

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA COLETOR DE ESGOTOS DOMÉSTICOS DO LOTEAMENTO PARQUE DAS PALMEIRAS – AGUAÍ – SP

ROCHA JUNIOR, Jorge Luis¹

Faculdades Integradas Maria Imaculada
jorge_lrjr@hotmail.com

PANCIERI, Lucas Edgar Pereira²

Faculdades Integradas Maria Imaculada
lucasedgar.engenharia@gmail.com

LEME, Mariane Alves de Godoy³

Faculdades Integradas Maria Imaculada
professora.mariane@hotmail.com

RESUMO

O Brasil tem ampliado os serviços de saneamento, no entanto não consegue acompanhar o ritmo acelerado da expansão urbana. Com 49% do esgoto coletado, mas apenas 10% tratado, os casos de doenças causadas por contato com esgoto não tratado são dos tipos mais variados. Dentro dos quatro princípios fundamentais de saneamento básico, o esgoto doméstico é gerado a partir da água de abastecimento e, portanto, sua medida resulta da quantidade de água consumida. Visto a importância do sistema coletor de esgotos sanitários, foram realizadas neste trabalho as análises dos cálculos e parâmetros de projeto para o dimensionamento do sistema coletor de esgotos domésticos do Loteamento Parque das Palmeiras, localizado no município de Aguaí, interior do Estado de São Paulo, apresentando as infraestruturas atualmente aplicadas para a coleta do esgoto doméstico em loteamentos. Para a análise dos cálculos e parâmetros de projeto do dimensionamento da rede coletora de esgotos foram coletadas informações junto aos responsáveis pelo desenvolvimento do loteamento, além do estudo de projetos prévios do local. Foram apresentados os resultados para o dimensionamento de um total de 472 lotes e uma população estimada de 1.888 habitantes, o que possibilitou uma vazão máxima diária de esgoto de 302,3 m³/dia, que representa a máxima vazão para a rede coletora. As tubulações de coleta do esgoto dentro do loteamento foram projetadas para o material PVC de 50, 75 e 100 mm de diâmetro, o que enquadra aos valores atuais de mercado e uso na construção civil.

Palavras-chaves: Saneamento Básico. Loteamento. Esgoto Sanitário.

¹ Engenheiro Civil pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada; Departamento de Saneamento Básico.

² Engenheiro Civil pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada; Departamento de Saneamento Básico.

³ Engenheira Ambiental e Sanitarista, atuando como docente em cursos de Engenharia Civil e Ambiental. Possui Mestrado em Engenharia Civil na área de Saneamento e Ambiente pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. E, atualmente, é doutoranda em Engenharia Civil, também pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, trabalhando em projeto de resíduos sólidos urbanos.

1 INTRODUÇÃO

Há tempos, sociedades antigas não datadas já desenvolviam técnicas sofisticadas de saneamento para a época, como a captação, condução, armazenamento e utilização da água para fins de consumo e higiene pessoal. Os egípcios, por exemplo, costumavam armazenar água por um ano para que a sujeira se depositasse no fundo do recipiente, o que seria hoje em dia o processo simplificado de sedimentação e decantação. Embora ainda não se imaginasse que muitas doenças eram transmitidas por microrganismos patogênicos, os processos de filtragem e armazenamento removiam a maior parte desses patógenos (CAVINATTO, 1992 apud RIBEIRO e ROOKE, 2010). De acordo com Cavinatto (1992) apud Ribeiro e Rooke (2010), os processos de purificação da água foram descobertos por expedições arqueológicas através de inscrições e gravuras nos túmulos, nos quais com base no processo da capilaridade, utilizado por egípcios, japoneses e também chineses, a água passava de uma vasilha para a outra por meio de tiras de tecido, que removiam as impurezas.

De acordo com Nuvolari (2011), desde que as pessoas começaram a se assentar em comunidades, a coleta das águas servidas, que hoje se denomina esgoto sanitário, passava a ser uma preocupação daquelas civilizações. Em 3750 a.C., eram construídas galerias de esgotos em Nipur (Índia) e na Babilônia, e na data de 3100 a.C., já se têm indícios do emprego de manilhas cerâmicas para essa finalidade (AZEVEDO NETTO, 1984). Na Roma Imperial, eram feitas ligações diretas das casas até os canais, no entanto por se tratar de uma iniciativa individual de cada morador, nem todas as casas apresentavam essas benfeitorias (METCALF e EDDY, 1977).

Atualmente, já se têm os conceitos de saneamento para proteção do ambiente físico, sociedade e economia frente aos patógenos de veiculação hídrica, ar e solo. Segundo Cavinatto (1992) e Francisco (2013), saneamento significa higiene e limpeza e dentre suas principais atividades estão a coleta e o tratamento de resíduos das atividades humanas, prevenção à poluição das águas de rios, mares e outros mananciais, garantia da qualidade da água utilizada pelas populações para consumo, bem como seu fornecimento de qualidade, além do controle de vetores e tratamento de esgotos. Incluem-se ainda no campo de atuação do saneamento, a drenagem das águas das chuvas, prevenção de enchentes e cuidados com as águas subterrâneas.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2007), o saneamento compreende o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social dos indivíduos. De outra forma, pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar

salubridade ambiental.

No Brasil, o saneamento é regido pela Lei 11.445 (2007) que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Segundo esta lei, os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base em quatro princípios fundamentais, que são:

- **Drenagem Urbana:** conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.
- **Coleta e tratamento de esgoto:** constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.
- **Abastecimento de água potável:** constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição.
- **Coleta e disposição de resíduos:** conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do resíduo doméstico e do resíduo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

Para a Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), os serviços citados acima são de extrema importância para o desenvolvimento social e econômico da população, dos quais são direitos internacionalmente adquiridos. Em 28 de Julho de 2010, a Assembleia Geral das Nações Unidas através da Resolução A/RES/64/292 declarou a água limpa e segura e o saneamento como um direito humano essencial para gozar plenamente a vida e todos os outros direitos humanos.

O Brasil tem ampliado os serviços de saneamento, no entanto não consegue acompanhar o ritmo acelerado da expansão urbana. Com 49% do esgoto coletado, mas apenas 10% tratado, em todo o Brasil, os casos de doenças causadas por contato com esgoto não tratado são dos tipos mais variados como: cólera, esquistossomose, febre tifoide, tracoma e diarreia (ECOCASA, 2014). O conceito de Promoção de Saúde proposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS) desde a Conferência de Ottawa, em 1986, é visto como o princípio orientador das ações de saúde em todo o mundo. Assim sendo, parte-se do pressuposto de que um dos mais importantes fatores determinantes da saúde são as condições ambientais (BRASIL, 2006).

A maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial está

intrinsecamente relacionada com o meio ambiente. Um exemplo disso é a diarreia que, com mais de quatro bilhões de casos por ano, é uma das doenças que mais aflige a humanidade, já que causa 30% das mortes de crianças com menos de um ano de idade. Entre as causas dessa doença destacam-se as condições inadequadas de saneamento (GUIMARÃES, CARVALHO e SILVA, 2007). Segundo Cavinatto (1992), os parasitas se proliferam em determinados órgãos do corpo, perturbando o funcionamento normal do organismo e a forma mais adequada de evitar grande parte de tais doenças é cuidando da higiene, da limpeza do ambiente e da alimentação, sendo assim através do saneamento. Logo, o saneamento é fundamental na prevenção de doenças.

Guimarães, Carvalho e Silva (2007) descrevem que investir em saneamento é uma das formas de se reverter o quadro existente de baixa qualidade de saúde pública no Brasil, visto que dados divulgados pelo Ministério da Saúde afirmam que para cada R\$1,00 investido no setor de saneamento, economiza-se R\$4,00 na área de medicina curativa.

Dentro dos quatro princípios fundamentais de saneamento básico no Brasil, o esgoto doméstico é gerado a partir da água de abastecimento e, portanto, sua medida resulta da quantidade de água consumida. Esta é geralmente expressa pela “taxa de consumo *per capita*”, variável segundo hábitos, costumes e clima de cada localidade. É usual a taxa de 200L/hab.dia de água potável por consumo humano, mas em alguns municípios essa taxa de consumo chega a ser três a quatro vezes maior, resultando num esgoto mais diluído, já que é praticamente constante a quantidade de sólidos produzido por pessoa (NUVOLARI, 2011).

Segundo Bondavalli (2015), em casa ou no trabalho frequentemente lavamos as mãos, tomamos banho, lavamos a louça, a roupa e usamos a descarga do vaso sanitário, fazendo com que toda essa água eliminada torne-se esgoto e deva ser direcionado a uma rede coletora. Por conceito, a rede de coleta de esgoto é um sistema fechado constituído por tubos de cerâmica ou PVC, normalmente com diâmetro de 15 cm, responsável por coletar o esgoto nas residências e transportá-lo para uma estação de tratamento, sendo que o tubo de esgoto não funciona sob pressão do líquido interno, mas sim pela gravidade, por isso a declividade é muito importante (BONDAVALLI, 2015).

Nas casas, comércios ou indústrias, ligações com diâmetro pequeno formam as redes coletoras. Estas redes são conectadas aos coletores-tronco (tubulações instaladas ao lado dos cursos d’água), que recebem os esgotos de diversas redes. Dos coletores-tronco, os esgotos vão para os interceptores, que são tubulações maiores, normalmente próximas aos rios. De lá, o destino será uma Estação de Tratamento, que tem a missão de devolver a água em boas condições ao ambiente ou reutilizá-la para fins não potáveis (SABESP, 2013).

O traçado e o dimensionamento da rede de esgotos exigem uma planta topográfica atualizada da área a ser esgotada, que deve ser desenhada em escala 1:2 e ter as curvas de nível equidistantes de 1 m, de preferência. Além disso, devem fazer parte dos trabalhos topográficos e nivelamentos dos pontos onde se localizarão poços de visita (cruzamentos de vias públicas, mudanças de direção ou declividade, entre outros) (NAKAYAMA, 2013).

Para o traçado de uma rede de esgotos, são necessários os seguintes procedimentos propostos por Nakayama (2013):

- **1** - Delimitar a área a ser esgotada traçando os limites da bacia hidrográfica;
- **2** - Representar por meio de pequenos círculos os poços de visita (PV) a serem construídos;
- **3** - Ligar os PV's com um traço e indicar, por meio de pequenas setas, o sentido de escoamento;
- **4** - Na fixação dos sentidos de escoamento, procurar seguir, tanto quanto possível, os sentidos de escoamento natural no terreno;
- **5** - Indicar o sentido de escoamento dentro dos PVs;
- **6** - Determinar o comprimento de cada trecho, medindo-se na escala de planta, a distância entre o centro dos poços de visita;
- **7** - Numerar os coletores de tal forma que cada um deles receba sempre a contribuição de outro de numeração superior;
- **8** - Numerar os trechos de cada coletor, no sentido crescente das vazões.

As canalizações coletoras de esgotos funcionam por gravidade e a determinação de suas dimensões é feita a partir da identificação das vazões que por elas serão transportadas. Essa identificação ligações domésticas ao longo dos condutos e dos possíveis pontos de infiltrações nos mesmos compreende duas parcelas distintas, sendo a primeira delas as vazões concentradas, de fácil identificação em planta, e a segunda a contribuição originária das ligações domésticas ao longo dos condutos e dos possíveis pontos de infiltrações nos mesmos (FERNANDES, 2000).

O cálculo das contribuições domiciliares ao longo dos trechos é feito a partir da determinação dos *coeficientes de contribuição* ou *taxa de contribuição doméstica* “ T_d ”, usualmente determinada relacionando-se com a unidade de comprimento dos condutos ou a unidade de área esgotada. Essas taxas traduzem o valor global das contribuições domésticas máximas horárias divididas pela extensão total da rede coletora da área em estudo e são calculadas pelas seguintes expressões (FERNANDES, 2000):

- Por unidade de comprimento (taxa de contribuição linear doméstica -l/s.m)

$$Td = \frac{(c.q.K_1.K_2.d.A)}{(86400)} \quad (L/s.m) \quad (Eq.1) \quad \text{ou}$$

$$Td = \frac{(c.q.K_1.K_2.d.A)}{(86400.L)} \quad (L/s.m) \quad (Eq.2)$$

- Por unidade de área (taxa de contribuição superficial -l/s.ha)

$$Td = \frac{(c.q.K_1.K_2.d.A)}{(86400.A)} \quad (L/s.m) \quad (Eq.3) \quad \text{ou}$$

$$Td = \frac{(c.q.K_1.K_2.d.A)}{(86400)} \quad (L/s.m) \quad (Eq.4)$$

Onde:

Td = Taxa de contribuição doméstica;

c = coeficiente de retorno;

q = consumo per/capita;

K₁ = coeficiente do dia de maior consumo;

K₂ = coeficiente da hora de maior consumo;

d = densidade populacional;

A = área de contribuição;

L = extensão total da rede coletora.

Denomina-se conjunto elevatório ou moto bomba o par constituído por bomba de elevação de líquido e motor de acionamento da bomba. A elevação do líquido corresponde ao trabalho necessário para transportá-lo de um nível inferior para um superior através de tubulações (NUVOLARI, 2011). Segundo Nuvolari (2011), um sistema elevatório é composto essencialmente de:

- Tubulação de sucção, entre o nível inferior (inicial) do líquido e a entrada da bomba;
- Conjunto elevatório, bomba e motor responsáveis pela transformação de energia e sua transferência ao líquido, possibilitando sua elevação por pressão;
- Tubulação de recalque, entre a saída da bomba e o nível superior (final) do líquido.

Esse sistema apresenta resistência ao deslocamento do líquido, representadas pelas perdas de carga nas tubulações e em suas conexões e válvulas, e pela resistência global do conjunto elevatório, ou seja, os aspectos relacionados ao seu rendimento (NUVOLARI, 2011).

Quando se trata de infraestrutura em loteamentos urbanos, na Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento e uso do solo urbano e dão outras providências, como os requisitos urbanísticos para loteamentos, encontram-se algumas considerações importantes, como:

Art.2º § 1º - Considera-se loteamento a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes.

§ 4º Considera-se lote o terreno servido de infraestrutura básica cujas dimensões atendam aos índices urbanísticos definidos pelo plano diretor ou lei municipal para a zona em que se situe.

§ 5º A infraestrutura básica dos parcelamentos é constituída pelos equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação.

§ 6º A infraestrutura básica dos parcelamentos situados nas zonas habitacionais declaradas por lei como de interesse social (ZHIS) consistirá, no mínimo, de:

I - vias de circulação;

II- escoamento das águas pluviais;

III - rede para o abastecimento de água potável; e

IV - soluções para o esgotamento sanitário e para a energia elétrica domiciliar.

Já no artigo 4º, pode-se considerar alguns parágrafos, como:

§ 3º Se necessária, a reserva de faixa não-edificável vinculada a duto vias será exigida no âmbito do respectivo licenciamento ambiental, observados critérios e parâmetros que garantam a segurança da população e a proteção do meio ambiente, conforme estabelecido nas normas técnicas pertinentes.

Art. 5º. O Poder Público competente poderá complementarmente exigir, em cada loteamento, a reserva de faixa *non aedificandi* destinada a equipamentos urbanos.

Parágrafo único - Consideram-se urbanos os equipamentos públicos de abastecimento de água, serviços de esgotos, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado.

Visto a importância do sistema coletor de esgotos sanitários para os âmbitos ambientais, sociais e econômicos, foram realizadas neste trabalho as análises dos cálculos e parâmetros de projeto para o dimensionamento do sistema coletor de esgotos domésticos do Loteamento Parque das Palmeiras, localizado no município de Aguaí, interior do Estado de São Paulo, apresentando as infraestruturas atualmente aplicadas para a coleta do esgoto doméstico em loteamentos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a análise dos cálculos e parâmetros de projeto do dimensionamento da rede coletora de esgotos domésticos do Loteamento Parque das Palmeiras, foram coletadas informações junto aos responsáveis pelo desenvolvimento do loteamento, além do estudo de projetos prévios do local. A partir dos dados e informações coletadas, foram diagnosticados os princípios utilizados para o dimensionamento do sistema coletor de esgotos domésticos utilizado no loteamento e calculados os parâmetros de projeto necessários, como: área de cada residência, o número de residências, a população abastecida pela rede dentro do loteamento, as vazões de esgoto para projeto, o diâmetro das redes coletoras, levantamento topográfico, o espaço viário disponível para instalação das redes coletoras, além da localização dos coletores-tronco e interceptores da rede pública, próximos ao loteamento.

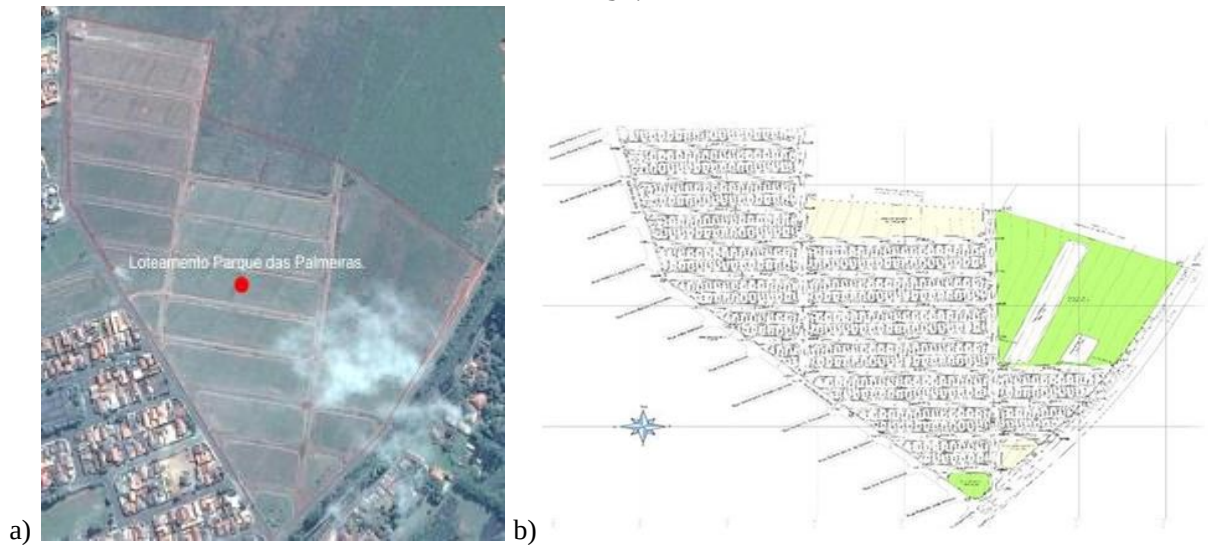
As análises dos cálculos seguiram os conceitos a partir de dados de dimensionamento de esgotos domésticos levantados na literatura técnica e científica.

2.1 Local de Estudo – Loteamento Parque das Palmeiras – Aguaí/SP

O loteamento Parque das Palmeiras está localizado à Sudoeste na cidade de Aguaí, interior do Estado de São Paulo, com as coordenadas 22°02'41" S e 46°58'2" W, sendo o proprietário Orlei Fernandes Lotufo e a Empresa Vila Urbanismo responsável pelo empreendimento. O município de Aguaí possui 32.148 habitantes distribuídos em 474,554 km² de unidade territorial. Seu esgotamento sanitário adequado engloba 90,1% do município, sendo apenas 14,7% a urbanização de vias públicas (IBGE, 2017).

A localização do Loteamento Parque das Palmeiras é demonstrada na Figura 1 (a) e seu projeto urbanístico na Figura 1 (b).

Figura 1 – a) Localização do Loteamento; e b) Projeto urbanístico do Loteamento Parque das Palmeiras – Aguai – SP.



Fonte: Google Earth, 2017; Adaptado de Lotufo, 2017.

Como o loteamento ainda se encontra em desenvolvimento e construção (novembro de 2017), é possível observar atualmente a fachada de entrada já construída (Figura 2a), o tanque de retenção com área de 6.155 m² (Figura 2b), a área verde com 39.000,20 m² (Figura 2c) e os primeiros lotes em construção (Figura 2d).

Figura 2 – a) Fachada; b) Tanque de Retenção; c) Parte da área verde; e d) Parte dos lotes com andamento de construções no Loteamento Parque das Palmeiras – Aguai – SP.



Fonte: Autores, 2017.

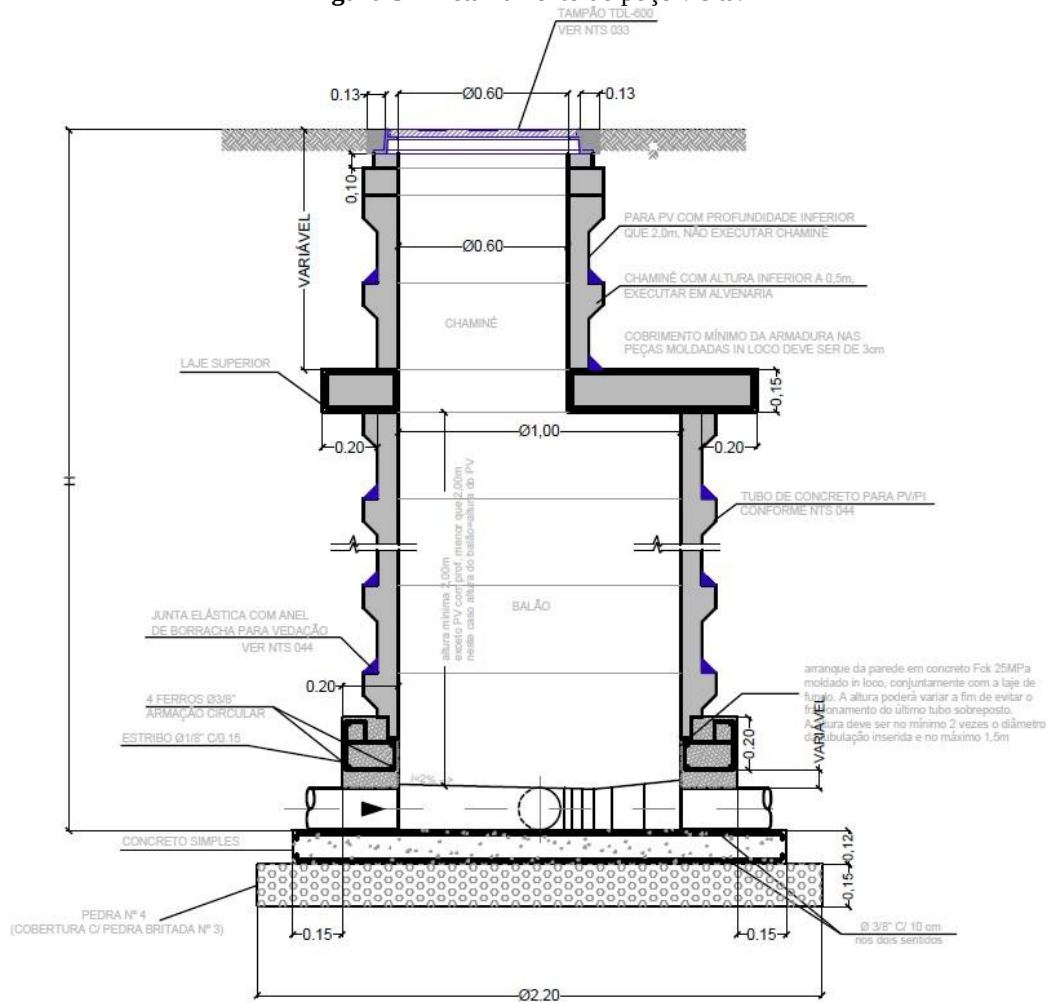
A área total loteada no Loteamento Parque das Palmeiras é de 202.805,25 m², sendo compreendida pelas especificações da Tabela 1.

Tabela 1 – Especificações Loteamento Parque das Palmeiras – Aguai – SP.

Item	Especificação	Área (m²)	% da Área
1	Área dos Lotes (472 unidades)	96.328,44	47,50
2	Áreas Públicas	106.476,81	52,50
2.1	Sistema Viário	53.554,46	26,41
2.2	Áreas Institucionais (Equipamentos urbanos e comunitários)	12.361,30	6,09
2.3	Áreas Institucionais (Equipamentos públicos e urbanos)	0.000,00	0
2.4	Espaço Livre de Uso Público	40.561,05	20,00
2.4.1	Área Verde	40.561,05	20,00
3	Área Loteada	202.805,25	100,00

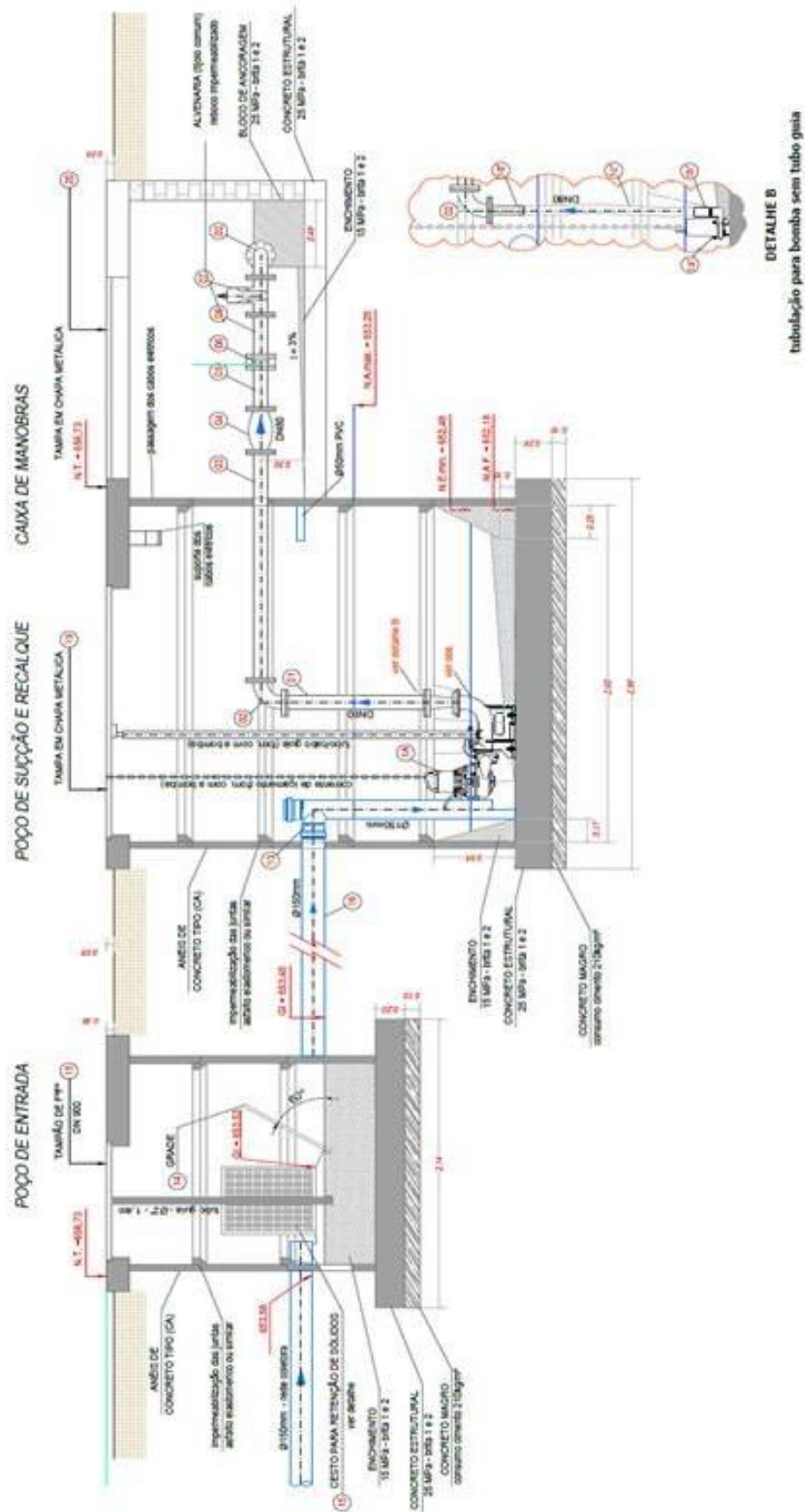
Fonte: Adaptado de Lotufo, 2017.

Quanto ao sistema coletor de esgotos do loteamento, a Figura 3 ilustra o detalhe do poço de visita e as Figuras 4 e 5 ilustram a estação de recalque.

Figura 3 – Detalhamento do poço visita.

Fonte: Adaptado de Lotufo, 2017.

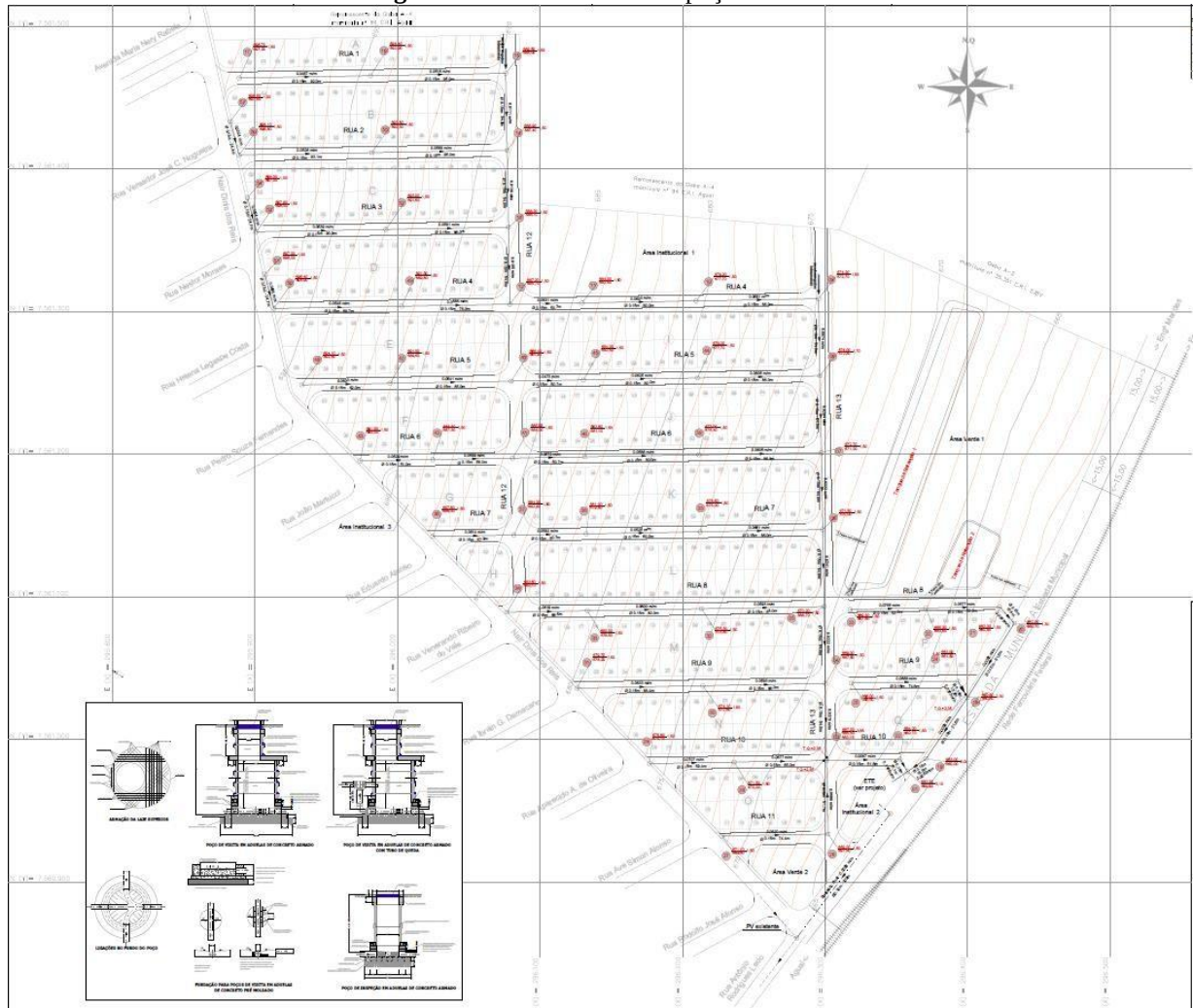
Figura 5 – Corte AA estação de recalque.



Fonte: Adaptado de Lotufo, 2017.

E para melhor localização no loteamento, na Figuras 6 estão representados os detalhamentos dos poços de visitas no terreno e nas Figuras 7 (a), a planta topográfica do local e (b) ampliação da tabela de planta topográfica.

Figura 6 – Detalhamento dos poços visita.



Fonte: Adaptado de Lotufo, 2017.

Figura 7 (b)– Ampliação tabela de planta topográfica.

PERÍMETRO					
De	Para	Azimute	Distância	Coord. E(X)	Coord. N(Y)
12A	12B	88°59'23"	214,835 m	295.870,808	7.561.490,682
12B	12C	178°59'24"	117,985 m	296.085,410	7.561.494,470
12C	11C	94°52'12"	223,178 m	296.087,490	7.561.376,503
11C	6A	113°54'53"	227,617 m	296.309,859	7.561.357,557
6A	7	204°08'50"	91,715 m	296.517,935	7.561.265,286
7	8	204°17'02"	20,000 m	296.480,416	7.561.181,596
8	9	205°22'43"	20,000 m	296.472,191	7.561.163,366
9	10	206°28'41"	20,000 m	296.463,619	7.561.145,296
10	11	207°34'43"	20,000 m	296.454,702	7.561.127,394
11	12	208°40'23"	20,000 m	296.445,443	7.561.109,667
12	13	209°46'20"	20,000 m	296.435,847	7.561.092,120
13	14	210°52'03"	20,000 m	296.425,916	7.561.074,760
14	15	211°58'10"	20,000 m	296.415,655	7.561.057,593
15	16	213°03'56"	20,000 m	296.405,066	7.561.040,627
16	17	214°09'38"	20,000 m	296.394,154	7.561.023,866
17	18	215°15'43"	20,000 m	296.382,924	7.561.007,317
18	19	216°21'21"	20,000 m	296.371,378	7.560.990,987
19	20	217°27'24"	20,000 m	296.359,522	7.560.974,880
20	21	218°33'17"	20,000 m	296.347,359	7.560.959,004
21	22	217°48'10"	75,431 m	296.334,894	7.560.943,364
22	23	AC= 98°28'32"	Des= 15,469 m	296.288,659	7.560.883,764
23	24	316°16'42"	193,167 m	296.275,043	7.560.883,060
24	25	315°48'28"	203,958 m	296.141,535	7.561.022,663
25	26	315°32'08"	104,145 m	295.999,363	7.561.168,902
26	12A	347°17'28"	253,667 m	295.926,413	7.561.243,229

Fonte: Adaptado Lotufo, 2017.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o Loteamento Parque das Palmeiras, com 472 lotes, dimensionou-se uma rede coletora a fim de atender toda a população futura em etapa única, o que compreende 1.888 habitantes. Os esgotos serão coletados e encaminhados a estações de recalque até o poço de visita localizado em frente ao empreendimento e deste poço será encaminhado o efluente por gravidade através da rede coletora até a ETE (Estação de tratamento de esgoto) de Aguaí.

Os principais parâmetros e seus respectivos valores dimensionados e escolhidos pelos autores para análise dos cálculos e parâmetros de projeto da rede coletora de esgotos domésticos do Loteamento Parque das Palmeiras estão descritos abaixo:

- **Estudos demográficos**

Para previsão demográfica da população futura a ser atendida pelo Loteamento Parque das Palmeiras, adotou-se a implantação de 472 unidades habitacionais para a área, considerando-se 1 residência por lote e adotando-se a taxa de ocupação de 4 pessoas por residência, logo tem-se:

$$\text{População} = 472 \text{ unidades} \times (1 \text{ res. und.}) \times (4 \text{ hab. res.}) = 1888 \text{ habitantes}$$

Não são consideradas flutuações no número de habitantes, pois o condomínio possui características residenciais e não de recreio.

- **Vazões de consumo de água potável**

Os parâmetros de projeto e seus respectivos valores adotados para cálculo das vazões de consumo de água potável no Loteamento Parque das Palmeiras estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros de projeto para cálculo de vazões de consumo de água potável no Loteamento Parque das Palmeiras – Aguaí – SP.

Parâmetro	Valor
Contribuição per capita (q)	200 l / hab. dia
Coeficientes de vazão	
Coeficiente da máxima vazão diária (K ₁)	K ₁ = 1,20
Coeficiente da máxima vazão horária (K ₂)	K ₂ = 1,8
Período de alcance do projeto	O período de alcance é para a saturação.

Fonte: Adaptado de Vila Urbanismo, 2017.

Com base na população total, já descrita acima, tem-se:

-Vazão Média (l/s)

$$Q_{med} = \frac{(1888 \times 200)}{86400} = 4,37 \text{ (l/s)}$$

- Vazão Máxima diária (l/s)

$$Q_{maxd} = 4,37 \times 1,2 = 5,24 \text{ (l/s)}$$

- Vazão máxima horária (l/s)

$$Q_{maxh} = 4,37 \times 1,2 \times 1,8 = 9,44 \text{ (l/s)}$$

De acordo com a NTS 025 (SABESP, 2006), o valor do coeficiente da hora de maior consumo (k_2) nos municípios pode variar entre 1,5 a 3,0. No entanto, usualmente é utilizado o valor de 1,5, porém como em Aguai não possui hidrômetro e a água consumida pelos habitantes é cobrada de uma única vez no carnê de IPTU, adotou-se o valor de 1,8 no coeficiente, isto é, valor acima da média brasileira. Junto com esses carnês também é cobrado uma taxa de coleta de resíduos sólidos urbanos e uma taxa de coleta e tratamento de esgoto. No ano de 2017 os valores praticados são: água (R\$ 251,27), coleta de resíduos sólidos urbanos (R\$ 58,65) e esgoto (R\$ 83,72). Esses valores são iguais para todas residências, independentemente do tamanho da habitação, e caso haja mais de uma casa no mesmo endereço, como por exemplo uma casa na frente e outra no fundo, são emitidos carnês separados, ou seja, cada casa paga o valor mencionado a cima.

- **Rede de distribuição de água**

Os critérios adotados para o dimensionamento da rede de distribuição de água no Loteamento Parque das Palmeiras são os da Tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros de projeto adotados para o dimensionamento da rede de distribuição de água no Loteamento Parque das Palmeiras – Aguai – SP.

Parâmetro	Valor
Perda de carga máxima	8m/Km
Perda de carga máxima	1,00m na rua 0,60m no passeio
Material utilizado Diâmetros comerciais utilizáveis	PVC 50mm (diâmetro mínimo); 75mm; 100mm; 150mm.

Fonte: Adaptado de Vila Urbanismo, 2017.

A rede de distribuição foi posicionada preferencialmente no eixo do arruamento, ou no lado que possui o maior número de ligações prediais, o que permitiu uma extensão total de 4.348m não considerando perdas na montagem e declividade do terreno. O material utilizado nas tubulações para distribuição de água é o PVC, sendo fornecido em barra, conforme diâmetros variando de 50mm a 100mm. As juntas serão soldáveis. Foram consideradas ainda 2 interligações futuras com a área a montante, conforme indicado no projeto.

Para o dimensionamento hidráulico foi utilizado o coeficiente de rugosidade de 130, com o uso da fórmula de *Hazen-Williams*. Por medida de segurança e zelo, e principalmente considerando que o arruamento proposto exige muitas peças, criando pontos de perda de carga no sistema, adotou-se um valor abaixo do recomendado para o material 140 (sendo 140 é o valor do coeficiente de rugosidade do material PVC).

A rede foi traçada em escala 1:1.000, considerando a implantação no passeio, sendo o sistema distribuidor composto por redes com distribuição em malha. A pressão dinâmica calculada variou de 13 mca a 50 mca, sendo que a pressão estática atingiu 50mca, estando dentro dos valores preconizados em Norma Técnica.

O sistema projetado será abastecido a partir de poços artesianos, situados dentro do empreendimento, e deles partirá uma sub-adutora que alimentará diretamente o reservatório de abastecimento. O reservatório foi posicionado no local mais alto do empreendimento em área previamente escolhida, e terá acesso interno e externo, facilitando a operação e manutenção. No dimensionamento, foi considerado que, para a reservação, o volume mínimo deverá atender a demanda máxima diária, portanto obteve-se o valor de 150m^3 , obedecendo aos seguintes níveis operacionais:

- **V mínimo = 150 m^3**
- **V adotado = 151m^3**
- **Nível mínimo = 715m**
- **Terreno = 699 m**

O reservatório adotado foi o de 2 células, sendo a inferior alimentada pela sub- adutora e a superior utilizada para a alimentação do loteamento.

• **Sistema de coleta de esgoto sanitário**

Pelas diretrizes apresentadas pela Prefeitura Municipal de Aguaí, o empreendimento faz parte da bacia de contribuição do Córrego Amaro Nunes, mas não possui ponto para lançamento dos esgotos gerados. Para tanto, foi proposta a construção de uma ETE compacta dentro da área do empreendimento, com o lançamento em rede coletora existente. A área possui 1 bacia de esgotamento, sendo, portanto, implantado uma EEE-Estação Elevatória de Esgotos junto da ETE, de modo a elevar até a entrada da ETE-Estação de Tratamento de Esgotos proposta.

O sistema projetado é composto por:

- Rede coletora, com extensão de 3,5km e diâmetro de 150mm, implantada no eixo, ou no terço mais favorável e nas vielas sanitárias;
- 472 ligações prediais, posicionadas na porção mais baixa do terreno;
- 1 estação elevatória de esgoto, para o destino final.
- 1 emissário final, em Ø150mm, PVC, extensão de 110m.

Foram consideradas 2 interligações com a área a montante (PVs 9 e 15), com cerca de 5,15l/s de contribuição de esgotos.

Os critérios adotados para o dimensionamento da rede coletora de esgotos domésticos no Loteamento Parque das Palmeiras estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Critérios adotados para dimensionamento da rede coletora de esgotos domésticos no Loteamento Parque das Palmeiras – Aguai – SP.

Parâmetro	Valor
Taxa média de infiltração	0,0001 l/s m
Taxa média de infiltração	1,5 l/s
Lâmina d'água máxima	0,75 y/d
Coeficiente de rugosidade (Manning)	n=0,013
Tensão trativa mínima	1,0 Pa
Velocidade máxima	4,0 m/s
Profundidade mínima	1,4m
Distância máxima entre poços de visita	100m, sendo até 90m com decl. >0,050m/m
Diâmetros comerciais utilizáveis	150mm (diâmetro mínimo); 200mm; 300mm

Fonte: Adaptado de Vila Urbanismo, 2017.

Com os dados obtidos nos itens anteriores, têm-se a vazão de esgoto:

- Vazão máxima horária (l/s)

6,3 l/s, incluindo infiltração, somente o Loteamento.

11,79 l/s, incluindo a contribuição a montante.

A rede coletora foi traçada em escala 1:1.000 e os pontos de acesso estão com distanciamento máximo de 100m, suficiente para a utilização de equipamentos de desobstrução e limpeza da rede. Parte dos lotes foi esgotada por gravidade, sendo direcionados para a Estação Elevatória de Esgotos, posicionada na porção mais baixa do loteamento.

Assim, junto à Empresa Vila Urbanismo, responsável pelo empreendimento foram obtidos os dados de vazões de contribuições (Tabela 5) e o dimensionamento dos trechos (Tabela 6).

Tabela 5 – Vazões de contribuição no Loteamento Parque das Palmeiras – Aguai – SP.

VAZÕES DE CONTRIBUIÇÕES									
QUADRA	LOTE	POPULAÇÃO	Consumo de Água (m³/dia)		Reservação necessária mínima (m³/dia)	Consumo de água (l/s) máx. horário.	Vazão esgotos (m³/dia) média diária.	Vazão esgotos (litros/seg.) média diária.	Vazão esgoto (litros/seg.) máx. horária.
			MÉDIO	MÁXIMO DIÁRIO					
A	19	76	15,2	18,2	6,1	0,32	12,2	0,14	0,25
B	37	148	29,6	35,5	11,8	0,62	23,7	0,27	0,49
C	35	140	28	33,6	11,2	0,58	22,4	0,26	0,47

D	33	132	26,4	31,7	10,6	0,55	21,1	0,24	0,44
E	30	120	24	28,8	9,6	0,50	19,2	0,22	0,4
F	24	96	19,2	23	7,7	0,40	15,4	0,18	0,32
G	14	56	11,2	13,4	4,5	0,23	9	0,1	0,19
H	4	16	3,2	3,8	1,3	0,07	2,6	0,03	0,05
I	40	160	32	38,4	12,8	0,67	25,6	0,3	0,53
J	40	160	32	38,4	12,8	0,67	25,6	0,3	0,53
K	40	160	32	38,4	12,8	0,67	25,6	0,3	0,53
L	40	160	32	38,4	12,8	0,67	25,6	0,3	0,53
M	37	148	29,6	35,5	11,8	0,62	23,7	0,27	0,49
N	27	108	21,6	25,9	8,6	0,45	17,3	0,2	0,36
O	17	68	13,6	16,3	5,4	0,28	10,9	0,13	0,23
P	21	84	16,8	20,2	6,7	0,35	13,4	0,16	0,26
Q	14	56	11,2	13,4	4,5	0,23	9	0,1	0,19
TOTAL	472	1888	377,6	452,9	151	7,88	302,3	3,5	6,26

Fonte: Adaptado de Vila Urbanismo, 2017.

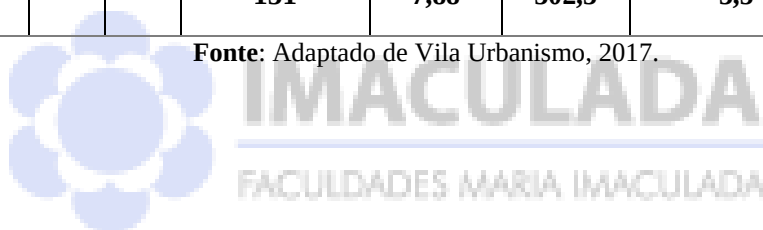


Tabela 6 – Dimensionamento de trechos no Loteamento Parque das Palmeiras – Aguai – SP. (Continua...)

RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO DE TRECHOS						
TRECHO	EXTENSÃO (m)	DIÂMETRO (mm)	Rugosidade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga J (m/km)
1	20,30	100	100	7,84	1,00	19,74
2	192,40	100	100	3,23	0,41	3,82
3	54,00	100	100	2,9	0,37	3,13
4	55,10	100	100	4,33	0,55	6,58
5	186,80	50	100	0,45	0,23	2,90
6	54,00	100	100	3,05	0,39	3,43
7	175,70	50	100	-0,43	0,22	2,68
8	55,10	100	100	-3,58	0,46	4,63
9	54,00	100	100	-3,15	0,4	3,64
10	164,50	50	100	-0,46	0,23	3,00
11	55,10	100	100	-2,92	0,37	3,17
12	212,70	75	100	1,26	0,29	2,72
13	51,70	75	100	1,08	0,24	2,04
14	212,70	50	100	-0,34	0,18	1,77
15	51,70	75	100	-1,93	0,44	5,95
16	54,00	75	100	1,1	0,25	2,09
17	212,70	50	100	-0,32	0,16	1,52
18	54,00	75	100	1,08	0,25	2,05
19	212,70	50	100	-0,33	0,17	1,66
20	54,00	75	100	1,35	0,31	3,09
21	54,00	75	100	0,091	0,21	1,49
22	54,00	75	100	1,08	0,25	2,06
23	128,20	50	100	0,33	0,17	1,62

Fonte: Adaptado de Vila Urbanismo, 2017.

Tabela 6 – Dimensionamento de trechos no Loteamento Parque das Palmeiras – Aguai – SP.

RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO DE TRECHOS						
TRECHO	EXTENSÃO (m)	DIÂMETRO (mm)	Rugosidade	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga J (m/km)
24	64,20	75	100	2,19	0,5	7,57
26	72,10	50	100	0,23	0,12	0,83
27	54,00	50	100	0,58	0,3	4,72
28	102,30	50	100	0,08	0,04	0,13
29	61,20	50	100	0,14	0,07	0,34
30	65,20	50	100	0,04	0,02	0,04
31	54,00	50	100	0,2	0,1	0,68
32	54,00	50	100	0,06	0,03	0,07
33	75,60	50	100	-0,01	0	-
34	73,00	50	100	-0,08	0,04	0,12
35	124,80	50	100	0,04	0,02	0,04
36	74,30	50	100	-0,27	0,14	1,15
37	175,60	50	100	-0,13	0,07	0,31
38	73,80	50	100	-0,64	0,32	5,52
39	10,20	50	100	-0,01	0	-
40	212,70	50	100	25	0,13	0,97
41	54,00	50	100	0,59	0,3	4,77
42	71,40	50	100	-0,63	0,32	5,37
43	57,00	50	100	-0,39	0,2	2,20
44	73,20	75	100	-1,11	0,25	2,16
45	106,50	50	100	-0,36	0,18	1,91
46	64,20	75	100	-1,62	0,37	4,34
47	155,60	50	100	-0,37	0,19	2,02

Fonte: Adaptado de Vila Urbanismo, 2017.

Fernandes (2000) descreve que a profundidade mínima para os coletores está relacionada com as possibilidades de esgotamentos das edificações nos lotes, devendo, no entanto, ser limitada pela concessionária de esgotos da cidade, tendo em vista a responsabilidade do esgotamento de solos. O loteamento Parque das Palmeiras adotou uma profundidade média (1,50m) na maior parte dos coletores, já que esta profundidade atende as normas devidamente criadas para dimensionamento de uma rede de esgotamento doméstico.

Assim, os cálculos e parâmetros de projeto do dimensionamento da rede coletora de esgotos domésticos do Loteamento Parque das Palmeiras se mostraram dentro dos parâmetros aceitáveis para as leis e normas previstas para rede de esgotamento em loteamentos, visto que, o único diferencial a ser ressaltado é o valor de k_2 (máxima vazão horária) que varia de local entre 1,4 e 1,6, e especificamente para o loteamento na cidade de Aguaí – SP foi utilizado o valor de 1,8 pois na cidade não é cobrada a taxa de consumo de água mensal, somente é cobrada uma taxa anual sendo paga no IPTU, pago no início do ano.

Além dos desafios de engenharia do empreendimento, cumprindo normas e objetivos de projeto, não se deixou de lado a conscientização do meio ambiente. Vale ressaltar que antes da instalação do empreendimento foram estudados acordos com proprietário do loteamento vizinho (futura instalação) e a Prefeitura Municipal de Aguaí para o ponto de despejo de esgoto gerado onde não havia local, evitando o despejo clandestino de esgotos gerado, portanto, beneficiando bairros existentes, o loteamento Parque das Palmeiras e instalações futuras naquele local.

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi abordada a importância do saneamento nos âmbitos físicos, sociais e econômicos de um município, demonstrando a importância em analisar os parâmetros de projeto de esgotamento doméstico em loteamentos urbanos. Para isso, foram utilizados dados reais de execução do Loteamento Parque das Palmeiras na cidade de Aguaí/SP, concluindo com base nos estudos e análises, a viabilidade do projeto de sistema coletor de esgotos domésticos do loteamento.

Foram cumpridos todos os objetivos propostos com intuito de analisar e viabilizar os cálculos para solucionar os problemas encontrados durante a implantação do Loteamento Parque das Palmeiras em razão do esgotamento sanitário do empreendimento.

Foram apresentados os resultados para o dimensionamento de um total de 472 lotes e

uma população estimada de 1.888 habitantes, o que possibilitou uma vazão máxima diária de esgoto de 302,3 m³/dia, que seria o pior caso de vazão para a rede coletora.

As tubulações de coleta do esgoto dentro do loteamento ficaram projetadas para material PVC de 50, 75 e 100 mm de diâmetro, o que enquadra aos valores atuais de mercado e uso na construção civil.

Este trabalho foi muito importante para o aprofundamento do tema, uma vez que foi permitida a aplicação dos conhecimentos acadêmicos e a demonstrada a importância do engenheiro civil relacionado ao tema saneamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROZEWICZ, P. H. L. **Materiais de construção** – Normas, especificações, aplicação e ensaios de laboratório. São Paulo: PINI, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. **Fôrmas**. São Paulo: ABCP, 2002. Disponível em: http://www.dptoce.ufba.br/construcao1_arquivos/F%F4rmas_ABCP.pdf. Acesso: 10 mai. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 9062**: Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado. Rio de Janeiro, 2001.

BONDAVALLI, P.A. **Rede Coletora De Esgoto Doméstico – Loteamento Nova Lages – Lages (SC)**, 2015. Disponível em: <http://revista.uniplac.net/ojs/index.php/engcivil/article/view/1827>. Acesso em: 02 out. 2017.

BORGES, A. C. **Topografia: Aplicada à Engenharia Civil**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2013.

BRASIL. **Lei nº 6.766 de 19 de Dezembro de 1979**. Dispõe sobre o parcelamento e uso do solo urbano e dão outras providências como os exemplos, dos requisitos Urbanísticos para loteamento. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, DF, Brasil.

BRASIL. **Lei 11.445 de 05 de Janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Publicado no DOU de 8.1.2007 e retificado no DOU de 11.1.2007. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, DF, Brasil.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo:

Moderna, 1992.

ECOCASA. Tecnologias Ambientais. **Esgoto Doméstico: como converter um problema ambiental em solução inteligente.** Site Oficial. 2014. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/esgoto-domestico-como-converter-um-problema-ambiental-em-solucao-inteligente>>. Acesso em: 02 mar. 2017.

FERNANDES, C. **Esgotos Sanitários.** João Pessoa: Ed. Univ./ UFPB

FRANCISCO, W. C. **Saneamento no Brasil,** 2013. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/saneamento-no-brasil.htm>> Acesso em: 06 mai. 2017.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico.** Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades. Aguai.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/aguai/panorama>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

NAKAYAMA, P. T. **Dimensionamento da rede de esgoto,** 2013. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFOakAF/dimensionamento-rede-esgoto?part=2>> Acesso em: 09 mai. 2017.

NUVOLARI, A. (coord.), **Esgoto Sanitário: coleta, transporte e reuso agrícola.** 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Programa da Década da Água da ONU-Água sobre Advocacia e Comunicação (UNW-DPAC),** 2015. Disponível em: <http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_briefing.pdf> Acesso em: 30 mar. 2016.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Coleta de Esgoto.** Site Oficial. 2013. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/Default.aspx>>. Acesso em: 02 mai. 2017.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **NTS – NORMA TÉCNICA SABESP 025.** Projeto de Redes Coletoras de Esgoto. São Paulo. 2006. Disponível em: <www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts025.pdf>. Acesso em: 05 set. 2017.

VON SPERLING, MARCOS; **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos,** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental 3ª ed./ Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.