



CURSO DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL

MÁRLLON DA COSTA CLEN

ROÁ NERI DA SILVA

JOÃO MATEUS MORAES DE AGUIAR

**PROJETO DE LOTEAMENTO EM GLEBA LOCALIZADA PRÓXIMO A BR 356 NO
MUNICÍPIO DE ITAPERUNA-RJ**

ITAPERUNA - RJ

2021

MÁRLLON DA COSTA CLEN
ROÁ NERI DA SILVA
JOÃO MATEUS MORAES DE AGUIAR

**PROJETO DE LOTEAMENTO EM GLEBA LOCALIZADA PRÓXIMO A BR 356 NO
MUNICÍPIO DE ITAPERUNA-RJ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil ao Centro
Universitário Redentor.

Orientador: Pietro Valdo Rostagno

ITAPERUNA - RJ

2021

Autor (a) (es): MÁRLLON DA COSTA CLEN, ROÁ NERI DA SILVA e JOÃO MATEUS MORAES DE AGUIAR

Título: PROJETO DE LOTEAMENTO EM GLEBA LOCALIZADA PRÓXIMO A BR 356 NO MUNICÍPIO DE ITAPERUNA-RJ.

Natureza: Trabalho de Conclusão de Curso

Objetivo: Título de Bacharel em Engenharia Civil

Instituição: Centro Universitário Redentor

Área de Concentração: Engenharia Civil com ênfase em Grande Área

Aprovada em: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof^a.

M.Sc. (pode ser também Me. – mestre-. Ma. – mestra)

Instituição:

Prof^a.

M.Sc.

Instituição:

Prof^a.

D.Sc. (Dr. ou Dr^a.)

Instituição:

RESUMO

O município de Itaperuna-RJ vem crescendo economicamente de forma exponencial. Ela é beneficiada pelas diversas atividades dentro de seus limites, sendo considerada polo comercial, atraindo pessoas de diversos locais, gerando empregos e oportunidades. Isso se dá, devido a diversos fatores, tendo, a saúde e o meio acadêmico como referência nacional. Devido a esse crescimento, existe a necessidade de expansão da quantidade de moradias que possam proporcionar qualidade de vida e segurança para as pessoas. Assim, é possível evitar o crescimento urbano desorganizado e sem planejamento, que são os fatores que geram graves problemas sociais, urbanísticos, e até ambientais. Considerando os fatos, o presente trabalho tem como objetivo projetar um loteamento no bairro Aeroporto, devido sua representação de área ocupacional e alta procura por moradias bem estruturadas. Paralelamente, os demais objetivos consistem em elaborar o parcelamento do solo, as redes de distribuição de água, drenagem pluvial, coleta de esgoto sanitário e a pavimentação que consistirá nas vias do loteamento, de forma, que a estrutura atenda as normas vigentes. Para isso, usou-se regras e diretrizes normativas, e, programas de computador para confeccionar o projeto, além do aporte teórico acerca do tema. Sob essa análise, conclui-se que, o presente estudo atendeu aos objetivos de forma eficaz e satisfatória. Por fim, para esse, recomenda-se, a aplicação e execução do projeto afim de comprovar o êxito no que tange qualidade de vida e bem-estar das moradias.

Palavras-chave: loteamento. planejamento. projeto de engenharia.

ABSTRACT

The municipality of Itaperuna-RJ has been growing economically in an exponential manner. It benefits from the various activities within its boundaries, is considered a commercial hub, attracting people from various locations, generating jobs and opportunities. This is due to several factors, such as health and the academic environment as a national reference. Due to this growth, there is a need to expand the amount of housing that can provide quality of life and safety for people. Thus, it is possible to avoid disorganized and unplanned urban growth, which are the factors that generate serious social, urbanistic, and even environmental problems. Considering the facts, the present work aims to design a subdivision in the Aeroporto neighborhood, due to its occupational area representation and high demand for well-structured housing. In parallel, the other objectives consist of elaborating the land division, the water distribution networks, rainwater drainage, sewage collection, and the paving that will consist of the roads of the subdivision, so that the structure meets the current norms. For this, normative rules and guidelines were used, as well as computer programs to prepare the project, in addition to the theoretical contribution about the theme. Under this analysis, it is concluded that the present study met the objectives effectively and satisfactorily. Finally, for this one, it is recommended the application and execution of the project to prove the success regarding the quality of life and well-being of the dwellings.

Keywords: subdivision. planning. engineering project

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cidade de Itaperuna, em destaque o terreno onde o loteamento será planejado	12
Figura 2: Divisão das zonas do município de Itaperuna-RJ.....	19
Figura 3: Ferramenta gerador de modelos do InfraWorks	20
Figura 4: Representação do terreno e seus arredores	21
Figura 5: Representação das curvas de nível do local selecionado.....	21
Figura 6: Interface do programa AutoCAD Civil 3D.....	22
Figura 7: Foto da gleba em estudo	22
Figura 8: Representação do terreno com as projeções das vias.....	24
Figura 9: Representação das quadras e vias identificadas	25
Figura 10: Ferramenta divisão de lotes	26
Figura 11: Esboço da divisão de lotes	27
Figura 12: Lotes após divisão e cotagem	28
Figura 13: Peso do solo.....	41
Figura 14: Preparação da amostra para peneiramento	42
Figura 15: Peneiras utilizadas no ensaio	42
Figura 16: Pesagem das partes retidas	43
Figura 17: Planilha granulométrica do IME.....	43
Figura 18: Ábaco para determinação de CBR.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados dos parâmetros urbanísticos no município de Itaperuna.....26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Valores de C, conforme as características de urbanização da bacia
.....30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBR	California Bearing Ratio
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EBC	Empresa Brasil de Comunicação
FR	Fator Climático Regional
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
IFDM	Índice de Desenvolvimento Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IME	Instituto Militar de Engenharia
Vt	Volume Total de Tráfego
ZRBD	Zona Residencial de Baixa Densidade
ZHIS	Zonas Habitacionais Interesse Social

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Justificativa.....	15
1.2	Objetivos	15
1.2.1	Geral	15
1.2.2	Específicos	15
2	METODOLOGIA	17
2.1	Parcelamento do solo.....	17
2.1.1	Escolha e validação do local selecionado.....	19
2.1.2	Parâmetros urbanísticos	23
2.1.3	Parcelamento da gleba.....	25
2.2	Drenagem urbana.....	28
2.2.1	Áreas de influência das bacias.....	29
2.2.2	Coeficiente de escoamento superficial.....	29
2.2.3	Intensidade pluviométrica	30
2.2.4	Vazão de projeto	31
2.2.5	Declividade	31
2.2.6	Enchimento	32
2.2.7	Velocidade.....	33
2.2.8	Recobrimento mínimo.....	33
2.3	Rede de distribuição de água potável.....	34
2.3.1	Consumo médio por pessoa.....	34
2.3.2	Consumo diário de água.....	35
2.3.3	Vazão de projeto	35
2.3.4	Reservatório	36
2.4	Rede de coleta de esgoto sanitário	36
2.4.1	Vazões de início de plano e final de plano.....	36
2.4.2	Taxa de contribuição inicial e final.....	38
2.4.3	Declividade	39
2.4.4	Tensão trativa.....	39
2.4.5	Velocidade crítica.....	40
2.5	Pavimentação	40
2.5.1	Ensaio análise granulométrica por peneiramento	41

2.5.2	Classificação do agregado	43
2.5.3	Volume médio diário de tráfego.....	44
2.5.4	Volume total de tráfego.....	45
2.5.5	Número equivalente de operações de eixo padrão	45
2.5.6	Número equivalente de operações de eixo padrão	46
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	51
	ANEXO A – DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS USADOS NO	
	PROJETO	53

1 INTRODUÇÃO

Localizado no Noroeste Fluminense, Itaperuna é uma cidade com área territorial aproximada de 1.106,694 km². O último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) constatou 95.841 pessoas, com estimativa de 103.800 pessoas em 2020. Atravessada pela BR 356, uma das maiores Rodovias do país, a cidade atrai para seu meio urbano, grandes movimentações de veículos e pessoas de diversas regiões nacionais. Posicionada na bacia hidrológica do baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, a mesma é atravessada pelo Rio Muriaé, que sustenta as atividades hidrossanitário locais.

O município conta com diversas atividades econômicas. Seu polo industrial é contemplado por diferentes ramos, tendo como principais, os de confecções, pecuária e de laticínios. Seu comércio atrai consumidores de seus distritos e de diversas cidades vizinhas. Além disso, os negócios locais empregam colaboradores de toda a região Noroeste Fluminense.

Itaperuna também é referência na saúde, contando com um dos mais conceituados hospitais do estado, no qual realiza com exclusividade, diversos procedimentos de saúde. Além disso, a mesma conta com grandes representantes universitários, e sua vasta diversidade de cursos, como na área da saúde, engenharia, administrativa, biológica, entre outros, e atrai para si jovens de diversas regiões do país em busca de oportunidades de aprendizagem. Tais fatores levam o município a contar com o melhor índice de desenvolvimento socioeconômico do estado. É o que aponta o Índice de Desenvolvimento Municipal (IFDM), divulgado pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 2016) com base em dados oficiais de 2016.

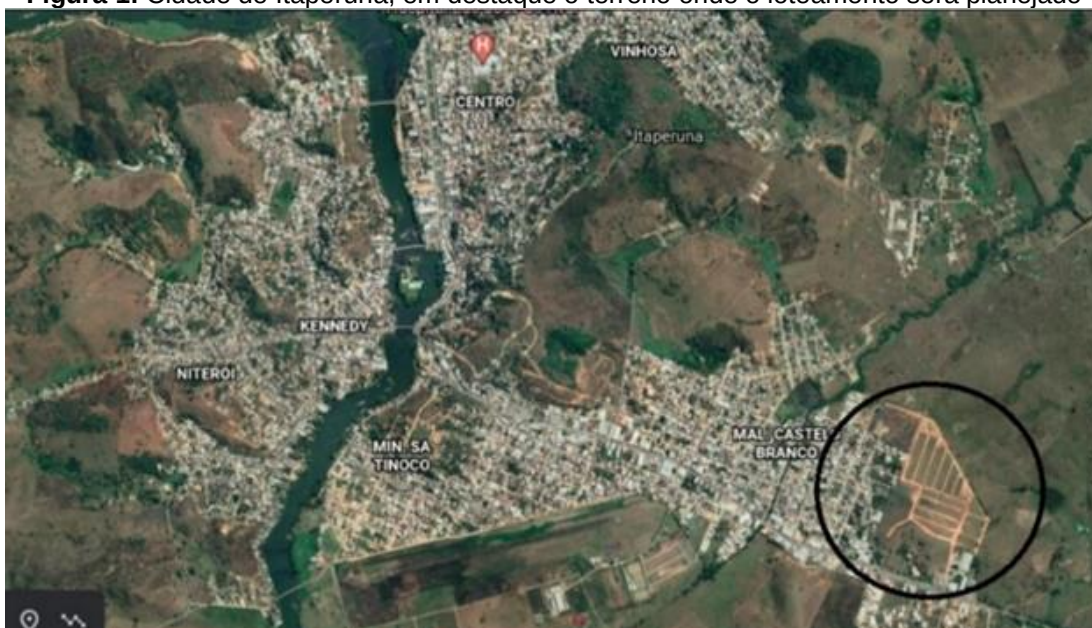
A urbe vem ganhando muito espaço e está em ascensão, por todos os fatores que alavancam seu crescimento, como as movimentações comerciais e industriais, o polo universitário, e sua referência em saúde. Acompanhando essa necessidade da expansão urbana, se faz necessário propostas de ocupação de forma ordenada, e para isso, uma solução sustentável e viável são os loteamentos de grandes áreas com o objetivo de dividir e planejar os espaços de maneira consciente e correta.

Um lote a mento planejado tem por obrigação apresentar infraestrutura mínima e adequada as necessidades básicas para o desenvolvimento urbano, como

abastecimento de água, serviços de esgotos, energia elétrica, entre outros, sendo ideal para a habitação e a circulação de pessoas no local.

A gleba estudada, local escolhido para o desenvolvimento de um loteamento, conta com aproximadamente 150.000 m² e localiza-se na extremidade leste do perímetro urbano de Itaperuna, bairro Aeroporto e tem como principal acesso à Rua Coronel José Bastos, próximo ao KM-3 da BR-356, uma das rodovias mais movimentadas da região, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1: Cidade de Itaperuna, em destaque o terreno onde o loteamento será planejado



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores no dia 08 de janeiro de 2021

O parcelamento de solo urbano no Brasil, tem como base, os princípios da Lei Federal n. 6.766 de 1979, que por sua vez define que loteamento de uma área consiste na subdivisão de uma área não habitada em parciais (lotes), e traçando vias de circulação ou ampliando as já existentes, de forma que torne possível a edificação e futura habitação dos lotes divididos (BRASIL, 1979).

Ao abordar as condições de possibilidade de execução e possíveis limitações na gleba selecionada para estudo, é necessário a consulta perante a lei que rege o assunto. Segundo a Lei Federal n. 6.766 de 1979 a infraestrutura básica dos parcelamentos de glebas situados nas Zonas Habitacionais declaradas por lei como de Interesse Social (ZHIS) consistirá, no mínimo, com vias de circulação, escoamento das águas pluviais, rede para o abastecimento de água potável, e soluções para o esgotamento sanitário e para a energia elétrica domiciliar, e no local estudado todas

as condições podem ser resolvidas com facilidade, já que há bairros ao lado com todos os recursos essenciais.

Referente as limitações de execução a mesma lei diz que “Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal, e não será permitido o parcelamento: Em terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas, em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados, em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes, em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação, em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção (BRASIL, 1979).

Visando a confecção de um loteamento na cidade de Itaperuna-RJ, se faz necessário estar em conforme o plano diretor vigente local, que neste caso é regido pela Lei n. 404 de 28 de dezembro de 2007. O parcelamento de solo poderá ser realizado mediante a algumas situações como: Desmembramento, desdobramento, remembramento e condomínio urbanístico (BRASIL, 2007).

As devidas normas de parcelamento do solo são de suma importância para um funcionamento adequado, já que o mesmo determina parâmetros afim de garantir o conforto, condições básicas de vida daqueles que irão usufruir do local, e evitar transtornos futuros previstos. Para a determinação do mesmo, é necessário um estudo prévio sobre as condições e características do município.

De acordo com Miguez e Veról (2015), a drenagem urbana é um conjunto de elementos, com a finalidade de recolher as águas pluviais precipitadas sobre um determinado local, transportando-as de maneira segura a um destino. O sistema tem o intuito de diminuir os vários prejuízos causados a comunidade devido a inundações, contribuindo de forma harmônica e sustentável para o desenvolvimento urbano.

O sistema de abastecimento de água potável pode ser definido como um conjunto de obras, equipamentos e serviços com o objetivo de distribuir água de forma constante para toda comunidade, atendendo aos requisitos de qualidade. Um sistema de abastecimento é composto por unidades como: manancial, captação, adução, rede de tratamento, reservatório, rede de distribuição e ramal domiciliar, este sendo responsável por levar a água potável até as residências. A água potável é um direito

e se faz necessária na vida de qualquer cidadão. Apesar disso, segundo dados disponibilizados pela Empresa Brasil de Comunicação (EBC, 2021), aproximadamente 35 milhões de pessoas não tem acesso a água potável no Brasil.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1999), a norma NBR 8160 diz que sistema de esgoto sanitário é um conjunto de tubulações e acessórios destinados a coletar e transportar de modo contínuo e higienicamente seguro o esgoto sanitário a um destino apropriado. O sistema de esgotamento sanitário é essencial para preservação do meio ambiente e para saúde da população, visto que o contato com a água contaminada gera a proliferação de doenças como hepatite, leptospirose e diversas outras doenças. Apesar de ser imprescindível, no Brasil existem muitos lugares sem este sistema, de acordo com os dados disponibilizados pela Empresa Brasil de Comunicação (EBC, 2021), aproximadamente 100 milhões de pessoas não tem serviço de coleta de esgoto adequada.

Segundo o Art. 5o da Lei Federal n. 6.766 de 1979, são definidas obrigações para projetar, porém não abrange com propriedade as questões de pavimentação, não sendo obrigatória a pavimentação, deixando para os estados e municípios, através de leis e confecções de planos diretores a definição do uso ou não de pavimentações no momento da projeção das vias de acesso (BRASIL, 1979).

A Lei Municipal de Itaperuna n. 879 de 2019 que se encontra no Plano Diretor do município, define que a pavimentação das ruas do loteamento é obrigatória para a liberação do projeto (BRASIL, 2019). A lei visa amenizar transtornos para os proprietários futuramente como, poeira, lama, erosão do solo, entupimento da rede de drenagem, entre outros, tendo em vista que a pavimentação das ruas tem a capacidade de enriquece os lotes a serem comercializados e melhora a infraestrutura da cidade local.

De acordo com a Terminologia Brasileira (TB - 7) (ABNT, 1982), os pavimentos podem ser classificados em pavimentos rígidos e flexível. No qual, rígidos são os de concreto de cimento, macadame de cimento e paralelepípedos rejuntados e os flexíveis se especifica entre dois tipos de materiais, os betuminosos e os calçamentos articulados, os betuminosos são feitos de pré-misturas a quente ou a frio e os calçamentos articulados são feitos de alvenaria poliédrica, paralelepípedos, blocos de concreto pré-moldados e outros revestimentos.

1.1 Justificativa

À ascensão populacional e socioeconômica do município de Itaperuna, conforme os achados da Firjan (2016) por meio do IFDM, trazem um tom de preocupação e alerta quanto a dificuldade de se encontrar áreas que contenham estruturas adequadas e devidamente legalizadas. Ainda, o uso do conhecimento e normas vigentes, favorecem a expansão ordenada e organizada de uma localidade, evitando assim, divergências e outros transtornos.

Em sequência, o local selecionado tem grandes movimentações comerciais em torno, proporcionando oportunidades de emprego e abertura de novos empreendimentos. Desse modo, torna-se atrativo para aqueles que desejam alcançar melhores condições de infraestrutura, segurança, qualidade de vida e bem-estar. Por fim, a motivação do trabalho diz respeito a gleba selecionada, vista ser ideal atendendo às necessidades básicas humanas de moradia, como a de abastecimento de água potável, coleta de esgoto, drenagem urbana e pavimentação das circulações locais.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Projetar um loteamento conforme as normas vigentes visando obter uma infraestrutura que proporcione qualidade de vida e bem-estar para os moradores do município de Itaperuna-RJ.

1.2.2 Específicos

De forma eficaz, arquitetar soluções para o desenvolvimento de um loteamento, em uma área de constante valorização e crescimento ascendente, buscando o melhor aproveitamento da gleba e seu melhor potencial de habitação, se sujeitando primeiramente, aos desígnios do plano diretor vigente na localidade.

- Levantar as normas e diretrizes municipais, federais e da Associação Brasileira de Normas Técnicas vigentes essenciais para confecção dos projetos;
- Obter informações da gleba perante visita ao local;
- Elaborar o projeto de parcelamento do solo e de pavimentação das vias;

- Projetar a rede de distribuição de água potável;
- Delinear a rede de drenagem urbana e de captação de esgoto sanitário apropriado.

2 METODOLOGIA

O loteamento urbano permite o parcelamento do solo através da subdivisão de uma gleba em lotes para futura comercialização. Cumprindo as funções sociais esperadas, apresentando rentabilidade, qualidade técnica e obedecendo à legislação, qualquer projeto de loteamento urbano torna-se atrativo (LEITE, 2018).

O projeto de loteamento foi desenvolvido de uma forma peculiar e com algumas restrições, sendo elas relacionadas ao momento de isolamento devido a pandemia a distância entre os graduandos desenvolvedores do mesmo, que residem em diferentes cidades. Durante o processo, o grupo se reuniu através de reuniões online, buscando desenvolver o projeto e sanar as necessidades do mesmo durante o período. Durante a execução, foram feitas visitas ao local para a obtenção de informações indispensáveis para o desenvolvimento do trabalho.

As metodologias e cálculos utilizados para dimensionamento dos sistemas de drenagem, redes de água potável, redes de coleta de esgoto sanitário, escolha e dimensionamento de pavimentações das vias, desmembramento dos lotes, e o traçado dos locais adequados para desenvolvimento das vias, estão de acordo com o plano diretor do município de Itaperuna, a lei que rege o parcelamento em território municipal, as normas de controle de qualidade e a lei federal do país que rege o uso e ocupação do solo.

2.1 Parcelamento do solo

O parcelamento do solo, pode ser feito nas formas de loteamento, desmembramento ou condomínio e são determinados por operações realizadas em áreas de expansão urbana por órgãos públicos ou iniciativas privadas, essas operações consistem na divisão de glebas conforme as normas do local de implantação.

A Lei Federal n. 6.766 de 1979 define que desmembramento é a subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com o aproveitamento do sistema viário existente, desde que não implique na abertura de novas vias e logradouros públicos, nem no prolongamento, modificação ou ampliação das já existentes. A mesma também define que loteamento é a subdivisão da gleba em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes (BRASIL, 1979). Como

nesse caso haverá a abertura e prolongamento de vias, pode-se definir o projeto a ser desenvolvido nesse estudo como loteamento.

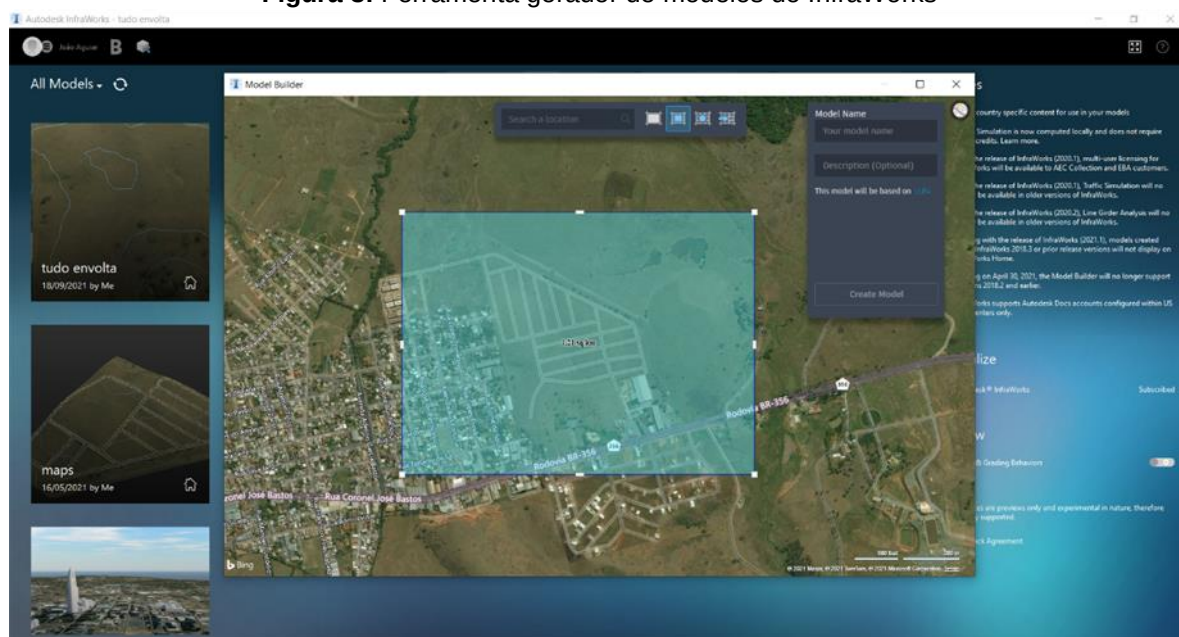
Boas diretrizes ou padrões no momento do parcelamento do solo, garante o bom aproveitamento da área escolhida e evita diversos transtornos relacionados ao mesmo, e para gerir esse processo se faz necessário o seguimento das leis que regem o assunto e as técnicas ao qual possibilita um parcelamento ideal.

Segundo a Lei Federal n. 6.766 de 1979, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão estabelecer normas complementares relativas ao parcelamento do solo municipal para adequar o previsto nesta Lei às peculiaridades regionais e locais (BRASIL, 1979). Em relação ao município de Itaperuna, os documentos que regem as normas do desenvolvimento e manutenção do município, são determinados pela Lei n. 404 do Parcelamento do Solo Urbano, regente desde 2007 e a Lei do Plano Diretor Participativo de Itaperuna-RJ, no qual, sua última atualização aconteceu em 2019 (BRASIL, 2019).

Os documentos se encontram disponíveis no site da prefeitura da cidade e determinam as diretrizes do plano de crescimento e desenvolvimento da cidade, de forma inteligente e que não comprometa seus princípios e desejos socioeconômicos presentes e futuros. O plano diretor do município divide a cidade em zonas de acordo com as características e seus empreendimentos, no qual cada uma tem peculiaridades a respeito das edificações e atividades locais, como demonstra o mapa de zonas na Figura 3. O local escolhido para estudo e desenvolvimento do projeto se situa na Zona Residencial de Baixa Densidade (ZRBD), de forma a seguir os princípios do desenvolvimento e ocupação do solo que regem a mesma.

A Lei Municipal n. 404 de 2007, define parâmetros urbanísticos a respeito do parcelamento das áreas e a suas devidas funções para com o loteamento, buscando garantir que os futuros moradores tenham acesso aos direitos básicos de um cidadão, como saúde, educação, lazer, transporte, entre outros (BRASIL, 2019). Os parâmetros urbanísticos referem-se: Ao dimensionamento dos lotes e das quadras, à destinação de áreas públicas para equipamentos urbanos e comunitários e áreas verdes, ao sistema de circulação viária interna da gleba parcelada e de sua integração aos sistemas de circulação viária da cidade, às faixas marginais de rodovias e linhas de transmissão de energia elétrica e às faixas marginais de proteção de cursos d'água (BRASIL, 2007).

Figura 3: Ferramenta gerador de modelos do InfraWorks



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores no dia 08 de janeiro de 2021

O mesmo, através de sua ferramenta denominada Gerador de Modelos, possibilita a localização do terreno desejado para desenvolvimento do loteamento através de imagens de satélite (Figura 3), possibilita também uma modelagem do maciço local em 3 dimensões, conforme a Figura 4 que demonstra a área selecionada e seus arredores, já com as curvas de nível visíveis, e a Figura 5 que demonstra as curvas de nível da área selecionada para o desenvolvimento do projeto. As imagens demonstram com clareza, que a área selecionada é ideal, já que a mesma apresenta uma taxa muito pequena em sua declividade, facilitando assim os processos de divisão dos lotes, os cálculos hidrossanitários e dispensando grandes movimentações de terra no momento da urbanização local.

Figura 4: Representação do terreno e seus arredores



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores no dia 08 de janeiro de 2021

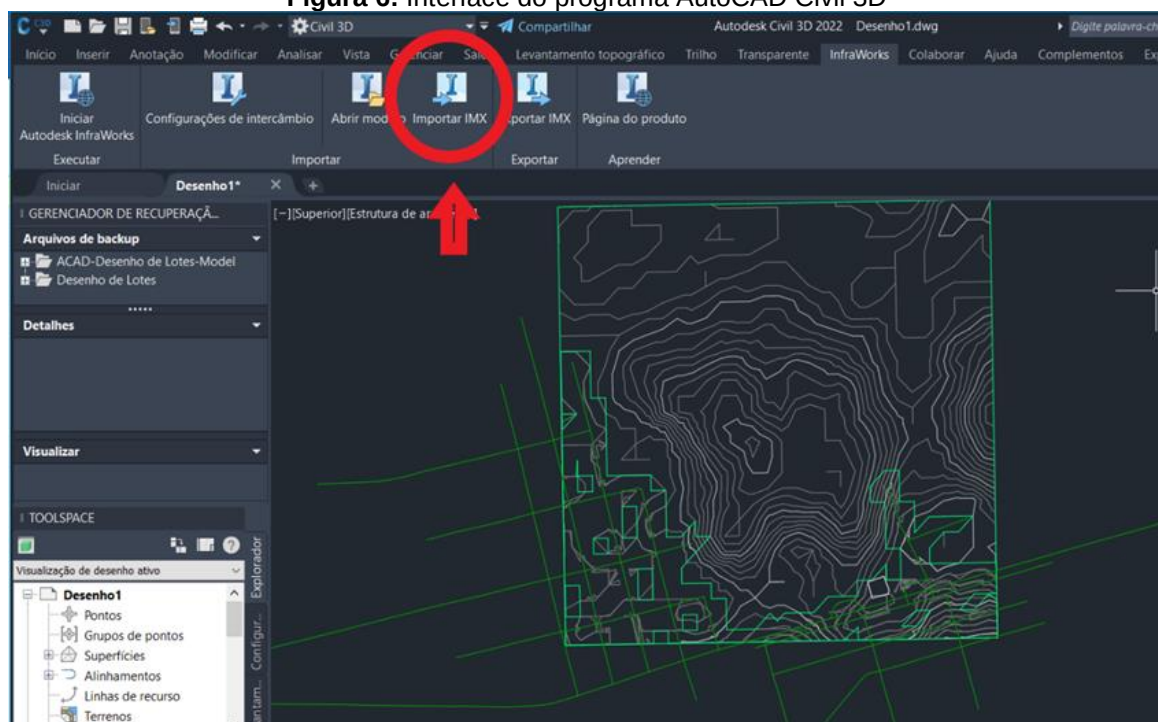
Figura 5: Representação das curvas de nível do local selecionado



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores no dia 08 de janeiro de 2021

Para a geração informações mais detalhadas e com valores mais precisos, o arquivo foi exportado do *software InfraWorks* e importado no *software AutoCAD Civil 3D* através de um arquivo IMX que é comum entre os denominados programas. Esse arquivo representa as ruas já existentes nos arredores, as curvas de nível do terreno e algumas informações das edificações locais, conforme demonstra a Figura 6:

Figura 6: Interface do programa AutoCAD Civil 3D



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores no dia 08 de janeiro de 2021

Para uma análise mais aprofundada, foi feita uma visita ao local, afim de desenvolver um breve levantamento sobre alguns detalhes adicionais a respeito da área estudada.

Figura 7: Foto da gleba em estudo



Fonte: os autores

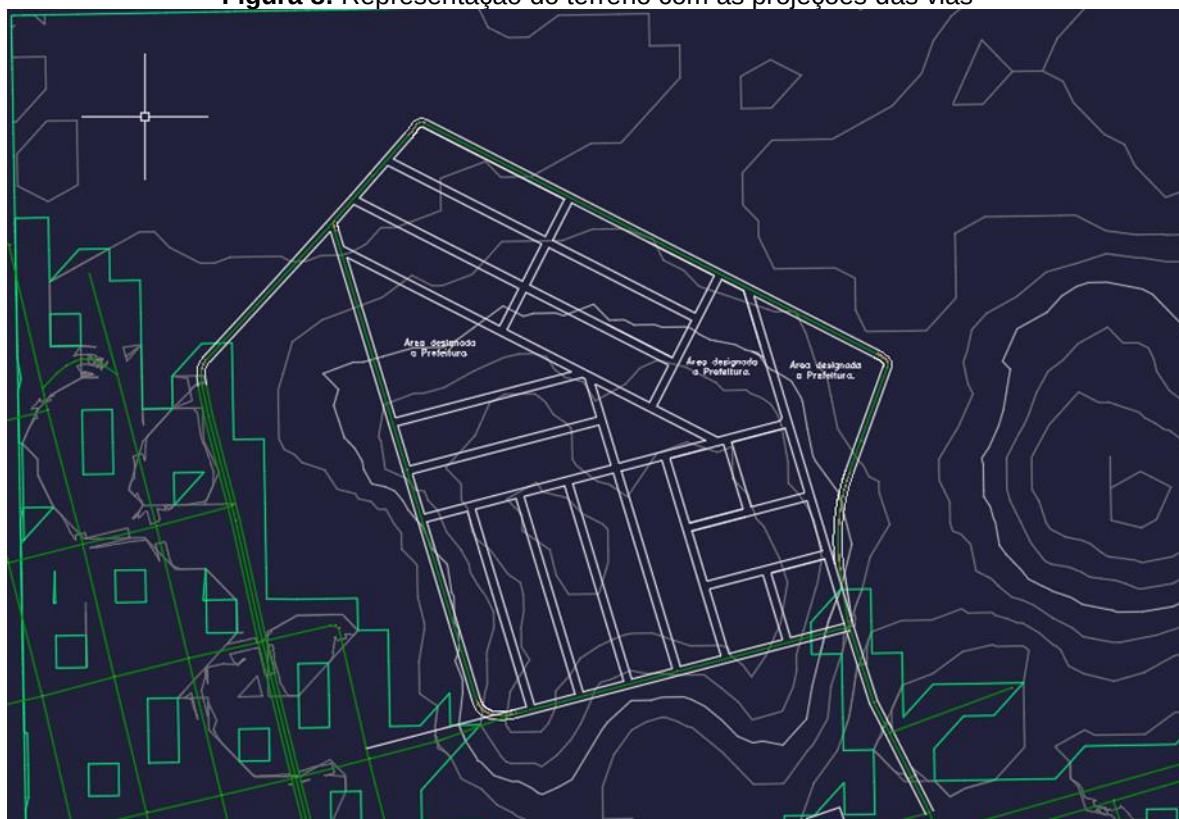
Após análise em campo, o levantamento expedito confirmou os detalhes sobre a declividade local, a estrutura das vias de acesso, entre outras informações, conforme demonstrada nos dados contidos na Figura 7.

2.1.2 Parâmetros urbanísticos

A respeito das faixas de domínio público, segundo a Lei Federal n. 6.766 de 1979, as vias de loteamento deverão articular-se com as vias adjacentes oficiais existentes ou projetadas, harmonizar-se com a topografia local e o local selecionado já conta com vias vizinhas, tornando fácil o desenvolvimento de vias de ligação (BRASIL, 1979). Os índices urbanísticos como área verde, área de uso público comum, entre outros, são determinados pela Lei n. 404 de 2007 da legislação municipal Itaperuna, assim como o dimensionamento das quadras do loteamento (BRASIL, 2007). As quadras devem possuir no máximo 250 metros de comprimento e um máximo de 150 metros de largura. O dimensionamento dos lotes, como já abordado, será definido a partir dos parâmetros do plano diretor vigente e todas as suas definições pré-estabelecidas, e suas testadas serão obrigatoriamente voltadas para a via de circulação pública.

Através das cotas de nível e perfil topográfico do terreno, foram traçadas as projeções das vias buscando sempre a melhor solução, os menores desníveis e conseqüentemente, a facilidade dos serviços a serem desenvolvidos e torna-los menos onerosos. Na Figura 8 podemos ver como ficaram divididas as quadras, respeitando as características exigidas pela legislação, conforto e segurança. O traçado das vias foi desenvolvido utilizando o *software* AutoCAD Civil 3D que têm diversas ferramentas de desenhos e traçados com precisão e escala adequada.

Figura 8: Representação do terreno com as projeções das vias



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores no dia 08 de janeiro de 2021

Levando em consideração todos os parâmetros já demonstrados e previstos, foram traçadas as vias, designadas e nomeadas as quadras que compõe o loteamento. As quadras foram nomeadas por letras (A ao S), totalizando um total de 18 quadras bem projetadas, com dimensões que obedecem a legislação, facilitam a divisão de lotes e cumprem a faixa mínima obrigatória de passeio de 1,5 metros. As Ruas foram projetadas e representadas por números (1 ao 19), de forma que todos os futuros lotes tenham acesso as vias urbanas e posteriormente tornem possível o desenvolvimento dos projetos complementares do loteamento, como os de drenagem, abastecimento de água, captação de esgoto e pavimentação adequada. A demonstração da divisão de quadras e traçados das vias estão representadas na Figura 9.

Figura 9: Representação das quadras e vias identificadas

Fonte: Captura de tela realizada pelos autores no dia 08 de janeiro de 2021

2.1.3 Parcelamento da gleba

Após adquirir informações sobre o local como a área, declividade, situação aparente do solo, foram desenvolvidos os parâmetros urbanísticos do local. A Lei do Plano Diretor Participativo de Itaperuna determina diretrizes como área mínima de lote, testada mínima, coeficiente de aproveitamento mínimo e máximo, taxa de ocupação mínima de terreno, afastamentos mínimos, entre outros como demonstra a Tabela 1 (BRASIL, 2019). O processo de divisão de lotes foi desenvolvido de forma inteligente, sustentável, buscando proporcionar a melhor experiência entre os beneficiários do empreendimento.

Tabela 1: Dados dos parâmetros urbanísticos no município de Itaperuna
PARÂMETROS URBANÍSTICOS NOVOS LOTEAMENTOS

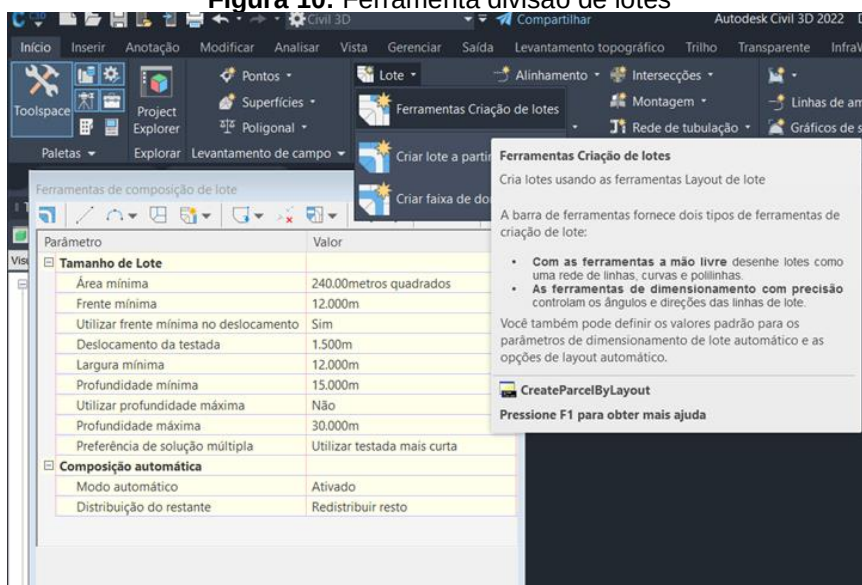
ZONA	ÁREA	FRENTE	COEFICIENTE DE			TAXA OCUPAÇÃO (%)
	MÍNIMA (m ²)	MÍNIMA (m)	MÍNIMO	BÁSICO	MÁXIMO	
ZRBD	240,00	12,00	0,50	7,00	9,50	80,00

Fonte: Brasil (2019, *on-line*)

Os parâmetros e destinação das áreas públicas, regidos pela Lei n. 404 de 2007, define as parcelas mínimas para cada item. A respeito da área verde, a lei define a mesma como: Área descoberta e permeável do terreno, dotada de vegetação que contribua para o equilíbrio climático e favoreça a drenagem de águas pluviais, e que a mesma deve corresponder a no mínimo 2% (dois por cento) do total da gleba a ser loteada. A parcela mínima de áreas destinadas ao município nunca deverá ser inferior a 35% da área total da gleba, e as áreas destinadas a equipamentos comunitários devem corresponder a no mínimo 20% da mesma.

Para o parcelamento foi utilizado o *software* AutoCAD Civil 3D, que conta com instrumentos específicos para a divisão de espaços de forma automática. Através da ferramenta “Criação de Lotes” foi possível realizar o parcelamento, utilizando informações como área mínima, frente mínima, profundidade mínima, largura mínima, afastamento da testada, entre outros parâmetros já previstos na Lei n. 404 de 2007 e o Plano Diretor Municipal de 2019 (BRASIL, 2019), como demonstra a Figura 10:

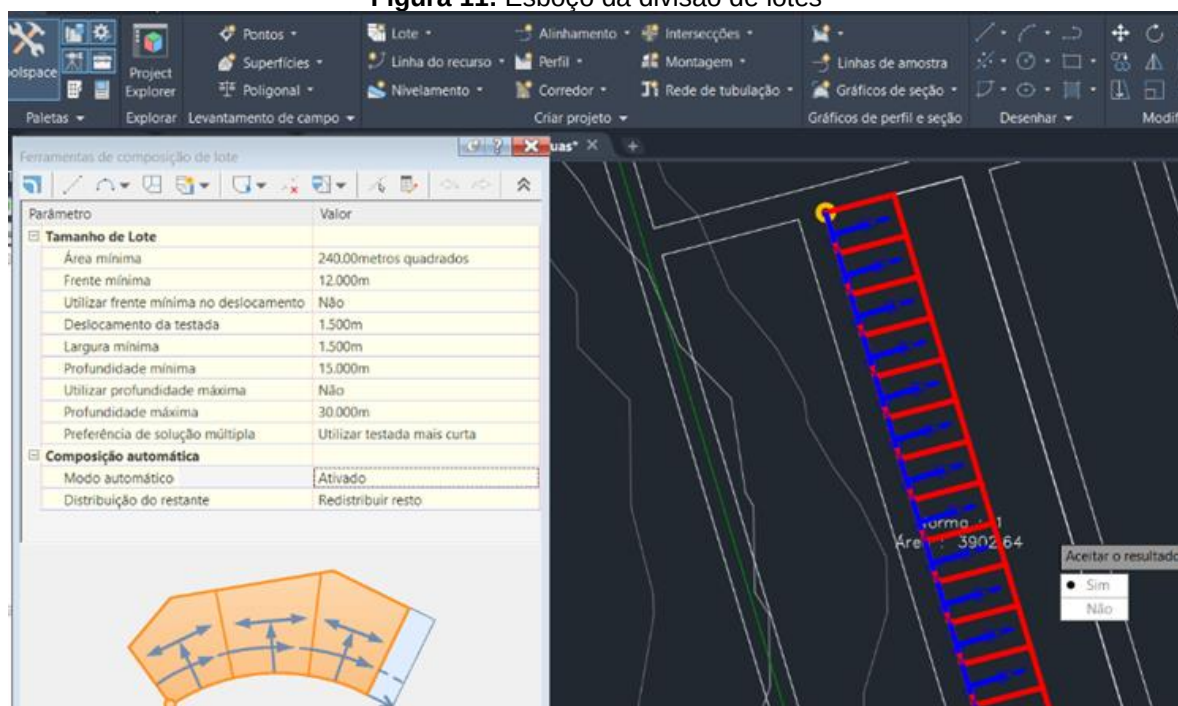
Figura 10: Ferramenta divisão de lotes



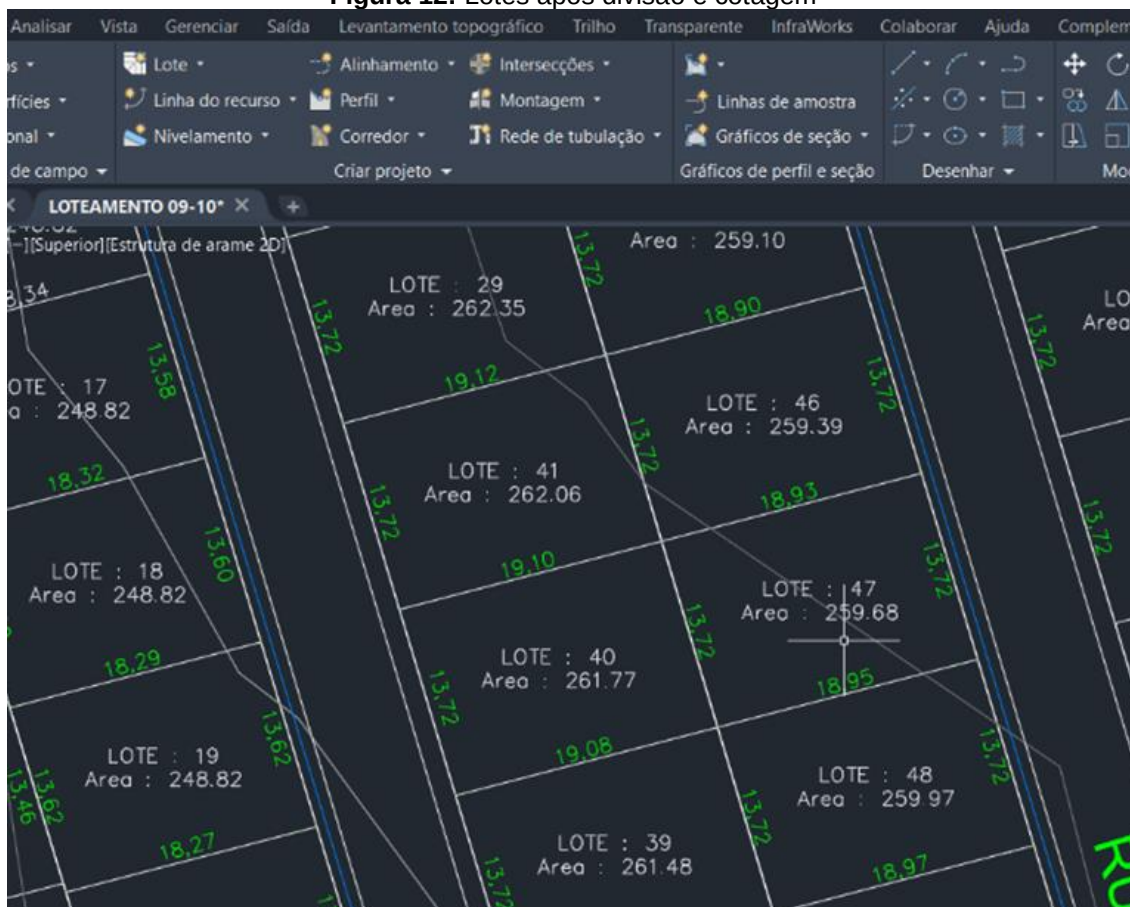
Fonte: Autodesk CIVIL 3D captura de tela realizada pelos autores no dia 08 de janeiro de 2021

Após a inserção das informações necessárias, o programa sugere um parcelamento prévio, que proporciona um esboço de como irá ficar a distribuição dos lotes dentro da quadra selecionada, como pode ser visto na Figura 11. Ao concordar com o esboço apresentado pelo programa, os lotes são divididos, nomeados e têm suas áreas designadas, como pode ser visto na Figura 12. Logo após o parcelamento, através da ferramenta de cotas, os mesmos foram cotados em todas as extremidades e verificados afim de encontrar uma possível irregularidade, o que não houve em nenhum deles.

Figura 11: Esboço da divisão de lotes



Fonte: Captura de tela realizada pelos autores no dia 08 de janeiro de 2021

Figura 12: Lotes após divisão e cotagem

Fonte: Captura de tela realizada pelos autores no dia 08 de janeiro de 2021

2.2 Drenagem urbana

Segundo (MIGUEZ; VERÓL, 2015; ROCHA, 2020), os sistemas de drenagem urbana são classificados em microdrenagem e macrodrenagem. No que se refere a microdrenagem esta é constituída por um sistema de condutos em nível de loteamento, projetado para captação do escoamento superficial gerados pelas áreas urbanizadas, como: construções, lotes, ruas, praças etc. A macrodrenagem corresponde à rede de maior porte, normalmente associada aos caminhos de drenagem natural constituídos por rios e córregos.

De acordo com Tucci, Porto e Barros (1995), o sistema de drenagem pluvial é composto de diversos dispositivos:

- Galeria: estruturas que recebem as vazões das bocas de lobo e são responsáveis pela condução das águas de chuva através das canalizações do serviço público ou de origem privada;

- Poço de Visita: elementos posicionados em locais estratégicos das galerias, onde há alterações na direção, diâmetro e declividade dos condutos, utilizados inclusive para realizar a manutenção da rede;
- Trecho: extensão do sistema localizado entre dois poços de visita.
- Bocas de lobo: dispositivos localizados junto a sarjeta, responsável pelo recebimento das águas pluviais;
- Tubos de ligações: tem a responsabilidade de transportar até as galerias ou poços de visita, as águas pluviais vindas das bocas de lobo;
- Meios-Fios: são as peças dispostas entre a via pública e a calçada, em posição paralela em relação ao eixo da via, onde a parte superior do meio-fio coincide com o nível do passeio;
- Sarjetas: dispostos localizados paralelamente ao meio-fio, e recebem os escoamentos incidentes na via pública.

O dimensionamento da rede de drenagem foi realizado com base nos métodos de cálculos disponibilizados pelo Manual de Drenagem de Rodovias (BRASIL, 2006).

2.2.1 Áreas de influência das bacias

Segundo (VERÓL; MIGUEZ; REZENDE, 2016) a bacia hidrográfica é uma unidade fisiográfica limitada por fatores topográficos; desta forma, a área de drenagem em seu interior recebe a água precipitada, conduzindo-a até o ponto considerado, chamado exultório. Ao realizar o dimensionamento da rede, primeiramente foi delimitada as áreas de influência das micro bacias que contribuem para os alagamentos na área de estudo.

2.2.2 Coeficiente de escoamento superficial

Conforme (VERÓL; MIGUEZ; REZENDE, 2016), o coeficiente de escoamento superficial é determinado como a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado, podendo ser estimado em função da topografia, cobertura vegetal e tipo de solo. Para estabelecer o coeficiente de escoamento superficial “C”, foi utilizado a tabela abaixo com base nas características de urbanização.

Quadro 1: Valores de C, conforme as características de urbanização da bacia

ZONAS	Valores de C
De edificação muito densa: partes centrais densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas;	0,70 a 0,95
De edificação não muito densa: partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas;	0,60 a 0,70
De edificação com pouca superfície livre: partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas;	0,50 a 0,60
De edificação com muitas superfícies livres: partes residenciais tipo cidade-jardim, ruas macadamizadas ou pavimentadas;	0,25 a 0,50
De subúrbios com alguma edificação: partes de arrebalde com pequena densidade de construções;	0,10 a 0,25
De matas, parques e campos de esporte: partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques e campos de esporte sem pavimentação.	0,05 a 0,20

Fonte: Garotti; Barbassa (2010, p. 21)

2.2.3 Intensidade pluviométrica

De acordo com o Manual de Drenagem de Rodovias (BRASIL, 2006), a intensidade pluviométrica é a quantidade de precipitação que ocorre em uma unidade de tempo (mm/h), para uma chuva com uma dada frequência e com uma duração igual ao tempo de concentração. Para o cálculo da intensidade pluviométrica foi utilizado o valor de 1598 mm como pluviometria anual de Itaperuna, conforme (ROSTAGNO, 2018; 2018):

$$i = \frac{K \times T^x}{(t + t_1)^y} \quad (1)$$

$$i = \frac{1598 \times 10^{0,15}}{(t + 20)^{0,74}}$$

Onde,

i = intensidade pluviométrica (mm/h).

T = período de retorno (anos).

t = tempo de concentração em minutos.

K, t1, x e y = constantes relativas aos parâmetros pluviométricos locais.

2.2.4 Vazão de projeto

Segundo (TOMAZ, 2013), o método racional é indireto e estabelece uma relação entre a chuva e o escoamento superficial. Sendo utilizado para calcular a vazão escoada superficialmente de pequenas bacias. Para determinar a vazão de projeto foi utilizada a equação de método racional a seguir:

$$Q = f \times Cd \times C \times \left(\frac{i}{360} \times 10^{-3}\right) \times A \quad (2)$$

Onde,

Q = deflúvio parcial (m³/s).

f = coeficiente de deflúvio.

Cd = Coeficiente de distribuição = 1.

C = coeficiente de escoamento superficial.

i = intensidade pluviométrica (mm/h).

A = área da bacia de drenagem (m²).

2.2.5 Declividade

A declividade foi estabelecida sendo a diferença entre a cota máxima e a cota mínima, sobre a extensão da rede. Importante ressaltar que foi necessário identificar a posição dos poços de visitas em relação as curvas de nível.

$$S = \frac{Ct\ Pv\ x - Ct\ Pv\ y}{L} \quad (3)$$

Onde,

Ct Pv x = cota do terreno onde se localiza o poço de visita (m).

Ct Pv y = cota do terreno onde se localiza o poço de visita posterior (m).

L = comprimento da galeria que é interligada aos dois poços de visita (m).

2.2.6 Enchimento

Segundo o Manual de Drenagem de Rodovias (BRASIL, 2006), enchimento é a relação entre o tirante normal e o diâmetro do tubo. Nesta etapa do dimensionamento o objetivo foi determinar a porcentagem de enchimento dos tubos. Importante ressaltar que o enchimento não pode ser superior a 85% de forma a evitar o comprometimento do sistema.

Primeiramente foi calculado o fator de condução (K):

$$K = \frac{Qt}{\sqrt{S}} \quad (4)$$

Onde,

Qt = deflúvio total a escoar (m³/s).

S = declividade.

Posteriormente foi determinado o coeficiente C2:

$$C2 = \frac{K}{\left(\frac{D^3}{n}\right)} \quad (5)$$

Onde,

K = fator de condução (K).

D = diâmetro da galeria (m).

n = coeficiente de rugosidade de Manning = 0,013.

Após determinar o valor do coeficiente C₂, foi utilizado a tabela de dados numéricos disponibilizada pelo Manual de Drenagem de Rodovias (BRASIL, 2006) para determinar o valor de Y/d, coeficiente utilizado no cálculo para determinar a altura da lâmina de água na galeria:

$$N = D \times Y/d \quad (6)$$

Onde,

Y/d = coeficiente determinado pela tabela do manual de drenagem de rodovias do DNIT

D = diâmetro da galeria (m).

2.2.7 Velocidade

De acordo com o Manual de Drenagem de Rodovias (BRASIL, 2006), para o cálculo de velocidade foi utilizado o coeficiente $C1$, estabelecido pela tabela de dados numéricos. É importante destacar que no dimensionamento das galerias o valor da velocidade não pode ser inferior a 0,75 m/s e ultrapassar 5 m/s, de forma a não comprometer o sistema.

$$v = \frac{Qt}{C1 \times D^2} \quad (7)$$

Onde,

v = velocidade (m/s).

Qt = deflúvio total a escoar (m³/s).

D = diâmetro da galeria (m).

2.2.8 Recobrimento mínimo

O Manual de Drenagem de Rodovias (BRASIL, 2006), define que o recobrimento é a distância mínima que a parte superior da galeria de drenagem deve ter do greide da rua. No dimensionamento foi utilizado a equação abaixo.

$$REC = 0,4 + \frac{D}{2} \quad (8)$$

Onde,

REC = recobrimento mínimo (m).

D = diâmetro da galeria (m).

2.3 Rede de distribuição de água potável

Segundo a NBR 12218 (ABNT, 2017), para realizar o dimensionamento da rede de distribuição de água potável é necessário definir as etapas de execução e das correspondentes vazões de distribuição, estabelecer o perímetro de área a ser abastecido e dimensionar os condutos. Portanto, para confecção do projeto foi imprescindível a realização dos cálculos.

2.3.1 Consumo médio por pessoa

Primeiramente, para determinar o consumo médio por pessoa foi realizado o cálculo para indicar o número de habitantes do loteamento, levando em consideração 5 pessoas por lote.

$$P = 5 \times L$$

$$P = 5 \times 375 \quad (9)$$

$$P = 1875$$

Onde,

L = número de lotes.

P = população de uma determinada região.

Posteriormente foi feito o cálculo para determinar o consumo diário de água por pessoa.

$$q = \frac{V}{365 \times P}$$

$$q = \frac{100000000}{365 \times 1875} \quad (10)$$

$$q = 150 \text{ l/hab. dia}$$

Onde,

q = consumo per capita (l / hab. dia).

V = volume de água distribuído anualmente.

P = população de uma determinada região.

2.3.2 Consumo diário de água

Para os projetos de abastecimento de água e de captação de esgoto, durante a concepção da rede, para que o sistema venha atender a uma população sempre maior que a atual, deve-se adotar um horizonte de projeto de aproximadamente 20 anos. Essa medida é necessária para acompanhar o crescimento demográfico da região, pois, com o tempo, é natural que haja um crescimento populacional devido ao aumento de renda dos moradores ou ao crescimento do comércio e da indústria local, no entanto, estes fatores geram um aumento na demanda do consumo de água (TSUTIYA, 2006).

Para determinar o Consumo Diário, foi realizado um cálculo estimativo com base nas informações do IBGE (2010), para determinar o crescimento populacional na região 20 anos depois. Para determinar o consumo diário de água potável no loteamento, em litros por dia, foi necessário multiplicar o consumo médio per capita (q) pela população prevista local (Pp), conforme mostra a equação abaixo:

$$Cd = q \times Pp \quad (11)$$

Onde,

Cd = consumo diário de água no loteamento (l / dia).

q = consumo per capita (l / hab. dia).

Pp = população prevista de uma determinada região.

2.3.3 Vazão de projeto

Conforme Porto (2006), a vazão de projeto de uma rede de distribuição deve ser dimensionada pela equação abaixo, no qual, 3600 representa a quantidade de segundos em uma hora, (h) indica o número de horas que o sistema estará sendo utilizado. Essa aplicação é necessária para converter a unidade de medida de litros por dia (l/dia) para litros por segundo (l/s). Os coeficientes K1 = 1,2 e K2 = 1,5 são utilizados para compensar o dia e a hora de maior consumo.

$$Q = \frac{Cd \times K1 \times K2}{3600 \times h} \quad (12)$$

2.3.4 Reservatório

Para determinar a quantidade e as dimensões do reservatório de água, foi necessário obter o consumo de água no dia de maior consumo, onde a quantidade determinada é a mínima a ser reservada.

$$C = Cd \times K1 \times D \quad (13)$$

Onde,

C = consumo de água no dia de maior consumo (l / dia).

Cd = consumo diário de água no loteamento (l / dia).

D = número de dias de consumos contidos no reservatório.

Portanto, foram projetados dois reservatórios que comportassem 200.000 L de água potável cada, com dimensões de 9 metros de diâmetro e 4 metros de altura. Os reservatórios foram locados no ponto mais alto do loteamento, de forma a facilitar a distribuição de água, atendendo a todas as residências de forma segura e eficaz.

2.4 Rede de coleta de esgoto sanitário

O esgoto sanitário corresponde a um despejo líquido resultante dos acréscimos de esgotos residenciais e das indústrias, águas de infiltração e contribuição pluvial conforme norma NBR 9648 (ABNT, 1986). Para o desenvolvimento do projeto da rede de coleta de esgoto sanitário foi utilizada como base a NBR 9649 (ABNT, 1986).

2.4.1 Vazões de início de plano e final de plano

Primeiramente, para se obter as vazões de início e final de plano foi preciso determinar as vazões domésticas. É importante ressaltar que segundo a NBR 9649 (ABNT, 1986), para se realizar o dimensionamento da rede de esgoto é necessário ter conhecimento das vazões que influenciam no sistema, pois a vazão de projeto não pode ser inferior a 1,5 l/s.

Equação da vazão doméstica inicial:

$$Q_{di} = \frac{P_i \times C \times q \times K_2}{86400} \quad (14)$$

Onde,

Q_{di} = vazão doméstica inicial (l/s).

C = coeficiente de retorno = 0,8.

q = consumo de água efetivo per capita (l/hab.dia).

P_i = população inicial.

K_2 (coeficiente de máxima vazão hora) = 1,5.

Equação da vazão doméstica final:

$$Q_{df} = \frac{P \times C \times q \times K_1 \times K_2}{86400} \quad (15)$$

Onde,

Q_{df} = vazão doméstica final (l/s).

C = coeficiente de retorno = 0,8.

q = consumo de água efetivo per capita (l/hab.dia).

P = população após o período de vida útil do projeto (após 20 anos).

K_1 (coeficiente de máxima vazão dia) = 1,2.

K_2 (coeficiente de máxima vazão hora) = 1,5.

Após obter os valores de vazão doméstica inicial (Q_{di}) e vazão doméstica final (Q_{df}), foi possível calcular as vazões de início de plano e final de plano.

Equação da vazão de início de plano:

$$Q_i = Q_{di} + Q_{inf} + Q_c \quad (16)$$

Onde,

Q_i = vazão de início de plano (l/s).

Q_{di} = vazão doméstica inicial (l/s).

Q_{inf} = vazão de infiltração = 0,2.

Q_c = vazão de consumo direto = 0.

Equação da vazão de final de plano:

$$Q_f = Q_{df} + Q_{inf} + Q_c \quad (17)$$

Onde,

Q_f = vazão de final de plano (l/s).

Q_{df} = vazão doméstica final (l/s).

Q_{inf} = vazão de infiltração = 0,2.

Q_c = vazão de consumo direto = 0.

2.4.2 Taxa de contribuição inicial e final

A taxa de contribuição é representada por um valor fixo de parcela de esgoto para unidade de comprimento de rede, de forma que devem ser consideradas as contribuições de esgoto acrescido das águas de infiltração (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2011). Para o cálculo, foram utilizadas as equações dispostas pela NBR 9649 (ABNT, 1986).

Taxa de contribuição inicial:

$$Tx_i = \frac{Q_i}{L} \quad (18)$$

Onde,

Tx_i = taxa de contribuição inicial (l/m.s).

Q_i = vazão de início de plano (l/s).

L = comprimento total da rede (m).

Taxa de contribuição final:

$$Txi = \frac{Qf}{L} \quad (19)$$

Onde,

Txf = taxa de contribuição final (l/m.s).

Qf = vazão de final de plano (l/s).

L = comprimento total da rede (m).

2.4.3 Declividade

A declividade é um fator extremamente relevante, pois este fator proporciona uma tensão a linha de energia necessária para deslocamento de esgoto, gerando uma condição de autolimpeza. No dimensionamento foi utilizado a equação abaixo:

$$Imin = \frac{Ct Pv x - Ct Pv y}{L} \quad (20)$$

Onde,

Imin = declividade mínima (m/m).

Ct Pv x = cota do terreno onde se localiza o poço de visita (m).

Ct Pv y = cota do terreno onde se localiza o poço de visita posterior (m).

L = comprimento da galeria que é interligada aos dois poços de visita (m).

2.4.4 Tensão trativa

A verificação da tensão trativa é de suma importância, pois com o excesso de declividade a lâmina de água pode-se misturar com o ar dentro dos condutos formando bolhas, conseqüentemente aumentando de volume. A NBR 9649 (ABNT, 1986) estabelece o valor mínimo de 1,00 MPa para a tensão.

$$\sigma = 10^4 \times RH \times I \quad (21)$$

Onde,

σ = tensão trativa (Pa).

RH = raio hidráulico (m).

I = declividade (m/m)

2.4.5 Velocidade crítica

O objetivo do cálculo de velocidade crítica é verificar se o conduto projetado trabalha de forma forçada ou como conduto livre. A NBR 9649 (ABNT, 1986) evidencia que quando a velocidade final deve ser maior que a velocidade crítica, a lâmina de água não pode ser maior que 50% do diâmetro da tubulação, de forma a garantir a ventilação no mesmo. A velocidade foi determinada pela equação abaixo:

$$V_c = 6 \times (g \times RH)^{0,5} \quad (22)$$

Onde,

V_c = velocidade crítica (m/s).

RH = raio hidráulico (m).

g = aceleração da gravidade (m/s²).

2.5 Pavimentação

Segundo Bernucci *et al.* (2010), pavimento é uma estrutura de diversas camadas sobrepostas, confeccionadas sobre a superfície de terraplenagem, destinada a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e das condições climáticas, além de propiciar aos usuários conforto, economia e segurança nas situações de deslocamento.

Para realização dos ensaios específicos descritos a seguir, foi feita uma visita ao local estudado para a retirada das amostras, foram escolhidos três pontos distintos de forma que se tenha uma análise melhor quanto ao solo local. Com relação a profundidade, conforme estabelecido por norma, foi escavado 60 centímetros antes da retirada da amostra, afim de evitar coletas de solo que não representam as características originais do solo local, já que na superfície pode conter resíduos com características divergentes. Importante ressaltar que, no decorrer da confecção do projeto de pavimentação foram utilizados os conceitos disponibilizados pelo DNIT (BRASIL, 2006).

2.5.1 Ensaio análise granulométrica por peneiramento

O ensaio de peneiramento é uma parte imprescindível na análise granulométrica dos solos, a partir do mesmo, obtém-se informações essenciais do maciço o que nos possibilita entender melhor seu comportamento. O peneiramento é responsável pela determinação das amostras mais grossas como areias e pedregulhos.

A equação do ensaio de peneiramento é dada por:

$$Qg = \frac{P_s - P_t}{P_s} \times 100 \quad (23)$$

Onde,

Qg = Percentagem do material passado em cada peneira.

Ps = Peso total da amostra seca.

Pt = Peso do material retido acumulado.

Das amostras coletadas foram separados 1 kg de solo de cada amostra, que foram levadas ao laboratório e misturados para realização dos ensaios, totalizando 3 kg, conforme a Figura 13.

Figura 13: Peso do solo



Fonte: os autores

Para a realização do ensaio de Peneiramento foram separados e torreados aproximadamente 1,2 Kg da amostra de solo, conforme a Figura 14, afim de separar os grãos. As peneiras utilizadas no processo foram as de malha (2,00 mm; 1,2 mm; 600 μmm ; 420 μmm ; 300 μmm ; 150 μmm ; 74 μmm), conforme determina a norma que rege o ensaio (Figura 15). Para a agitação do solo foi utilizado um motor disponível no laboratório, o mesmo ficou durante 120 segundos no processo, fazendo com que cada grão se manteve em sua faixa de diâmetro.

Figura 14: Preparação da amostra para peneiramento



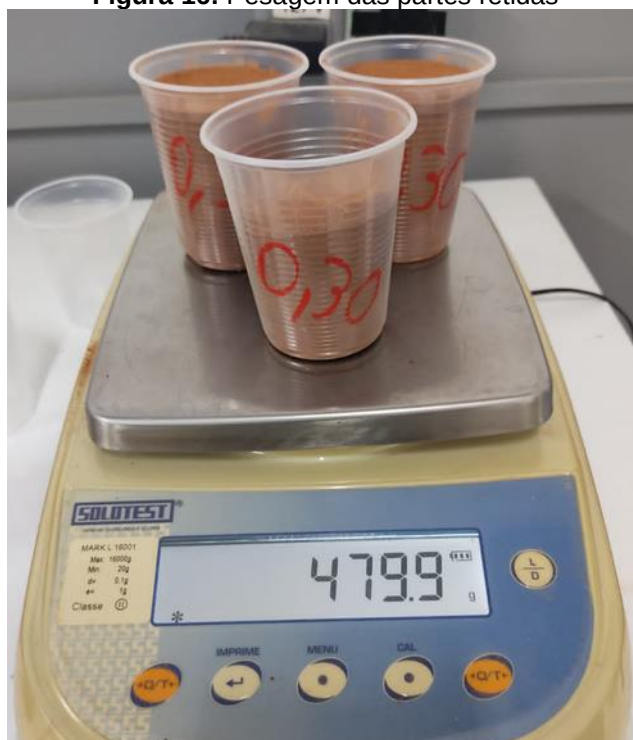
Figura 15: Peneiras utilizadas no ensaio



Fonte: os autores

Em seguida, o material retido em cada peneira foi pesado separadamente em uma balança de precisão, conforme pode-se observar no exemplo da Figura 16. Com a pesagem das partes retidas, pode-se adquirir os valores essenciais para a conclusão do ensaio granulométrico em forma de peneiramento. Para a determinação dos parâmetros do solo foi utilizado uma planilha desenvolvida pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) (Figura 17), que após alimentada com as informações adquiridas no ensaio, a mesma determina diversos valores importantes para o andar do projeto, como classificação do solo, umidade do solo, entre outros.

Figura 16: Pesagem das partes retidas



Fonte: os autores

Figura 17: Planilha granulométrica do IME

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9	OBRA:	345	OPERADOR:			
10	VISTO:		DATA:			
11	AMOSTRA:					
12						
13	Amostra Total Seca		Umidade Higroscópica		Resumo Granulometria (%)	
14	Amostra Total		Cápsula N ^o	4	Pedregulho (>4,8mm)	0,00
15	Úmida (g)	1.201	Peso Cápsula N ^o (g)	10	Areia Grossa	
16	Retido n ^o 10 (g)	45,30	Cápsula e Solo Úmido (g)	45,30	4,8 - 2,0mm	3,77
17	Passando N ^o 10 Úmida (g)	1.155,50	Cápsula e Solo Seco (g)	45,28	Areia Média	
18	Água (g)		Solo Seco (g)	35,28	2,0 - 0,42mm	46,76
19		0,65	Água (g)	0,02	Areia Fina	
20	Passando N ^o 10 Seca (g)	1.154,85	Umidade Higroscópica(%)	0,06	0,42 - 0,074mm	47,57
21	Amostra Total				Silte+Argila(<0,074mm)	1,90
22	Seca (g)	1.200,15	Fator de Correção	0,9994	Total	100,00
23						

Fonte: Instituto Militar de Engenharia (IME, 2021)

2.5.2 Classificação do agregado

Este tópico tem o objetivo de classificar o agregado através da fórmula abaixo a partir de resultados obtidos no ensaio de granulometria.

$$P = 100 \left(\frac{d - d_0}{D - d_0} \right)^n \quad (24)$$

Onde,

D = diâmetro máximo.

d₀ = diâmetro mínimo.

P = Porcentagem que passa na peneira de diâmetro d.

n = constante.

A classificação dos agregados:

- Agregado de graduação densa: $0,35 < n < 0,55$;
- Agregado de graduação aberta: $0,55 < n < 0,75$;
- Agregado do tipo macadame: $D = 2d = 1,0$.

2.5.3 Volume médio diário de tráfego

Para realização do cálculo de volume diário, com base nas informações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) deve-se estimar no mínimo 10 anos. Para o cálculo a seguir foi estimado em 15 anos a vida útil do projeto e utilizado uma taxa de crescimento populacional anual de 1%.

$$V_m = \frac{V_1 \times \left[2 + (P - 1) \times \frac{t}{100} \right]}{2}$$

$$V_m = \frac{766 \left[2 + (15 - 1) \times \frac{0.01}{100} \right]}{2} \quad (25)$$

$$V_m = 792,81$$

Onde,

V_m = volume diário médio de tráfego;

V₁ = volume de tráfego inicial de projeto;

P = durante o período de anos;

t = taxa de crescimento anual.

2.5.4 Volume total de tráfego

O volume total de tráfego é definido pela quantidade de veículos que transitam pela seção da via em um determinado intervalo de tempo. O cálculo realizado pode ser visto a seguir:

$$\begin{aligned}
 Vt &= 365 \times P \times Vm \\
 Vt &= 365 \times 15 \times 792,81 \\
 Vt &= 4.341 \times 10^6
 \end{aligned}
 \tag{26}$$

Onde,

Vt = volume total de tráfego;

P = durante o período de anos;

Vm = volume diário médio de tráfego.

2.5.5 Número equivalente de operações de eixo padrão

Obtendo-se o valor de Volume Total de Tráfego (Vt), foi calculado o Número equivalente de operações de eixo padrão durante o período de projeto (N). Para realização do cálculo foi utilizado o valor de 1,8 para o Fator Climático Regional (FR) pois o índice pluviométrico anual da cidade de Itaperuna é superior a 1500.

$$\begin{aligned}
 N &= Vt \times (FV) \times FR \\
 N &= 4.341 \times 10^6 \times (3,36) \times 1,8 \\
 N &= 2.625 \times 10^7
 \end{aligned}
 \tag{27}$$

Onde,

Vt= volume total de tráfego.

FR= fator climático regional.

FV= fator de veículo.

N= Número equivalente de operações de eixo padrão durante o período de projeto.

2.5.6 Número equivalente de operações de eixo padrão

Para dimensionar as camadas dos pavimentos foi utilizado o ábaco disponibilizado pelo DNIT, figura 17, que correlaciona a operação de eixo e o índice de *California Bearing Ratio* (CRB) adquirido. Os valores adotados para CBR são 0,5% para subleito, 10% para reforço, 25% para sub-base, 85% para base. Importante ressaltar que de acordo com o DNIT se o valor do Número equivalente de operações de eixo padrão durante o período de projeto (N) estiver entre 1×10^7 e 5×10^7 , utiliza-se no cálculo 10 cm de espessura de camada do revestimento de concreto betuminoso.

$$\begin{aligned}
 RKr + BKb &= H20 \\
 RKr + BKb + H20Ks &= Hn \\
 RKr + BKb + H20Ks > HnKref &= Hm
 \end{aligned}$$

$$RKr + BKb = H20$$

$$10x2 + Bx1 = 28$$

$$B = 8 \text{ cm}$$

$$B = 15 \text{ cm}$$

(28)

$$RKr + BKb + H20Ks = Hn$$

$$10x2 + 15x1 + H20 = 46$$

$$H20 = 11 \text{ cm}$$

$$H20 = 15 \text{ cm}$$

$$RKr + BKb + H20Ks > HnKref = Hm$$

$$10x2 + 15x1 + 15x1 > Hn = 71$$

$$Hn = 21 \text{ cm}$$

Onde,

R = Espessura do revestimento (cm).

KR = coeficiente de equivalência estrutural do revestimento.

B = Espessura da base (cm).

KB = coeficiente de equivalência estrutural da base.

SB = espessura da sub-base (cm).

KSB = coeficiente de equivalência estrutural da sub-base.

REF = espessura do reforço (cm).

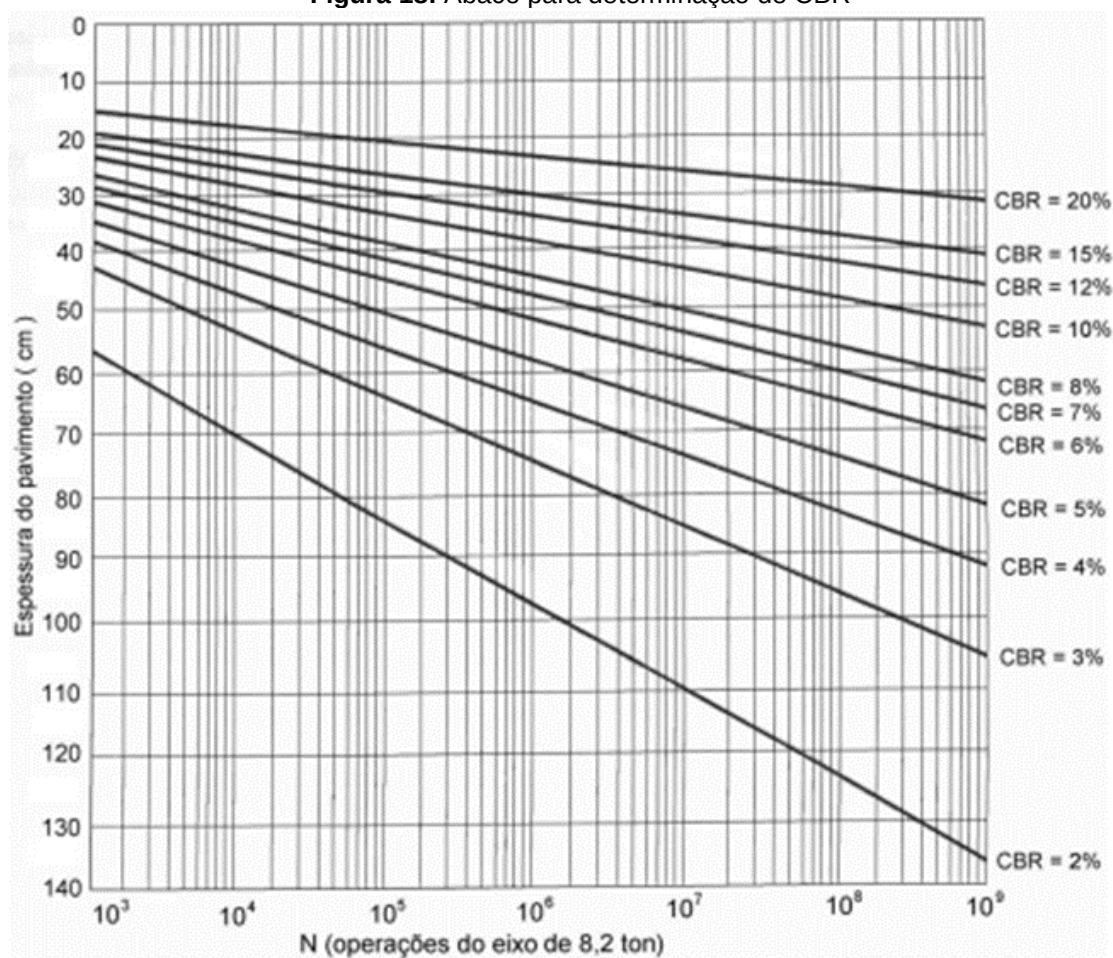
KREF = coeficiente de equivalência estrutural do reforço.

H20 = espessura de material granular padrão necessária à proteção da sub-base.

Hn = espessura de material granular padrão necessária à proteção do reforço.

Hm = espessura de material granular padrão necessária à proteção do subleito.

Figura 18: Ábaco para determinação de CBR



Fonte: BRASIL (2006, sem paginação)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O loteamento no bairro Aeroporto no município de Itaperuna-RJ, que possui os projetos de parcelamento do solo, drenagem urbana, rede de água potável, rede de coleta de esgoto sanitário e pavimentação teve como objetivo proporcionar conforto e segurança aos futuros novos moradores através de uma infraestrutura urbana bem planejada, com vias de circulação confortáveis, segura e de fácil acessibilidade, com bom escoamento de água pluvial, de forma que atenda a demanda de chuva, abastecimento de água e esgoto sanitário.

A área selecionada para o desenvolvimento do projeto, como já abordado, conta com um total de 194.941 m², onde ficou destinado 40.811 m² que corresponde a aproximadamente 21% da mesma, para o desenvolvimento de infraestrutura pública, como equipamentos comunitários e 2% destinada a área verde, sendo dividida em 3 espaços diferentes, sendo eles com 13.123 m², 9.741 m² e 14.894 m². O restante da área ficou destinada à divisão de quadras e lotes, que foi confeccionada, buscando aproveitar de forma inteligente e sustentável todo o espaço. Após o estudo, a melhor proposta ficou representada por 18 quadras, sendo elas nomeadas por letras, de A à S. As quadras parceladas contam com um total de 378 lotes, sendo 375 lotes residenciais e 3 deles nos níveis mais altos, que foram destinados ao sistema de reservação de água do loteamento, de onde partirá o sistema de distribuição de água.

O projeto de drenagem urbana foi confeccionado na parte central das vias, utilizando os dispositivos ideais para o escoamento pluvial. O sistema é formado pelas sarjetas que capta os fluídos provenientes das áreas de influência das micro bacias, que são compostas pelas áreas dos lotes e ruas, direcionando até as bocas de lobo que possuem dimensões 40x70 cm. Posteriormente, os fluídos são conduzidos através dos coletores até os poços de visita, que são conectadas as galerias nas quais foram empregados condutos de 500 mm, 600 mm, 800 mm, 1000 mm e 1200 mm.

O projeto conta com 39 poços de visita, 212 bocas de Lobo, 76 caixas de ligação e 2800,63 m de extensão de rede. As águas pluviais captadas são despejadas nas redes de duas vias vizinhas que dão acesso ao loteamento e já possuem sistema de drenagem.

A rede de distribuição de água foi projetada com uma vazão de 6,8 l/s, de forma a atender 1875 moradores, com distribuição média de 150 l/hab.dia. O sistema foi posicionado sob o passeio com 4057,53 m de extensão, obtendo tubos com 100 mm

de diâmetro nominal, 42 caixas de inspeção e registros em todas as ruas. A rede foi ligada a dois reservatórios de 200.000 L cada, atendendo a quantidade mínima de 391.680L a ser reservada. Os reservatórios foram posicionados no ponto mais alto do loteamento, de forma a facilitar a distribuição sem comprometer o sistema.

O sistema de esgoto foi posicionado a uma distância de aproximadamente 2,3 m do passeio, sua rede conta com 4.202,93 m de extensão, diâmetro nominal de 150 mm, 52 poços de visita distribuídos e com o dispositivo tubo de inspeção e limpeza (TIL) em diversos pontos da rede. O projeto possui uma vazão de início de plano de 4,10 l/s e uma vazão de final de 5,64 l/s. O despejo dos efluentes são nas redes de duas vias vizinhas que já possuem sistema de captação de esgoto.

O tipo de pavimentação utilizada foi a pavimentação asfáltica, por proporcionar forte ligação dos materiais podendo obtendo flexibilidade controlável, além de ser um tipo de pavimentação impermeável e ter um ótimo manuseio de aplicação.

Ao analisar o cálculo podemos definir que o tipo de pavimentação trata-se de uma pavimentação de tráfego médio, pois o valor do seu número equivalente de operações do eixo é de 2.625×10^7 , obtendo uma camada de concreto betuminoso de 10 cm, sabendo que, antes do solo receber essa camada ele deve ser preparado por outros tipos de matérias com diferentes espessura por camadas, o cálculo realizado acima mostra que o subleito irá receber um reforço de 21 cm de espessura, 15 cm de espessura de sub-base e 15 cm de espessura de base, totalizando uma espessura de 61 cm de camadas, o revestimento asfáltico de obter uma inclinação de 2% do eixo da via para as sarjetas locais.

O comprimento da rua é de 7,0 m, contendo uma sarjeta de 30 cm de cada lado e calçamento de passeio de 1,5 m de cada lado com inclinação de 3%, respeitando as dimensões mínimas exigida pelo plano diretor de Itaperuna lei parcelamento urbano 404/2007, o calçamento está 5 cm mais alto que o eixo da via.

4 CONCLUSÃO

Diante do exposto, o loteamento no município de Itaperuna-RJ, contou com projetos de parcelamento do solo, drenagem de água pluvial, rede de distribuição de água potável, de coleta de esgoto sanitário e pavimentação, visando atender a carência de infraestruturas que proporcionem qualidade de vida e bem-estar aos moradores desta localidade.

A topografia local visou colaborar para o desenvolvimento de lotes sem grandes problemas, adequando-se as normas vigentes. As vias projetadas apresentaram boa aceitação e compreendem a topografia local, evitando inclinações com grandes percentuais. O parcelamento apresentou um ótimo aproveitamento da área disponível, já que através da mesma pode-se traçar 375 lotes bem divididos e sem peculiaridades desfavoráveis em nenhum deles. Sendo assim, este trabalho atingiu seu objetivo, uma vez que foram apresentados projetos com estruturas adequadas para a construção de futuras moradias, afim de atender aos anseios da população desta cidade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12218**: projeto de rede de água para abastecimento público Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8160**: sistemas prediais de esgoto sanitário - projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9648**: estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9649**: projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT TB – 7**: terminologia e classificação de pavimentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.

BERNUCCI, L. B. *et al.* **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. 3. reimp. Rio de Janeiro: Petrobrás; ABEDA, 2010.

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de drenagem de Rodovias**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_drenagem_rodovias.pdf. Acesso em: 10 maio. 2021.

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual%20de%20Pavimentacao%2005.12.06.pdf. Acesso em: 10 maio. 2021.

BRASIL. Lei Complementar nº 404, de 28 de dezembro de 2007. Dispõe do parcelamento do solo urbano de Itaperuna - RJ. **Diário Oficial da União**: seção 1, Itaperuna, RJ, 28 dez. 2007.

BRASIL. Lei Complementar nº 879, de 06 de novembro de 2019. Plano diretor do município de Itaperuna. **Diário Oficial da União**: seção 1, Itaperuna, RJ, 6 nov. 2019.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 19 dez. 1979.

EBC. AGÊNCIA BRASIL. **Brasil tem 35 milhões de pessoas sem acesso a água potável**. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/saude/audio/2021-03/saneamento-basico>. Acesso em: 3 maio. 2021.

FIRJAN. **Desenvolvimento socioeconômico da cidade de Itaperuna**. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/ifdm/destaques/estados/ifdm-2018-rj-itaperuna-e-cidade-com-melhor-desenvolvimento-socioeconomico-do-rj-diz-estudo-da-firjan.htm>. Acesso em: 26 mar. 2021.

IBGE. **Dados da cidade de Itaperuna**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/itaperuna/panorama>. Acesso em: 26 mar. 2021.

INEA. **Região hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana**. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGestodeRecHid/PlanodeRecursosHidricos/BaixoParaibadoSulAgendaAzul/index.htm&lang=PT-BR>. Acesso em: 26 mar. 2021.

IME. **Análise granulométrica dos solos**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2021. Disponível em: <https://www.academia.edu/6665724/GRANULOMETRIA>. Acesso em: 26 mar. 2021.

GAROTTI, L. M.; BARBASSA, A. P. Estimativa de área impermeabilizada diretamente conectada e sua utilização como coeficiente de escoamento superficial. **Eng Sanit Ambient**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 19-28. jan/mar 2010.

LEITE, G, N. **Dimensionamento e detalhamento de projeto de loteamento residencial em Jacarepaguá - RJ**. 2018. Projeto de Graduação (Bacharel em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

LOCH, C. **Topografia contemporânea**: planimetria. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2000.

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P. **Drenagem urbana**: do projeto tradicional à sustentabilidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

PORTO, R. de. M. **Hidráulica básica**. 4. ed. São Paulo: EESC-USP, 2006.

QUEIROZ, E. et al. **Redes coletoras de esgoto sanitário**: a influência da topografia no dimensionamento.

ROCHA, L. G. **Sistema de drenagem urbana**: proposta de projeto de drenagem para o bairro central da cidade de Astolfo Dutra – MG. 2020. Monografia (Engenharia Civil) – Instituto Ensinar Brasil, Faculdade Dotcum de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/3697/1/Leonardo%20Gielo.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2021.

ROSTAGNO, P. V. **Estradas I**. Itaperuna: IBL, 2018.

ROSTAGNO, P. V. **Estradas II**. Itaperuna: IBL, 2018.

TOMAZ, P. **Método racional**: curso de manejo de águas pluviais. São Paulo: [S.n.], 2013.

TSUTIYA, M. ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 3. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995.

VERÓL, A. P.; MIGUEZ, M. G.; REZENDE, O. M. **Drenagem urbana**: do projeto tradicional à sustentabilidade. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2016.

ANEXO A – DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS USADOS NO PROJETO

Os documentos comprobatórios usados no projeto se encontram no endereço eletrônico:

https://drive.google.com/drive/folders/1RMGhmJ__9ikLIEI_dRPSM9wI6LML9j7C?usp=sharing.

Atenciosamente,