa (τ), foram realizadas a partir da seguinte equação:

$$\tau = \gamma \times R_h \times I$$

Equação 5.13: Cálculo da Tensão Trativa.

Onde:

γ : peso específico do líquido (104 N/m³)

R_h : raio hidráulico (m)

I : declividade do trecho (m/m)

5.2.4.10 Velocidade Crítica (Vc):

As verificações de Velocidade Crítica (Vc) foram realizadas a partir da seguinte equação:

$$Vc = 6 \times (g \times Rh)^{1/2}$$

Equação 5.14: Cálculo da velocidade crítica (m/s).

Onde:

g: aceleração da gravidade (9,81 m/s²)

Rh: raio hidráulico (m)

5.2.4.11 Condição de Controle de Remanso

Sempre que a cota do nível d'água na saída de qualquer PV estiver acima de qualquer das cotas dos níveis d'água de entrada deve ser verificada a influência do remanso no trecho de montante segundo a expressão:

$$H = hj - hm$$

Equação 5.15: Cálculo do desnível entre a lâmina da tubulação de entrada (mais baixa) e a de saída (m).

Onde:

hj: cota da lâmina d'água da tubulação de entrada mais baixa no PV (m);

hm: cota da lâmina d'água da tubulação de saída do PV (m).

5.2.4.12 Dimensionamento das Unidades

Será apresentado na próxima fase de projeto.