

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**CAMILA POLTRONIERE  
CAROLINA GIONGO FERRARI  
MATEUS CIPRIANI IMBES**

**ANÁLISE DE ÁREAS PROPÍCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS EM  
SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE- PARANÁ E PROJETOS ASSOCIADOS À  
ÁREA DE ESTUDO**

**PATO BRANCO**

**2023**

**CAMILA POLTRONIERE  
CAROLINA GIONGO FERRARI  
MATEUS CIPRIANI IMBES**

**ANÁLISE DE ÁREAS PROPÍCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS EM  
SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE E PROJETOS ASSOCIADOS À ÁREA DE  
ESTUDO**

**Analysis of suitable areas for the implementation of allotments in Santo  
Antônio do Sudoeste and projects associated with the study area**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Ney Lyzandro Tabalipa  
Coorientadores: Prof. Msc. Jairo Trombetta; Prof<sup>a</sup>..  
Msc. Rayana Carolina Conterno; Prof. Dr. Murilo Cesar  
Lucas

**PATO BRANCO**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**CAMILA POLTRONIERE  
CAROLINA GIONGO FERRARI  
MATEUS CIPRIANI IMBES**

**ANÁLISE DE ÁREAS PROPÍCIAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS  
EM SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE E PROJETOS ASSOCIADOS À ÁREA DE  
ESTUDO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Ney Lyzandro Tabalipa  
Coorientadores: Prof. Msc. Jairo Trombetta; Profa.  
Msc. Rayana Carolina Conterno; Prof. Dr. Murilo Cesar  
Lucas.

Data de aprovação: 17 / março / 2023

---

Ney Lyzandro Tabalipa  
Doutorado em Geologia - UFPR  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Jairo Trombetta  
Mestrado em Infraestrutura e Meio Ambiente - UPF  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Rayana Carolina Conterno  
Mestrado em Desenvolvimento Regional - UTFPR  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Murilo Cesar Lucas  
Doutorado em Ciências – Engenharia Hidráulica e Saneamento - USP  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Cleovir José Milani  
Mestrado em Desenvolvimento Regional - UTFPR  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Normelio Vítor Fracaro  
Mestrado em Ciência do Solo - UFPR  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**PATO BRANCO**

**2023**

Dedicamos este trabalho a todos que nos ajudaram  
ao longo dessa caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus e Nossa Senhora, por estares sempre presente, dando força, conforto e calma em todos os momentos durante o desenvolvimento do presente trabalho.

Aos nossos pais e irmãs, pelos momentos de apoio, carinho, educação, amor e cuidados durante todos esses anos na Universidade.

A todas as pessoas que nos acenderam velinhas e rezaram para nós durante os períodos de provas e trabalhos.

Aos cônjuges da Carolina e Mateus pelo companheirismo e apoio durante todo curso.

Aos nossos amigos que conhecemos durante o curso, em especial nossas companheiras de estudo Aline e Ana Caroline.

Aos nossos supervisores de estágio pelas inúmeras liberações no período de finalização do trabalho.

Ao nosso orientados Professor Dr. Ney Lyzandro Tabalipa e todos os coorientadores pelas reuniões, orientações, críticas e conselhos ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Por fim, agradecemos a todos os professores do curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

## RESUMO

As cidades vêm se desenvolvendo ao longo dos anos com um planejamento urbano insatisfatório, gerando um crescimento desordenado e ocasionando diversos problemas nos setores ambientais, econômicos e sociais. Um dos problemas que essa falta de planejamento gera está relacionado à urbanização de áreas afastadas das infraestruturas básicas fornecidas pelo município, gerando a descentralização dos investimentos e custos adicionais. Diante disso, este estudo possui como objetivo realizar uma análise de áreas propícias para a implantação de loteamentos em Santo Antônio do Sudoeste – PR, observando critérios de proximidade de infraestruturas básicas e áreas de lazer. Tendo escolhido uma área, o prosseguimento do trabalho se deu em realizar os projetos do traçado urbano do loteamento, projeto da pavimentação desse loteamento e um estudo do sistema de drenagem. As análises e resultados feitos nessa pesquisa demonstram aspectos que podem auxiliar na tomada de decisão para implantação de loteamentos, diminuindo riscos e apresentando uma decisão mais assertiva para a produção de uma nova área de moradias.

Palavras-chave: expansão urbana; loteamento; pavimentação; drenagem de águas pluviais.

## **ABSTRACT**

Cities have been developing over the years with unsatisfactory urban planning, generating a disorderly growth and causing several problems in the environmental, economic and social sectors. One of the problems that this lack of planning generates is related to the urbanization of areas far from the basic infrastructure provided by the municipality, generating a decentralization of investments and additional costs. In view of this, this study aims to conduct an analysis of areas suitable for the implementation of subdivisions in Santo Antônio do Sudoeste - PR, observing criteria of proximity to basic infrastructure and leisure areas. Having chosen an area, the continuation of the work was to carry out the projects for the urban layout of the subdivision, a project for the paving of this subdivision and a study of the drainage system. The analyses and results of this research demonstrate aspects that can help in the decision making process for the implementation of subdivisions, reducing risks and presenting a more assertive decision for the production of a new housing area

Keywords: urban expansion; subdivision; paving; stormwater drainage.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - População total, urbana e rural em Santo Antônio do Sudoeste nos anos de 1970, 1980,1991, 2000 e 2010 .....	19
Figura 2 - Componentes de uma calçada adequada para pedestres e suas dimensões.....	25
Figura 3 - Geometria mínima para calçadas seguras (mínima e mínima arborizada).....	25
Figura 4 - Geometria mínima para calçadas seguras (mínima e mínima arborizada).....	26
Figura 5 - Legislações e normas pertinentes para a implantação de um loteamento na cidade de Santo Antônio do Sudoeste.....	28
Figura 6 - Proposta para a ocupação do solo em função da declividade .....	31
Figura 7 - Circulação de pedestres em relação à declividade .....	32
Figura 8 - Declividades máximas recomendáveis para não dificultar o tráfego nas diferentes categorias de vias urbanas de veículos.....	33
Figura 9 - Indicadores de desempenho e qualidade .....	35
Figura 10 - Relação entre atividades praticadas pelo homem e seus impactos ambientais.....	37
Figura 11 - Corte transversal de representação das camadas do pavimento....	42
Figura 12 - Esquema representativo das camadas do pavimento .....	46
Figura 13 - Terminologia dos revestimentos .....	47
Figura 14 - Execução do CBU Q .....	48
Figura 15 - Execução do CBUQ.....	49
Figura 16 - Execução do pré – misturado a quente.....	50
Figura 17 - Execução do Tratamento superficial por penetração direta e invertida .....	51
Figura 18 - Classificação do solo de acordo com a NBR 6502 (ABNT, 2022) ....	53
Figura 19 - Classificação dos solos conforme Sugestão do Highway Research Board-HRB adotada pela AASHTO .....	54
Figura 20 - Curva granulométrica .....	54
Figura 21 - Graduação contínua.....	55
Figura 22 - Graduação uniforme .....	55
Figura 23 - Graduação descontínua .....	55



<b>Figura 24 - Constituintes dos solos.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 25 - C.B.R x IG.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 26 - Sistemas de esgoto combinados tradicionais e separados.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 27 - Sistemas de microdrenagem.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 28 - Elementos básicos dos sistemas de drenagem pluvial.....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 29 - Largura da sarjeta, em relação a passo de uma pessoa .....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 30 - Fatores de redução de escoamento das sarjetas.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 31 - Disposição das bocas de lobo .....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 32 - Tipos de bocas de lobo .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 33 - Bocas de lobo em corte longitudinal.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 34 - Fator de redução do escoamento para bocas de lobo .....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 35 - Formato conforme a geometria da seção da galeria.....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 36 - Espaçamento dos poços de visita.....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 37 - Coeficientes de Escoamento Superficial .....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 38 - Fluxograma sobre as etapas da pesquisa .....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 39 - Fluxograma da metodologia.....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 40 - Paraná situado no Brasil .....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 41 - Mapa da Área Urbana do município de Santo Antônio do Sudoeste .....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 42 - Áreas de Preservação Permanente .....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 43 - Relação entre a declividade e as áreas impróprias para urbanização .....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 44 - Relação entre a proximidade de rodovias e áreas impróprias para a urbanização .....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 45 - Fluxograma sobre as etapas do projeto do traçado do loteamento</b>	<b>90</b>
<b>Figura 46 - Parâmetros estabelecidos para cada tipo de via e suas respectivas caixas de vias .....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 47 - Fluxograma sobre os tipos de vias e seus parâmetros .....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 48 - Fluxograma sobre as áreas públicas e de reserva legal necessária no loteamento.....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 49 - Fluxograma da definição de área loteável .....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 50 - Mapa de Zoneamento Urbano de Santo Antônio do Sudoeste .....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 51 - Critérios a serem levados em consideração para a implantação de uma área de uso comum. ....</b>	<b>97</b>

<b>Figura 52 - Faixa de passeio público.....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 53 - Fluxograma para elaboração projeto de pavimentação .....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 54 - Classificação de Solos .....</b>	<b>100</b>
<b>Figura 55 - Amostra seca em estufa .....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 56 - Amostra de solo sendo destorroada .....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 57 - Amostra separada para ensaio de peneiramento fino .....</b>	<b>102</b>
<b>Figura 58 - Peneira nº10.....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 59 - Peneira nº200.....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 60 - Conjunto de peneiras utilizado para peneiramento fino.....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 61 - Pesagem de cápsula para determinação de umidade .....</b>	<b>104</b>
<b>Figura 62 - Execução de ensaio para determinar limite de plasticidade .....</b>	<b>105</b>
<b>Figura 63 - Aparelho Casagrande, amostra de solo e cinzéis .....</b>	<b>106</b>
<b>Figura 64 - Conjunto de base, molde cilíndrico e colarinho.....</b>	<b>108</b>
<b>Figura 65 - Conjunto de corpo de prova, disco anelares e extensômetro .....</b>	<b>109</b>
<b>Figura 66 - Valores de <math>IS_{IG}</math> em função de IG .....</b>	<b>110</b>
<b>Figura 67 - Classificação das vias para tráfego leve e médio .....</b>	<b>111</b>
<b>Figura 68 - Classificação das vias para tráfego meio pesado, pesado, muito pesado e faixa exclusiva de ônibus.....</b>	<b>111</b>
<b>Figura 69 - Taxa de Geração de viagens para diferentes categorias do solo ..</b>	<b>112</b>
<b>Figura 70 - Ábaco de dimensionamento.....</b>	<b>115</b>
<b>Figura 71 - Valores do coeficiente de equivalência estrutural .....</b>	<b>116</b>
<b>Figura 72 - Setas de declividade do terreno .....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 73 - Fluxograma sobre a concepção do sistema de drenagem.....</b>	<b>119</b>
<b>Figura 74 - Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente na cidade de Santo Antônio do Sudoeste - PR .....</b>	<b>122</b>
<b>Figura 75 - Mapeamento de áreas com declividade superior a 30% na cidade de Santo Antônio do Sudoeste - PR .....</b>	<b>123</b>
<b>Figura 76 - Mapeamento das faixas de domínio que transpõem a cidade de Santo Antônio do Sudoeste - PR .....</b>	<b>124</b>
<b>Figura 77 - Mapeamento de áreas já urbanizadas na cidade de Santo Antônio do Sudoeste - PR.....</b>	<b>125</b>
<b>Figura 78 - Mapeamento das áreas impróprias para a implantação de loteamento na cidade de Santo Antônio do Sudoeste - R.....</b>	<b>126</b>

<b>Figura 79 - Mapeamento de áreas já urbanizadas na cidade de Santo Antônio do Sudoeste - PR.....</b>	<b>128</b>
<b>Figura 80 - Curvas de nível a cada metro na área escolhida para o loteamento .....</b>	<b>130</b>
<b>Figura 81 - Superfície natural do loteamento e limites da área de estudo .....</b>	<b>131</b>
<b>Figura 82 - Seções transversais das ruas do loteamento.....</b>	<b>132</b>
<b>Figura 83 - Esboço do sistema viário do loteamento.....</b>	<b>133</b>
<b>Figura 84 - Área líquida loteável .....</b>	<b>133</b>
<b>Figura 85 - Área Verde do loteamento .....</b>	<b>134</b>
<b>Figura 86 - Quantidade de amostra para análise granulométrica .....</b>	<b>135</b>
<b>Figura 87 - Material retido em cada peneira.....</b>	<b>136</b>
<b>Figura 88 - Resultados Limite de Liquidez.....</b>	<b>137</b>
<b>Figura 89 - Gráfico para determinação do limite de liquidez.....</b>	<b>137</b>
<b>Figura 90 - Umidade real das amostras no limite de plasticidade .....</b>	<b>138</b>
<b>Figura 91 - Valores de massa específica aparente seca .....</b>	<b>139</b>
<b>Figura 92 - Gráfico de massa específica aparente seca máxima .....</b>	<b>139</b>
<b>Figura 93 - Gráfico CBR x Umidade.....</b>	<b>140</b>
<b>Figura 94 - Gráfico de expansão x umidade .....</b>	<b>141</b>
<b>Figura 95 - Camadas do pavimento para vias locais .....</b>	<b>144</b>
<b>Figura 96 - Camadas do pavimento para vias estruturais .....</b>	<b>144</b>
<b>Figura 97 - Seção transversal da estrutura do pavimento das vias locais.....</b>	<b>145</b>
<b>Figura 98 - Seção transversal da estrutura do pavimento das vias estruturais .....</b>	<b>145</b>
<b>Figura 99 - Indicação da direção e sentido do escoamento superficial .....</b>	<b>146</b>
<b>Figura 100 - Elementos do sistema de drenagem .....</b>	<b>147</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 - Zonas Urbanas do Município de Santo Antônio do Sudoeste.....</b>	<b>19</b>
<b>Quadro 2 - Obras de urbanização em um condomínio no município de Santo Antônio do Sudoeste .....</b>	<b>21</b>
<b>Quadro 3 - Áreas de Preservação Permanente adjacentes aos cursos d'água.</b>	<b>30</b>
<b>Quadro 4 - Locais onde não é permitido realizar o parcelamento do solo. ....</b>	<b>40</b>
<b>Quadro 5 - Locais onde não é permitido realizar o parcelamento do solo .....</b>	<b>41</b>
<b>Quadro 6 – Tabela de parâmetros de ocupação do solo. ....</b>	<b>96</b>
<b>Quadro 7 – Critérios a serem levados em consideração para os passeios públicos.....</b>	<b>98</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>14</b>
1.1.1	Objetivo geral .....	14
1.1.2	Objetivos específicos.....	14
<b>1.2</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REFERÊNCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Ocupação territorial urbana.....</b>	<b>16</b>
2.1.1	Ocupação urbana no Sudoeste do Paraná .....	17
2.1.2	Ocupação urbana em Santo Antônio do Sudoeste .....	18
<b>2.2</b>	<b>Loteamentos .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Aspectos do traçado urbano .....</b>	<b>22</b>
2.3.1	Elementos do traçado urbano .....	23
<b>2.4</b>	<b>Critérios para análise de áreas adequadas para implantação de loteamentos .....</b>	<b>27</b>
2.4.1	Viabilidade legal .....	27
<u>2.4.1.1</u>	<u>Áreas de Preservação Ecológica.....</u>	<u>28</u>
<u>2.4.1.2</u>	<u>Declividade .....</u>	<u>30</u>
<u>2.4.1.3</u>	<u>Proximidade de rodovias .....</u>	<u>33</u>
2.4.2	Viabilidade de urbanização .....	33
<u>2.4.2.1</u>	<u>Proximidade de infraestruturas básicas.....</u>	<u>33</u>
<b>2.5</b>	<b>Mudanças e problemas causados por loteamentos.....</b>	<b>36</b>
2.5.1	Ambientais.....	36
2.5.2	Sociais e econômicos.....	38
2.5.3	Loteamentos irregulares .....	40
<b>2.6</b>	<b>Critérios para a pavimentação do loteamentos .....</b>	<b>41</b>
2.6.1	Definição e conceitos .....	41
2.6.2	Estimativa do tráfego.....	43
2.6.3	Camadas do pavimento.....	44
2.6.4	Tipos de revestimentos .....	46
<u>2.6.4.1</u>	<u>Concreto Betuminoso .....</u>	<u>47</u>
<u>2.6.4.2</u>	<u>Pré – misturado a quente .....</u>	<u>49</u>

2.6.4.3	<u>Tratamento Superficial por penetração direta e invertida</u> .....	50
2.6.4.4	<u>Calçamentos articulados em paralelepípedos</u> .....	51
2.6.5	Caracterização do solo para a pavimentação .....	51
2.6.5.1	<u>Granulometria</u> .....	52
2.6.5.2	<u>Umidade</u> .....	55
2.6.5.3	<u>CBR Índice de Suporte Califórnia</u> .....	56
2.6.5.4	<u>Limites de Atterberg</u> .....	57
2.6.5.5	<u>Índice de grupo (IG)</u> .....	58
2.6.5.6	<u>Índice de suporte (IS)</u> .....	58
2.6.6	Dimensionamento da estrutura .....	59
<b>2.7</b>	<b>Inundações urbanas</b> .....	<b>59</b>
2.7.1	Efeitos do uso do solo .....	60
2.7.2	Efeito das Mudanças Climáticas .....	61
<b>2.8</b>	<b>Sistemas de Drenagem pluvial</b> .....	<b>62</b>
<b>2.9</b>	<b>Tipos de intervenção na drenagem urbana</b> .....	<b>63</b>
2.9.1	Medidas não estruturais .....	64
2.9.2	Medidas estruturais .....	64
2.9.2.1	<u>Meios-fios</u> .....	66
2.9.2.2	<u>Sarjetas</u> .....	66
2.9.2.3	<u>Sarjetões</u> .....	68
2.9.2.4	<u>Bocas de Lobo</u> .....	69
2.9.2.5	<u>Galerias</u> .....	72
2.9.2.6	<u>Poços de visita</u> .....	74
<b>2.10</b>	<b>Precipitação de Projeto</b> .....	<b>75</b>
2.10.1	Tempo de concentração .....	75
2.10.2	Equação IDF .....	76
2.10.3	Duração da chuva .....	77
<b>2.11</b>	<b>Vazão de Projeto</b> .....	<b>77</b>
2.11.1	Método racional .....	78
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>80</b>
<b>3.1</b>	<b>Cidade de estudo</b> .....	<b>82</b>
<b>3.2</b>	<b>Determinação das áreas impróprias para implantação de loteamentos e seus parâmetros</b> .....	<b>85</b>
3.2.1	Áreas de Preservação Permanente .....	85

3.2.2	Declividade.....	86
3.2.3	Proximidade de rodovias.....	87
3.2.4	Áreas já urbanizadas.....	87
<b>3.3</b>	<b>Mapa associado das áreas impróprias para implantação de loteamentos .....</b>	<b>88</b>
<b>3.4</b>	<b>Escolha da área de estudo .....</b>	<b>88</b>
<b>3.5</b>	<b>Análises de pré-projeto.....</b>	<b>88</b>
<b>3.6</b>	<b>Curva de nível.....</b>	<b>89</b>
<b>3.7</b>	<b>Projeto do traçado do loteamento .....</b>	<b>89</b>
3.7.1	Projeto Viário.....	90
3.7.2	Destinação das áreas do loteamento .....	93
3.7.3	Área loteável .....	93
3.7.4	Características das quadras e lotes .....	94
3.7.5	Áreas de uso comum.....	97
3.7.6	Passeios públicos.....	97
<b>3.8</b>	<b>Fluxograma para elaboração do projeto de pavimentação .....</b>	<b>99</b>
<b>3.9</b>	<b>Determinação do índice de suporte do solo .....</b>	<b>100</b>
3.9.1	Classificação do solo.....	100
<u>3.9.1.1</u>	<u>Granulometria.....</u>	<u>102</u>
<u>3.9.1.2</u>	<u>Umidade.....</u>	<u>104</u>
<u>3.9.1.3</u>	<u>Limite de Plasticidade.....</u>	<u>104</u>
3.9.2	Índice de plasticidade .....	105
<u>3.9.2.1</u>	<u>Limite de Liquidez.....</u>	<u>105</u>
<u>3.9.2.2</u>	<u>Índice de Grupo.....</u>	<u>106</u>
<u>3.9.2.3</u>	<u>CBR.....</u>	<u>107</u>
<u>3.9.2.4</u>	<u>. Índice de suporte do subleito.....</u>	<u>109</u>
<b>3.10</b>	<b>Estimativa de tráfego .....</b>	<b>110</b>
3.10.1	Determinação do volume médio diário (VMD).....	110
3.10.2	Taxa de crescimento do tráfego .....	112
3.10.3	Período de projeto .....	113
3.10.4	Tráfego para o ano de projeto .....	113
<b>3.11</b>	<b>Dimensionamento do pavimento .....</b>	<b>114</b>
3.11.1	Classificação do tráfego .....	114
3.11.2	Determinação da espessura básica do pavimento .....	114

3.11.3	Determinação dos coeficientes e equivalência estrutural.....	115
3.11.4	Determinação das espessuras das camadas superiores .....	116
3.11.5	Determinação da espessura da sub-base .....	117
<b>3.12</b>	<b>Caracterização e descrição da área do estudo para projeto de drenagem de águas pluviais .....</b>	<b>117</b>
3.12.1	Cadastro .....	117
3.12.2	Escoamento superficial .....	117
<b>3.13</b>	<b>Concepção do sistema de drenagem .....</b>	<b>118</b>
3.13.1	Ponto de lançamento.....	119
3.13.1	Localização das bocas de lobo .....	120
3.13.2	Localização dos poços de visita .....	120
3.13.3	Caixa de ligação .....	120
3.13.4	Galerias .....	120
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>121</b>
<b>4.1</b>	<b>Escolha da área de estudo .....</b>	<b>121</b>
<b>4.2</b>	<b>Curva de nível .....</b>	<b>129</b>
<b>4.3</b>	<b>Projeto do traçado do loteamento .....</b>	<b>131</b>
<b>4.4</b>	<b>Índice de suporte do solo .....</b>	<b>135</b>
4.4.1	Análise granulométrica por peneiramento .....	135
4.4.2	Limite de Liquidez.....	136
4.4.3	Limite de plasticidade .....	137
4.4.4	Índice de grupo.....	138
4.4.5	Classificação do solo.....	138
4.4.6	CBR – Índice de suporte Califórnia .....	139
4.4.7	Expansão .....	140
4.4.8	Índice de suporte .....	141
<b>4.5</b>	<b>Estimativa de tráfego .....</b>	<b>141</b>
4.5.1	Volume Médio Diário – VMD .....	141
4.5.2	Taxa de crescimento .....	142
4.5.3	Período de projeto .....	143
4.5.4	Tráfego para o ano de projeto .....	143
<b>4.6</b>	<b>Dimensionamento do pavimento .....</b>	<b>143</b>
4.6.1	Tráfego .....	143
4.6.2	Espessura básica do pavimento.....	143



4.6.3	Camadas do pavimento.....	144
<b>4.7</b>	<b>Estudo da drenagem de águas pluviais .....</b>	<b>145</b>
4.7.1	Caracterização e descrição da área de estudo .....	145
4.7.2	Escoamento superficial .....	146
4.7.3	Traçado do sistema de drenagem de águas pluviais .....	146
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>148</b>
<b>6</b>	<b>SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS .....</b>	<b>150</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>151</b>
	<b>ANEXO A - Perfis longitudinais das vias do loteamento.....</b>	<b>160</b>
	<b>ANEXO B - Mapa com o sistema viário e a delimitação das quadras do loteamento.....</b>	<b>164</b>
	<b>ANEXO C - Tabela com as áreas e perímetros das quadras e lotes pertencentes ao loteamento.....</b>	<b>166</b>
	<b>ANEXO D - Projeto do loteamento contendo os lotes e o sistema viário.....</b>	<b>174</b>
	<b>ANEXO E - Memorial descritivo dos lotes.....</b>	<b>176</b>
	<b>ANEXO F - Concepção do sistema de drenagem urbana.....</b>	<b>237</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil com o passar dos anos vem se destacando por ser a grande responsável pelo crescimento econômico e desenvolvimento das cidades. Porém, a falta de planejamento urbano ocasionado pelo crescimento desordenado, acaba resultando em diversos problemas nos setores ambientais, econômicos e sociais. De acordo com Peixoto (2005), dentre as áreas citadas o meio ambiente é o mais afetado, devido ao aumento da produção de resíduos sólidos, ocupação de áreas irregulares, degradação da paisagem natural, destruição de áreas de vegetação nativa ocasionando problemas como o escoamento das águas pluviais. Além disso, a falta de planejamento resulta na urbanização de áreas afastadas das infraestruturas básicas, gerando custos adicionais aos municípios. Sendo assim, para evitar tais impactos, diversas esferas do poder público devem planejar e analisar as áreas adequadas para a ampliação do perímetro urbano de uma cidade.

Como forma de acompanhar a demanda causada pelo crescimento demográfico, as prefeituras municipais, na grande maioria das vezes, aumentam o perímetro urbano, implantando novos loteamentos em suas periferias. De acordo com a Lei nº 6766 (BRASIL,1979), parágrafo 1, artigo 2, “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”. No entanto, para a implantação de um loteamento em um município, deve ser analisado diversos tópicos que abrangem temas pertinentes, como a análise da viabilidade estratégica, técnica, mercadológica, crescimento populacional, ambiental e de localização.

Para elucidar o exposto acima a incumbência do estudo se refere a responder as seguintes questões: baseado em critérios técnicos e legais, quais são as áreas mais apropriadas para a implantação de loteamentos em Santo Antônio do Sudoeste promovendo a expansão urbana da cidade? E a partir disso, como seriam desenvolvidos os projetos de urbanização, pavimentação e estudo do sistema de drenagem de águas pluviais para a área escolhida?

Dessa forma, o presente trabalho foi estruturado de forma a esclarecer as questões anteriores, expondo critérios que delimitem uma área urbana com potenciais

para portar um loteamento, visando ampliar conhecimentos técnicos, práticos e realistas, com base nos projetos que serão elaborados.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Realizar um estudo de áreas propícias para implantação de loteamentos na cidade de Santo Antônio do Sudoeste - PR, com base na legislação vigente e critérios técnicos.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Constatar quais são os critérios para analisar as áreas propícias para implantação de loteamentos de acordo com a legislação vigente.
- Realizar a exclusão de áreas inadequadas para a concepção de loteamentos na cidade em questão, escolhendo uma área para realização do estudo.
- Elaborar os projetos do traçado das vias e pavimentação.
- Desenvolver um estudo sobre o funcionamento da rede de drenagem de águas pluviais na área de estudo.

## **1.2 Justificativa**

Com o intenso processo de urbanização que o Brasil vem passando, surge a necessidade de projetar a expansão das cidades com serviços e sistemas de infraestrutura urbana adequados, o que demanda maiores investimentos públicos. Observando o crescimento do município de Santo Antônio do Sudoeste, que segundo dados do IBGE no ano de 2010 haviam 18.893 pessoas e a projeção para o ano de 2021 era de 20.354 pessoas, observa-se a importância para análise de investimento na expansão territorial urbana do município.

Calejas e Faeda (2021) sugerem como proposta de intervenção que os projetos de urbanização sejam pensados de forma harmônica com o meio ambiente, integrando o espaço urbano com o ambiente natural. Ainda, deve-se analisar que loteamentos distantes da área urbana do município são visto como uma forma de congelar o desenvolvimento urbano, pelo fato de que o investimento deixa de ser centrado em uma única área urbana e passa a ser disperso ao longo de todo o território municipal (GORCHI, 2008). Para salientar a relevância do assunto, observa-se o grau de urbanização do município de Santo Antônio do Sudoeste em torno de 72,57% (IBGE, 2010), tendo isso analisa-se que há possibilidade de crescimento na área urbana, sendo que este requer procedimentos de controle para a sua realização.

Dadas as informações citadas anteriormente, este trabalho visa além de desenvolver conhecimentos sobre projetos na área de loteamentos urbanos buscar compreender as áreas adequadas para sua inserção analisando critérios do ponto de vista da legislação, do âmbito social e do setor ambiental. Tendo isso, a originalidade do tema está contida em formar uma base de dados que será utilizado não só para esse estudo em específico, na cidade de Santo Antônio do Sudoeste, mas também como parâmetro para análise de expansão urbana em outros municípios.

Para realizar este estudo, utilizou-se das normativas dispostas pela prefeitura de Santo Antônio do Sudoeste, bem como de órgãos estaduais e federais. Para se tornar viável a análise preliminar de áreas propícias para implantação de loteamentos e os projetos específicos da área de estudo, foram utilizados os *softwares* AutoCAD Civil 3D, AutoCAD, AutoCAD Infrworks e QGIS com os mapas territoriais do município e também as plataformas, Google Earth e Google Engine. Ainda, para a escolha de uma área para estudo de projetos de loteamento, será especificado critérios que prezam a qualidade de vida dos residentes. Ademais, para elaboração dos projetos complementares propostos serão empregados conhecimentos na área de urbanização, pavimentação e drenagem de águas pluviais, desenvolvidos ao longo do curso amparados por normas técnicas. Por fim, através dos laboratórios da UTFPR - Campus Pato Branco serão realizados os ensaios laboratoriais necessários para os projetos previstos.

## 2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 Ocupação territorial urbana

A ocupação territorial feita pelo homem há milhares de anos teve o intuito de procura de alimentos e abrigos para moradias no ambiente natural. Conforme Abiko *et al.* (1995), no período da Idade da Pedra (período Paleolítico Inferior) o homem não tinha um espaço fixo de moradia, ou seja, ele migrava em busca de novos locais pelo fato de que neste período o homem vivia em um estado cultural voltado para pesca, caça e colheita de alimentos vindos da própria natureza. No entanto, devido as variações intensas de frio e calor, chuvas e secas durante o período Paleolítico Superior ocorre a diminuição de fontes de alimentos, forçando o homem a exercer atividades em grupos voltadas a atividades de colheitas (ABIKO *et al.*, 1995).

Portanto, com a necessidade de obter segurança, se relacionar entre diferentes grupos e da impossibilidade de sobreviverem sem os elementos cultivados, as comunidades passam do estágio de nomadismo para a fixação em locais específicos. Durante este estágio civilizatório, as cidades coloniais surgiram inicialmente as margens dos rios, pelo fato de que estes locais tinham muito a oferecer para diversas atividades de sobrevivência, auxiliando no cultivo de alimentos, possibilitando a circulação de pessoas e bens, fornecendo controle de território, entre outros (COSTA, 2006).

Benevolo (1971) traz que a cidade nasce de uma aldeia, e está se forma quando todos os serviços para sobrevivência e alimentação já não são executados somente por uma pessoa, mas sim por várias outras que com o excedente do produto total, ocorriam trocas. Sendo assim, através do aumento populacional contínuo aliado com as práticas dos serviços de necessidades básicas surgiu um novo estilo de vida que envolveu mudanças nas áreas da economia, na questão da ordem social, ecológica e ideológica (ABIKO *et al.*, 1995)

### 2.1.1 Ocupação urbana no Sudoeste do Paraná

No estado do Paraná, pode-se dizer que a ocupação urbana não foi diferente, inicialmente a região era habitada por caboclos e de acordo com Casaril e Crocetti (2017), a concepção de diversas novas sedes municipais foram devido principalmente a expansões de currais de rebanhos bovinos. Os autores trazem que a ocupação territorial no Paraná iniciou pelas áreas litorâneas, especificamente entre os séculos XV e XVI, posteriormente foram sendo ocupadas as demais regiões do estado quando somente nas décadas de 1950/1960 a expansão paranaense chegou as terras da região Sudoeste. Nesse processo de ocupação de território ocorreu também os ciclos de exploração da erva-mate, da madeira e do café.

De acordo com Procópio (2007), a frente pioneira da região Sudoeste do Paraná foi composta por imigrantes da região do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, sendo que esta população são integrantes da chamada frente de colonização sulista descendente principalmente de alemães, poloneses e italianos. Porém de acordo com Prando (2012), a ocupação do território pelos camponeses coincidiu com colonizadores de terras públicas e privadas que tinham o objetivo de ocupar a área e desenvolver o comércio.

Briskievicz (2012) relata que durante o Governo de Getúlio Vargas, houve o forte incentivo da colonização de áreas remotas através do projeto denominado de “Marcha para o Oeste”, neste projeto uma das 7 colônias instaladas na rota da Marcha para o Oeste foi a Colônia Agrícola Nacional General Osório (CONGO), que tinha o papel de colonizar regiões, sendo para isso necessário construções de pontes e estradas para facilitar a locomoção. De acordo com Prando (2012) a CANGO foi instalada na atual cidade de Francisco Beltrão e posteriormente promoveu uma colonização nas terras do Sudoeste do Estado até a fronteira com a Argentina.

O conflito histórico entre as empresas colonizadoras e os posseiros recém-chegados do movimento migratório ficou conhecido como a Revolta dos Colonos de 1957 (BRISKIEVICZ, 2012). Esse período se estendeu até a regularização das terras no ano de 1973, através do GETSOP (Grupo Executivo para as Terras do Sudoeste do Paraná) o qual deu a condição de proprietário para os antigos posseiros (BATTISTI, 2006). Prando (2012) relata que a vitória dos camponeses sobre as colonizadoras abriu caminho para que milhares de colonos migrassem para o Sudoeste do Paraná, gerando um estrutura fundiária ocupada por pequenos colonos,

empresas de corte de madeira e trabalhadores rurais não proprietários (diaristas, arrendatários, peões e entre outros).

### 2.1.2 Ocupação urbana em Santo Antônio do Sudoeste

De acordo com o IBGE (2011) o Sudoeste do Paraná é dividido em 4 microrregiões, sendo: Capanema, Francisco Beltrão, Pato Branco e Palmas, totalizando 42 municípios. O Município de Santo Antônio do Sudoeste faz parte da microrregião de Francisco Beltrão, sendo que o mesmo faz divisa com os municípios de Barracão, Pranchita, Pinhal de São Bento, Ampére, Bom Jesus e San Antônio (província Argentina).

De acordo com Campos e Battisti (2012) os primeiros moradores instalaram no Município de Santo Antônio do Sudoeste pelo fato de encontrarem uma grande quantidade de erva-mate nativa, sendo um produto vantajoso para comércio com o país vizinho (Argentina).

Os posseiros conseguiram posse legal das terras através da GETSOP, sendo que como os demais municípios da região Sudoeste do Paraná a economia era baseada na agropecuária. Com o passar dos anos, ocorreram diversas modernizações na estrutura produtiva rural através de maquinários, insumos e novas técnicas agrícolas. De acordo com o Censo Agropecuário de 2006 a agricultura é uma das principais atividades econômicas do Município, destacando principalmente as culturas de soja, milho e cereais (IBGE, 2006).

Com relação a população da cidade de Santo Antônio do Sudoeste, pode-se analisar através da figura 1 que ocorre um processo de inversão da população rural para a população urbana dos anos de 1970 até os anos de 2010. Fato que pode ser explicado principalmente pela modernização agrícola (diminuindo a necessidade de mão de obra rural). Ademais, outro fator que influenciou a migração para a área urbana foram as empresas na área da construção civil, que ao se instalarem no Município ofertaram salários que fazem diversos produtores pequenos migrar do campo para a cidade. Além disso, no Município a oferta de empregos nas indústrias de frango e ovos (no Município, a empresa Avícola Carminatti) assalariou diversos moradores do campo que migraram para as cidades (CAMPOS; BATTISTI, 2012).

**Figura 1 - População total, urbana e rural em Santo Antônio do Sudoeste nos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010**

Ano	População		
	Total	Urbana	Rural
1970	29.533	5.036	24.497
1980	35.193	9.090	26.103
1991	20.290	8.992	11.298
2000	17.870	10.814	7.056
2010	18.893	13.711	5.182

**Fonte: IBGE- Censos Demográficos (1970 a 2010) apud Campos e Battisti (2012)**

Com a urbanização da cidade de Santo Antônio do Sudoeste, no ano de 2008 foram aprovadas as seguintes leis: Lei.1.907 que dispõe sobre o Zoneamento do Uso e de Ocupação do Solo do Perímetro Urbano da cidade de Santo Antônio do Sudoeste e a Lei 1882 a que dispõe sobre o Parcelamento do Solo, o Remembramento, o Desmatamento e a implantação de Condomínios Horizontais.

De acordo com a Lei Municipal 1907 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008), o perímetro urbano da cidade é dividido nas seguintes zonas e suas características (quadro 1).

**Quadro 1 - Zonas Urbanas do Município de Santo Antônio do Sudoeste**

ZR I – Zona Residencial I: Compreendem as áreas destinadas preferencialmente ao uso residencial de habitações uni familiares, sendo permitidos apenas comércio e serviço vicinal, com baixa densidade demográfica e construtiva, níveis de ruído compatíveis com o uso exclusivamente residencial, e com vias de tráfego leve e local.
ZR II – Zona Residencial II: Compreendem as áreas destinadas preferencialmente ao uso residencial de habitações uni familiares, sendo permitidos apenas comércio e serviço vicinal, com baixa densidade demográfica e construtiva, níveis de ruído compatíveis com o uso exclusivamente residencial, e com vias de tráfego leve e local.
ZR III – Zona Residencial III: Compreendem as áreas destinadas preferencialmente ao uso residencial de habitações uni familiares, sendo permitidos apenas comércio e serviço vicinal, com baixa densidade demográfica e construtiva, níveis de ruído compatíveis com o uso exclusivamente residencial, e com vias de tráfego leve e local.
ZR IV – Zona Residencial IV: Compreendem as áreas destinadas preferencialmente ao uso residencial de habitações uni familiares, sendo permitido apenas comércio e serviço vicinal, com baixas densidades demográfica e construtiva, níveis de ruído compatíveis com o uso exclusivamente residencial, e com vias de tráfego leve e local.
ZCC – Zona de Comércio Central: Compreende áreas destinadas ao exercício do comércio ou prestação de serviços, deve predominar o uso, especializado ou não da atividade comercial e de serviço, deve-se incentivar a maior variedade possível de ofertas de serviço.
ZCC1 – Zona de Comércio Central 1: Compreende áreas destinadas ao exercício do comércio ou prestação de serviços, deve predominar o uso, especializado ou não da atividade comercial e de serviço, deve-se incentivar a maior variedade possível de ofertas de serviço.



ZCS – Zona de Comércio e Serviço: Compreende áreas onde devem ser estimulados os usos de comércio vicinal, de bairro e setorial;
ZEU – Zona de Expansão Urbana: Zona de Expansão Urbana: Compreende as áreas de expansão urbana, inseridas no perímetro urbano, porém ainda não ocupadas;
ZI – Zona Industrial: Compreende as áreas, onde serão permitidos os usos industriais tipo 1, 2, 3 e 4;
ZET – Zona Especial de Turismo: destina-se a áreas relacionadas com o turismo.
ZF – Zona de Fronteira: destina-se a preservação da faixa fronteiriça localizada ao longo do rio Santo Antonio na divisa com a Republica Argentina. Seu uso e ocupação são proibidos observando-se a legislação federal;
ZEP – Zona Especial de Preservação: Compreende a faixa de preservação de cada margem de rios e córregos e áreas de interesse de preservação com o objetivo de promover a recuperação e a conservação dos recursos naturais, assegurando a manutenção da biodiversidade e a conservação do ecossistema.
ZEIS – Zona Especial de Interesse Social: Compreende áreas onde o poder Executivo poderá criar, ouvido o Conselho Municipal de Desenvolvimento, Meio Ambiente e Urbanismo, favorecendo a regularização fundiária, na qual prevalecerão apenas os requisitos das Leis Federais nº6. 766 e nº 9.785, dispensados os requisitos da Lei do Parcelamento do Solo Urbano, Código de Obras e Lei do Sistema Viário, exceto a ressalva de que o Conselho devera propor dimensões mínimas para as vias urbanas a serem regularizadas ou implantadas, bem como afastamentos mínimos a serem respeitados no caso das construções de madeira ou mistas, excetuadas os casos de vias coletoras ou estruturais, para as quais não se abrirá mão das características firmadas pela Lei do Sistema Viário.

**Fonte: Santo Antônio do Sudoeste (2008)**

## 2.2 Loteamentos

O Guia de Parcelamento do Solo do estado de Santa Catarina, apresenta que um loteamento é dado pela subdivisão de áreas (glebas) as quais apresentarão a função de lotes destinados à edificação, seja ela residencial, comercial ou industrial, por exemplo. Dependendo a proposição feita para os lotes é necessário prolongar, modificar ou até ampliar as vias do território Municipal (BRASIL, 1979; SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008). De acordo com a Lei Nacional 6766 (BRASIL, 1979) e a Lei Municipal de 1882 (SANTO ANTONIO DO SUDOESTE, 2008) no capítulo I, artigo 2º, parágrafo I, a definição de um loteamento pode ser entendida como sendo 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”

De acordo com Mota (1999) com o objetivo de ordenar o planejamento e desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir a expansão urbana, a

política de desenvolvimento urbano deve ser executada pelo Poder Público Municipal, sempre analisando as legislações em âmbito Estadual e Municipal pertinentes.

O intuito de realizar um planejamento urbano é normatizar e ordenar o espaço físico, podendo ofertar os elementos relativo as necessidades humanas de forma a proporcionar uma qualidade de vida indispensável a seus habitantes atuais e futuros (MOTTA, 1999).

Sendo assim, no parágrafo 1, artigo 6º a Lei 6766 (BRASIL,1979), para o caso de loteamentos apresenta as infraestruturas básicas dos parcelamentos situadas nas zonas habitacionais, declarada como de interesse social, devem constituir no mínimo de vias de circulação, escoamento de águas pluviais, rede de abastecimento de água potável e soluções para esgoto sanitário e energia elétrica domiciliar (BRASIL, 1979).

Ainda, para complementar a Lei Municipal 1882 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008) no capítulo VIII, art. 27 apresenta que as obras de urbanização interna em um condomínio deverão apresentar no mínimo os tópicos apresentados no quadro 2.

**Quadro 2 - Obras de urbanização em um condomínio no município de Santo Antônio do Sudoeste**

Meio-fio e revestimento primário das vias internas
Rede de abastecimento de água interna
Redes de distribuição de energia e de iluminação pública
Sistema de galerias de água pluviais
Sistema de tratamento de esgoto e águas servidas

**Fonte: Santo Antonio do Sudoeste (2008)**

Ainda, é importante destacar que para projetar o traçado de um loteamento urbano, é necessário observar a morfologia urbana da cidade em questão. De acordo com Rego e Meneguetti (2011) a morfologia urbana trata-se do estudo do meio físico da forma urbana, dos processos e das pessoas que o formaram. No desenho urbano isso pode ser verificado como um método de análise que detecta princípios, regras e tipos de traçados da cidade em questão, o que seria indispensável para futuras instalações e intervenções na área urbana em questão.

Pereira (2012) define Morfologia Urbana como sendo uma forma de estudo dos centros urbanos resultantes das ações da sociedade sobre o meio, representada por lotes, quadras, ruas, entre outros elementos, que podem ser edificados e

transformados pelo ser humano. De acordo com Loures (2001), quando se faz uma análise morfológica urbana destacam-se algumas temáticas como: análise do crescimento urbano, do traçado e parcelamento do solo, da tipologia dos elementos urbanos e as articulações entre eles e os públicos, que apresentam como objetivo verificar meios apropriados cultural e socialmente para intervenção do sistema urbano existente.

Indo em conformidade com o exposto anteriormente sobre a morfologia urbana, ou seja, sobre ao estudo da urbanização da cidade em si, a Lei Municipal 1882 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008), especificamente no capítulo III, art.11, especifica que para a aprovação do projeto de um loteamento, deverá ser encaminhado à Prefeitura Municipal as ruas ou estradas existentes ou projetadas que compõem o sistema viário do Município, relacionando com o traçado das vias do loteamento pretendido, constituindo de forma harmônica.

### **2.3 Aspectos do traçado urbano**

Para definir um traçado urbano adequado, indo de acordo com os traçados urbanos e infraestruturas necessárias deve ser realizado um estudo criterioso da morfologia urbana existente da cidade em questão.

De acordo com Mascaró e Yoshinaga (2005), a ideia de um traçado urbano foi desenvolvido por Aristóteles no século IV a. C, onde o mesmo recomendou separar as águas potáveis das de uso comum, além de criar a ideia de zonear a cidade conforme os critérios de utilização (comercial, residencial, administrativo ou religioso). Além disso, os autores trazem a informação de que as primeiras leis com exigências urbanísticas surgiram em Londres a partir de 1832.

Sabe-se que a transformação de um ambiente rural em um ambiente urbano sempre ocasionará modificações no meio ambiente. Sendo assim, Mota (1999) descreve a importância do homem neste processo, visto que o mesmo deve procurar adequar o processo de urbanização as características do ambiente de forma a reduzir os impactos negativos. Pode-se dizer então, que um planejamento urbano adequado é aquele com que considera os aspectos ambientais objetivando minorar os impactos negativos.

Mota (1999) descreve um ambiente urbano como um conjunto de dois sistemas intimamente inter-relacionados, sendo estes os sistemas naturais (composto por meio físico e biológico) e os sistemas antrópico (relacionado com o homem e suas atividades).

Portanto, planejar um ambiente urbano é analisar a ordenação do espaço físico de modo a atender as necessidades humanas, garantindo um meio ambiente que proporciona qualidade de vida indispensável a seus habitantes atuais e futuros (MOTA, 1999).

### 2.3.1 Elementos do traçado urbano

A idealização de um traçado urbano começa com a definição das ruas principais (avenidas), ruas e caminhos para pedestres, com o objetivo de tornar o espaço acessível através de diferentes rotas. Na medida que ao analisar o traçado das ruas, deve-se levar em conta a topografia local, as características do usuário, e também analisar o motivo pelo qual transita essas vias (MASCARÓ, 2003).

Loures (2001) traz em sua obra que o traçado urbano é composto pelos elementos fundamentais: lote, quarteirão e rua, sendo assim os diferentes espaços dentro de uma cidade nada mais são do que combinações estilísticas desses elementos. A autora ainda exemplifica que um traçado urbano inicia sua formação através de dois quarteirões os quais contém lotes e tipos diferentes de edifícios, sendo que entre esses quarteirões existem uma rua.

De acordo com Loures (2001) a quadra direciona toda a concepção da cidade sendo determinante para todo o tecido urbano. A Lei Municipal 1907 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008), no capítulo II, artigo 6, caracteriza a seguinte definição “Quadra: é a porção de terreno, subdividida ou não em lotes, limitada por via pública ou limite de propriedade ou linha de demarcação de perímetro urbano;” Mascaró (2003) explica que deve ser evitado quarteirões muito pequenos, ou muito grandes, em uma mesma malha urbana, sendo considerado uma variação máxima de extensão de 20% para mais ou para menos. Ademais, segundo o autor, deve-se admitir um limite máximo de lado de 150 a 160 metros, evitando quarteirões muito compridos (MASCARÓ, 2003).

O artigo 2 parágrafo 4 da Lei 6766 (BRASIL, 1979) apresenta a definição de lote como sendo um terreno servido da infraestrutura básica, com o qual as dimensões atendam os índices urbanísticos definidos pelo plano diretor ou lei municipal para a zona que o mesmo situe. Tendo isso, a Lei 1882 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008) apresenta na seção II, art. 32, que na área urbana da cidade o lote mínimo para efeito de aprovação é de duzentos e cinquenta metros quadrados, tendo uma testada mínima de dez metros.

Com relação as vias urbanas, na Lei 6766 (BRASIL,1979) no capítulo II, artigo 4 é explanado que “as vias do loteamento deverão ser articuladas com as adjacentes oficiais existentes ou projetadas de forma a harmonizar com a topografia local”. Ainda, Mascaró (2003) salienta que é importante analisar em bairros onde há frente de lotes residenciais que as vias sejam traçadas de acordo com as curvas de níveis de modo a evitar corte e aterro, além disso o autor cita que as ruas principais devem ser a mais reta possível

Outro fato a ser considerado dentro da morfologia urbana é com relação as vias de pedestre. Sabe-se que dentre as formas de deslocamento, o transporte a pé é o mais vulnerável. Quando se faz a elaboração de novas áreas urbanas, como por exemplo de loteamentos, tem-se uma maior facilidade de projetar as vias de pedestres de maneira a garantir segurança aos usuários, tendo que para isso é necessário pensar e elaborar o projeto como um todo e analisar os caminhos possíveis, analisando que para cada local é necessário obedecer as tipologias de rua e suas dimensões necessárias (SÃO PAULO, 2020).

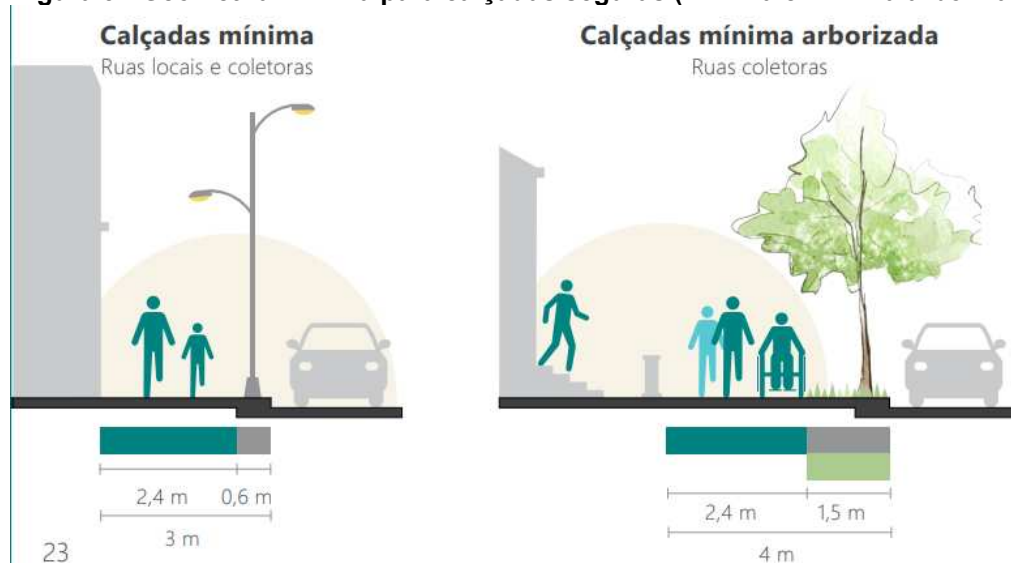
De acordo com Santos (2021), para obter uma calçada segura referente aos padrões mínimos, deve-se ter as seguintes características demonstradas nas figuras 2, 3 e 4.

**Figura 2 - Componentes de uma calçada adequada para pedestres e suas dimensões**

	SIGNIFICADO	FONTE	DIMENSÕES
Faixa de Transição	Esta zona é a seção da calçada que delimita o limite entre o público e o privado, funcionando também como uma extensão dos edifícios	(GLOBAL DESIGNING CITIES INITIATIVE; NACTO, 2018; SANTOS et al. 2017).	É possível apenas em calçadas com largura superior a 2 metros (ABNT NBR 9050/2020, p. 74).
Faixa livre	É a área da calçada destinada exclusivamente à livre circulação de pedestres. Nela não deve haver obstáculos, equipamentos urbanos, infraestrutura, rebaixamento de guias para acesso de veículos ou qualquer outra interferência, permanente ou temporária	Código Brasileiro de Trânsito	Conforme a NBR 9050 (2020, p.74) o dimensionamento da faixa livre deve ser calculado de forma confortável para um fluxo de 25 pedestres por minuto, nos dois sentidos, a cada metro de largura, sendo 1,20 m a largura mínima admitida pela norma
Faixa de serviço	Esta zona é definida como a parte da calçada entre o meio-fio e a faixa livre onde são dispostos, qualquer equipamento que possa ser um obstáculo para a livre circulação de pedestres como: mobiliários (bancos, canteiros, bicicletários, instalações de transporte coletivo, hidrantes, iluminação, sinalização viária, e etc) serviços urbanos (tampas de inspeção de serviços de esgoto, água, energia, entre outros) e rebaixamentos para acesso de veículos	(SANTOS et al, 2017; GLOBAL DESIGNING CITIES INITIATIVE; NACTO, 2018).	Conforme a ABNT NBR 9050 (2015, p.74) a largura mínima para esta zona é de 0,70 m, podendo ser pavimentada ou coberta por vegetação

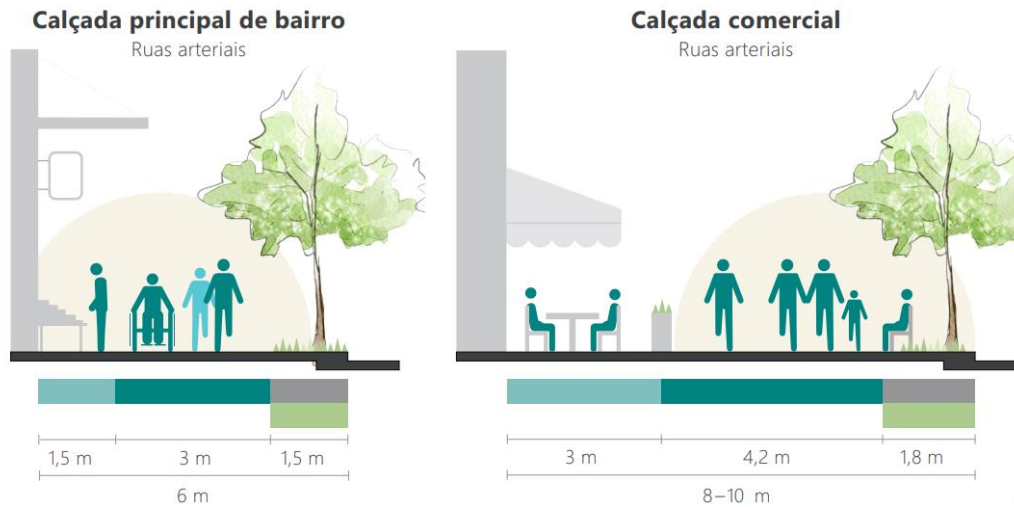
Fonte: Adaptado de Santos (2021)

**Figura 3 - Geometria mínima para calçadas seguras (mínima e mínima arborizada).**



Fonte: Santos (2021)

**Figura 4 - Geometria mínima para calçadas seguras (mínima e mínima arborizada).**



**Fonte: Santos (2021)**

Para produção de um loteamento considerado apto para vivência de qualidade, deve-se levar em consideração o planejamento de áreas de uso comum para estimular a melhoria da qualidade de vida dos moradores.

Alves (2017) evidencia que o aumento da demanda por espaços livres com o objetivo de assegurar os benefícios sociais e ambientais é decorrente dos processos de urbanização e globalização muito difundidos na sociedade. Sendo assim em diversas realidades pode-se analisar iniciativas populares sobre a escolha de locais com espaços públicos que torna possível o aumento da qualidade de vida. Farr (2013) repassa que em um meio urbano sustentável deve haver locais onde o público se sinta bem acolhido e estimulado a praticar ações sociáveis, como por exemplo se reunir, conversar, caminhar, entre outras atividades.

Afim de garantir a interação social, os espaços públicos de um ambiente devem ser baseados nos quatro critérios trazidos por Jacobs (2011): a) complexibilidade: relacionado com a diversidade de horário e de motivos para a utilização. b) centralidade: atuando como referência, possui hierarquia. c) insolação: combinação de boas áreas de sombra para os dias quentes e áreas de sol para os dias frios. d) delimitação espacial: passando segurança e controle aos utilizadores.

De acordo com o Guia de Parcelamento do solo do estado de Santa Catarina, as áreas comuns têm o objetivo de assegurar o desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, levando em consideração o lazer,

a infraestrutura necessária e a interação entre o homem e o meio ambiente (SANTA CATARINA, 2010).

Sendo assim, as áreas de uso comum são constituídas por: áreas institucionais que de acordo com a Lei 6766 (BRASIL, 1979) são áreas comunitárias destinadas aos equipamentos públicos de educação, cultura, saúde e lazer; área de arreamento a qual é definida como sendo as vias de circulação, feita pelo proprietário, previamente aprovada pela prefeitura e por fim as áreas verdes as quais poderão ser destinada a espaços de domínio público propiciando uma qualidade ambiental, funcional e estética na cidade.

## **2.4 Critérios para análise de áreas adequadas para implantação de loteamentos**

Com o intuito de analisar a implantação de um loteamento em um Município, mesmo antes de produzir os projetos e iniciar as obras em campo, é interessante realizar um estudo preliminar da área, levantando os principais aspectos legais, topográficos, geotécnicos, pontos econômicos da região a ser loteada, direções de mercado e questões financeiras (BERNARDI ZIBETTI; BEDIN 2017).

### **2.4.1 Viabilidade legal**

Com o objetivo de analisar a viabilidade legal de áreas para a implantação de loteamentos no Município de Santo Antônio do Sudoeste é necessário observar algumas legislações e normas, nomeadas na figura 5.



**Figura 5 - Legislações e normas pertinentes para a implantação de um loteamento na cidade de Santo Antônio do Sudoeste**

Lei N° 6766/1979	Lei Federal	Dispõe sobre critérios de parcelamento de solo urbano
Lei N° 15616/2007	Lei Estadual	Dispõe que os loteamentos licenciados pelo Poder Público devem ser projetados conforme especifica e adota outras providências
Lei N° 1907/2008	Lei Municipal	Dispõe sobre o Zoneamento do Uso e de Ocupação do Solo do Perímetro Urbano da Sede, do Município de Santo Antonio do Sudoeste e da outras providências.
Lei N° 1882/2008	Lei Municipal	Dispões sobre o Parcelamento do Solo, o Remembramento, o Desmembramento e a implantação de Condomínios Horizontais
Lei N° 1850/2007	Lei Municipal	Dispõe sobre a Política de Proteção, Conservação e Recuperação do Meio Ambiente.
Lei N° 1847/2007	Lei Municipal	Define o Código de Obras das Ações de Iniciativa Privada e Pública sobre a Morfologia da Cidade.
Lei N° 1881/2008	Lei Municipal	Dispõe sobre a hierarquização e traçado básico do Sistema Viário, e traça as diretrizes para o arruamento do Município de Santo Antonio do Sudoeste, e dá outras providências
Lei N° 12561/2012	Código Florestal	Estabelece normas gerais sobre a Proteção da Vegetação Nativa, incluindo Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de Uso Restrito.

**Fonte: Adaptado pelo autor, das legislações (indicadas no referencial, 2022)**

Ademais, outros critérios importantes que viabilizam a implantação de loteamentos urbanos e proporcionam uma boa utilização serão descritos nos itens a seguir.

#### 2.4.1.1 Áreas de Preservação Ecológica

Com relação as áreas de preservação ambiental, Mota (1999) no capítulo II, pág 26 descreve “Conservar, significar utilizar um recurso ambiental de modo a se obter um rendimento considerado bom, garantindo-se, entretanto, sua renovação ou auto sustentação”.

Para o caso de construções de loteamentos na cidade de Santo Antônio do Sudoeste, a Lei 1850 (SANTO ANTONIO DO SUDOESTE, 2007) em seu título III, cap

I, art. 6º apresenta que para iniciar as atividades em campo é necessária uma licença prévia para evitar possíveis impactos ambientais no Município.

As áreas de cobertura vegetal do solo contribui para a retenção e estabilização dos solos, previne erosão (pois auxilia na infiltração da água diminuindo o escoamento superficial), no caso de coberturas próximas a cursos de água produz sombra mantendo a temperatura da água adequada às espécies aquáticas, influi no clima (pois interfere na incidência solar), auxilia no processo de fotossíntese, fornece alimentos e matéria-prima, oferece um aspecto visual agradável, auxilia como barreira à propagação de ruídos (MOTA, 1999).

De acordo com a Lei 1850 (SANTO ANTONIO DO SUDOESTE, 2007) na seção III, Art. 57 as áreas verdes do Município de Santo Antônio do Sudoeste são os bosques de mata nativa, representativos da flora do Município os quais são destinados à preservação de águas existentes, do habitat da fauna, da estabilidade do solo e na manutenção da distribuição equilibrada dos maciços vegetais com vistas na Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo. Ainda, a mesma lei municipal apresenta no Art. 58 um estímulo aos proprietários que cadastrarem no Departamento do Meio Ambiente áreas com remanescentes florestais, tendo a isenção dos impostos imobiliários ou ainda a redução proporcional ao índice de cobertura florestal do terreno.

Ademais, para a urbanização de uma área, deve-se levar em consideração os terrenos situados a margens de cursos d'água e reservatórios, quando ocorre um intensa ocupação nesses locais ocorre o aumento do líquido escoado e conseqüentemente aumenta o potencial de erosão do solo (MOTA, 1999). Sendo assim, é necessário a adoção de faixas de terra em condição natural com o objetivo de diminuir a erosão do solo e ocorrência de enchentes. Ainda de acordo com o autor, essa cobertura vegetal nas encostas dos cursos d'água é importante pelos seguintes fatores: constitui uma barreira física ao transporte do material, proporciona uma estrutura sólida ao solo devido ao sistema radicular; amortece o impacto das águas da chuva sobre o solo e eleva a porosidade do solo e portanto sua capacidade de absorção de água (MOTA, 1999).

A lei 12651 (BRASIL, 2012), especificamente no capítulo I, artigo 3º apresenta que as Áreas de Preservação Permanente (APP) é uma "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o

fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;”. A mesma lei apresenta que em zonas rurais ou urbanas deve ser respeitados as faixas laterais de qualquer curso d’água na largura mínima descrita no quadro 3.

**Quadro 3 - Áreas de Preservação Permanente adjacentes aos cursos d’água**

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

**Fonte: Brasil (2012)**

Analisando ainda os locais onde é necessário preservar as áreas verdes, tem-se o caso de nascentes e olho d’água (afioramento natural do lençol freático), para estes a Lei 12651 (BRASIL, 2012) especifica que em seu artigo 4º que é necessário em qualquer que seja a situação topográfica um raio mínimo de 50 metros. E, a norma específica no mesmo artigo, que para áreas ao entorno de lagos ou lagoas naturais deve haver faixas marginais de largura mínima de 50 metros.

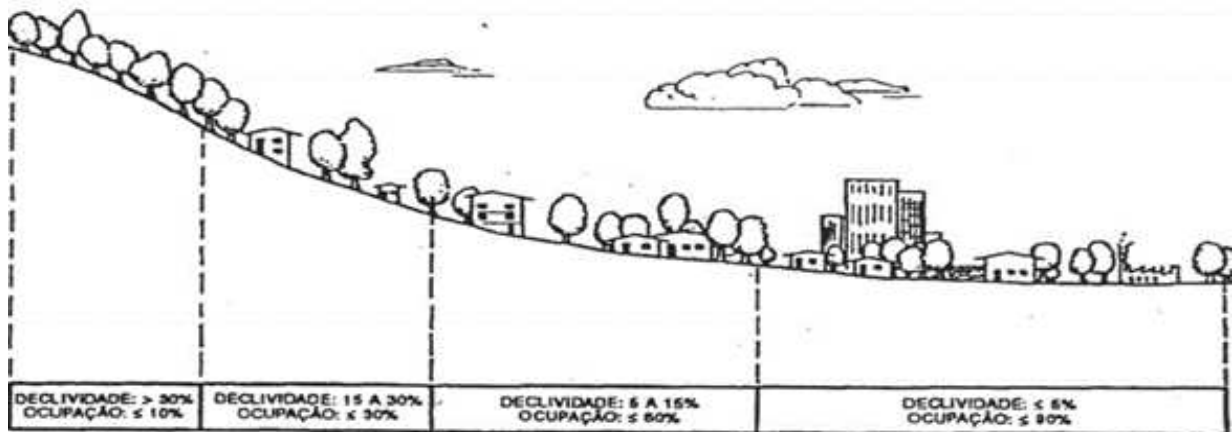
É notório que com o aumento das áreas urbanizadas ocorre a diminuição de áreas de infiltração das águas das chuvas, essas águas são divididas em dois seguimentos, um que se infiltra no solo e forma os lençóis freáticos e outro que escorre na superfície formando as bacias hidrográficas subterrâneas e superficiais (MASCARÓ, 2003). Sabendo isso, com o aumento da densidade demográfica e a diminuição de áreas para a infiltração de água ocorre o alagamento em áreas urbanizadas, trazendo diversos prejuízos a população e a diminuição das águas nos lençóis freáticos.

#### 2.4.1.2 Declividade

De acordo com Mota (1999), as áreas que apresentam declives acentuados são mais sujeitas à erosão pelo motivo do escoamento superficial da água ser maior,

com isso uma medida de prevenção para possíveis problemas com erosão do solo nas encostas e alagamentos nas baixadas é reduzir a intensidade de ocupação em função do maior declive como demonstra a figura 6.

**Figura 6 - Proposta para a ocupação do solo em função da declividade**



Fonte: Mota (1999)

No Município de Santo Antônio do Sudoeste, na Lei 1882 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008), no capítulo II, art. 8º é apresentado um limite sobre as vias que existirão no loteamento como sendo de 20% (vinte por cento) de declividade máxima. Ainda, na Lei 1850 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2007) do Município, mais especificamente no capítulo VII, seção II artigo 54 é declarado como área de preservação permanente aquela com encostas com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento).

Para complementar a Lei 12651 (BRASIL, 2012) apresenta como Área de Preservação Permanente na seção I, artigo 4º aquelas que apresentar declividade superior a 45º, equivalente a 100% na linha de maior declive, os topo de morros montes e montanhas com altura mínima de cem metros e inclinação média maior de 25º e áreas com altitude superior a mil e oitocentos metros.

Vale ressaltar também a questão da declividade das vias e da sua viabilidade de utilização para veículos e pedestres. Sabendo que os processos de cortes e aterros é um os itens mais caros da pavimentação de um loteamento, deve-se o máximo possível acompanhar a topografia local com o objetivo de causar menos gasto de investimento para o loteador quanto para o comprador (construções

onerosas). Na figura 7, está descrito a relação entre o conforto para a circulação do pedestre com relação a declividade do terreno.

**Figura 7 - Circulação de pedestres em relação à declividade**

$i < 7\%$	Os pedestres circulam com muito conforto; os pavimentos podem ser de baixo atrito ou, inclusive, pela grama, sem problema nenhum. Os deficientes circulam com suas cadeiras, confortavelmente.
$7 < i < 10\%$	Os deficientes ainda podem circular, mas com dificuldade crescente.
$7 < i < 13\%$	Os pedestres circulam bem em caminhos rampeados, mas os pavimentos devem apresentar atrito razoável.
$13 < i < 20\%$	Os pedestres ainda podem circular, mas os pavimentos devem apresentar atrito muito forte. A circulação não deve ser em rampas muito longas, pois são cansativas e perigosas.
$20 < i < 40\%$	Para que pedestres circulem com estas declividades, deve-se recorrer a tramos de escadas intercalados com patamares ou com rampas.
$i > 40\%$	Para que os pedestres possam circular com certo conforto, é necessário inclinar escadas ou rampas em relação as curvas de nível, até diminuí-las a uma inclinação nível aceitável (40%).

**Fonte: Mascaró (2003)**

Mascaró (2003) ainda descreve na figura 8 as declividades máximas recomendáveis para que o tráfego dos carros não seja prejudicado pela declividade nas diferentes categorias de vias urbanas de veículos.

**Figura 8 - Declividades máximas recomendáveis para não dificultar o tráfego nas diferentes categorias de vias urbanas de veículos**

Tipo de via	Declividades máximas recomendáveis (%)
Arteriais	5
Coletoras	7
Locais	15
Interiores de Lotes	20

Fonte: Mascaró (2003)

#### 2.4.1.3 Proximidade de rodovias

Com relação as áreas não edificáveis dentro de um território urbano têm-se as áreas próximas as rodovias. As chamadas faixas de domínio de uma rodovia compreendem no espaço formado entre a faixa de rolamento, somado com o acostamento e a faixa não edificável, está é dada como um bem público (DNIT, 2006).

Conforme Goldengeo (2018) as faixas adjacentes as estradas e rodovias servem principalmente para construção e operação da rodovia em si, além de poder fazer o uso temporário ou permanente dessa faixa para os seguintes casos: transmissão ou distribuição de dados, de distribuição de energia, poldutos, engenhos publicitários, acessos, equipamentos de telecomunicações, trailers (a critério do departamento responsável).

A faixa de domínio de uma rodovia depende da legislação Municipal vigente. De acordo com a Lei 1882 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008), no capítulo II, Art 8º “ao longo das rodovias e ferrovias será obrigatória a reserva de 25,00 (vinte e cinco metros) metros para cada lado do eixo, acrescidos do recuo frontal obrigatório de 15 (quinze) metros”.

#### 2.4.2 Viabilidade de urbanização

##### 2.4.2.1 Proximidade de infraestruturas básicas

Ao analisar áreas adequadas para a implantação de loteamentos, deve-se considerar a importância de investir em um ambiente que forneça acessibilidade às

áreas urbanas principais através de uma infraestrutura de qualidade, sendo isso possível principalmente por meio da comodidade de acesso aos serviços de transporte público, vias de pedestre e ciclovias, promovendo e estimulando o uso alternativo de outros sistemas de locomoção que não seja veículos próprios (AQUA, 2011).

O autor Farr (2013) descreve em sua obra que os casos de pessoas que vivem longe dos centros das cidades, em loteamentos novos, consomem cerca de dois terços de todo o petróleo consumido nos Estados Unidos, apresentando um custo extremamente alto para os moradores e também para o Município.

Ao encontro do exposto anteriormente, Mota (1999) descreve que uma distribuição do solo adequada é feita de forma a reduzir ao máximo as distâncias das zonas de trabalho, lazer e saúde, de forma a incentivar os percursos a pé e de outros não poluidores. Como solução desse critério, o autor incentiva a criação de condições adequadas por meio de vias próprias para pedestres e ciclistas, além de áreas para estacionamento destes equipamentos.

Para Mascaró e Yoshinaga (2005) não basta apresentar boas ideias e bons projetos para viabilizar um loteamento em uma cidade, é necessário analisar os recursos que serão necessários para isso, principalmente pelo fato de que o poder público não dispõe de verbas e nem meios de fornecer financiamentos, sendo necessário parcerias público privada.

A ideia de urbanizar uma cidade de forma harmônica, ou seja, satisfazendo as necessidades ambientais e dos moradores e ambientais da sociedade entra em consenso com o urbanismo sustentável. De acordo com Farr (2013), o urbanismo sustentável através de um excelente desenho urbano possibilita as pessoas a preferirem caminhar até o centro, ir até as escolas, cafeterias, lojas e supermercados, ao invés de depender de veículos para essas atividades.

Os indicadores de desempenho de mobilidade e acessibilidade ao usuário estão descritos na figura 9.

**Figura 9 - Indicadores de desempenho e qualidade**

Indicadores de desempenho de qualidade e acessibilidade		
1	vias de pedestres	Assegurar a acessibilidade principalmente para pessoas de mobilidade reduzida
2	transporte coletivo	Contribuir para o equilíbrio do trânsito, diminuindo o uso de carros próprios de passeio por meio do uso intensivo do transporte coletivo
3	ciclovias	Adaptar de forma a hierarquizar o dimensionamento adequado em função do uso e das velocidades, repassando segurança ao usuário e ao pedestre
4	bicicletário	Garantir as condições necessárias para a prática da mobilidade através do ciclismo com impacto ambiental reduzido
5	tempo de médio de trajeto	Configurar uma composição urbana de forma a reduzir a necessidade de deslocamento a pontos extremos da cidade para atividades rotineiras.

**Fonte: Adaptado de AQUA (2011)**

Em concordância com a importância da proximidade de infraestruturas básicas, a Lei 1882 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008) na Seção II, Art.34 parágrafo 1º apresenta o critério de que a prefeitura não poderá conceder o uso de áreas que impeçam o uso de áreas institucionais ou recreativas de forma adequada. A mesma Lei cita na seção II, art. 34, parágrafo 1 que são essas áreas:

[...] praças, parques, estabelecimentos educacionais, postos de saúde ou ainda puericultura, postos policiais ou de bombeiro, agências telefônicas, mercados livres, abrigos passageiros de transporte coletivo, agências telefônicas,, instalações esportivas ou outras que visem atender as necessidades da população residente ou visitantes, sendo excluídas as instalações incomodas, tais como: prisões, hospitais especiais para doenças contagiosas e as repartições e serviços que não sejam de utilidade direta à população residente ou flutuante. (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008, p.11 e 12).



## 2.5 Mudanças e problemas causados por loteamentos

De acordo com Mota (1999), quando iniciou o conceito e as ideias de planejamento urbano, era conhecido que o ambiente físico deveria adaptar-se as atividades do homem, sendo assim, era considerado somente aspectos sociais, culturais e econômicos. No entanto, o mesmo autor apresenta como resultando dessa prática os problemas ambientais causados com reflexos negativos causados sobre a própria qualidade de vida do homem.

### 2.5.1 Ambientais

Albergardi e Rosin (2013) descrevem que implantar um loteamento acarreta diversos problemas ambientais principalmente pela ocupação de áreas ambientalmente frágeis, assoreamento dos rios, alteração do uso do solo e do ecossistema urbano, erosão do solo, poluição dos recursos hídricos e por fim pela alteração da paisagem em razão do desmatamento.

De acordo com Mota (1999) a urbanização de um local influencia de maneira vigorosa na condição climática da região, no seu relevo e na formação dos solos, na cobertura vegetal, nos recursos hídricos e no ecossistema. Vale ressaltar que as atividades antrópicas, as quais provocam alterações no meio ambiente natural podem ocasionar muitas vezes em situações prejudiciais ao próprio homem.

Como exemplo de impactos gerados por empreendimentos de loteamentos Roedel e Dias (2019) apresentam:

[...] alteração de relevo, compactação do solo, terraplanagem e movimentação de terra, redução da permeabilidade do solo, erosão decorrente da remoção da cobertura vegetal, carreamento de sedimentos pelo corpo hídrico, distúrbios à fauna e à flora, poluição do ar, geração de ruído e resíduos sólidos, emissão de gases por fontes móveis, alteração da paisagem, entre outros. (ROEL E DIAS, 2019, p.25).

Em concordância com os problemas ambientais expostos anteriormente, Mota (1999) ressalta que as atividades praticadas pela ação do homem, que estão

interligadas com a produção de loteamentos, e com os possíveis impactos ambientais (Figura 10).

**Figura 10 - Relação entre atividades praticadas pelo homem e seus impactos ambientais**

ATIVIDADES	IMPACTOS AMBIENTAIS
Desmatamento	Alterações climáticas
	Danos à flora e fauna
	Erosão do solo
	Empobrecimento do solo
	Assoreamento de recursos hídricos
	Aumento do escoamento da água
	Redução da infiltração da água
	Inundações
Movimentos de Terra	Alterações na drenagem das águas
	Erosão do solo
	Assoreamento de recursos hídricos
Impermeabilização do solo	Aumento do escoamento das águas
	Redução da infiltração da água
	Problemas de drenagens
	Inundações
Aterramento de rios, riachos, lagoas, etc	Problemas de drenagens
	Assoreamento
	Inundações
	Prejuízos econômicos e sociais
Destruição de ecossistemas	Danos à flora e fauna
	Desconfiguração da paisagem
	Problemas ecológicos
	Prejuízos às atividades do homem
	Danos sociais e econômicos
Emissão de resíduos	Poluição ambiental:
	Prejuízos à saúde do homem
	Danos à flora e fauna
	Danos materiais
	Prejuízo às atividades
	Danos econômicos e sociais
Emissão de gás carbono, clorofluorcarbono, metano, etc	Alteração de caráter global:
	Efeito estufa (aumento de temperatura; elevação do nível dos oceanos, alterações na precipitação, desaparecimentos de espécies de animais e vegetais)
	Destruição da camada de ozônio, aumento da radiação ultravioleta, riscos à diversidade genética; câncer de pele; catarata

Fonte: Mota (1999)

### 2.5.2 Sociais e econômicos

Ainda analisando os impactos que podem ser ocasionados com a implantações de loteamentos Mascaró (2003) apresenta em seu trabalho que quando os serviços de infraestrutura (essenciais à atividades das pessoas) apresentam deficiências, ocorre a diminuição da produtividade e da renda das pessoas, implicando na qualidade de vida das pessoas. Sendo assim, deve-se analisar que para um loteamento ser bem executado e funcional o desafio é promover serviços urbanos em quantidade e qualidade suficiente. O autor ainda exemplifica a complexibilidade desse equilíbrio pelo fato de que muitas vezes investimentos altos para a infraestrutura promovem custos não acessíveis (MASCARÓ, 2003).

É possível dizer que o planejamento de um loteamento deve ser feito com o principal objetivo de organizar o uso e ocupação do solo de maneira a não criar empecilhos durante o passar do tempo para os moradores, considerando sempre as questões econômicas e sociais mesmo quando o enfoque principal é a questão ambiental (MOTA, 1999).

Em concordância, Mascaró (2003) expõe que para obter um ambiente harmônico, as redes de infraestrutura urbana devem ser planejadas e construídas de maneira a formar um conjunto de elementos articulados com o espaço urbano que as contenha.

Um aspecto que encarece o custo de vida da população nas cidades latino-americanas é com relação a demora para serem ocupadas áreas urbanas projetadas, como por exemplo, a demora para serem ocupados loteamentos (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005). Todas essas áreas (a grande maioria na periferia ou até fora da cidade) gera custos para as prefeituras locais que necessitam realizar atividades de pavimentação, de varrer as vias, manter as vias, entre outras. Além de que, as empresas de energia elétrica, de abastecimento de água e de esgoto necessitam estender extensas áreas de rede para atender, às vezes, um único usuário.

Os autores Mascaró e Yoshinaga (2005) apresentam que esses custos são rateados sobre o usuário, seja por meio de impostos municipais, aumentando o valor do Kwh de energia elétrica, ou até mesmo, aumentando o custo de metros cúbicos de água. Sendo assim, pode-se concluir que áreas urbanas pouco habitáveis acarretam tanto a perda da qualidade dos serviços, quanto aumento dos custos rateados entre os usuários.

A ideia de que o processo de urbanização das cidades já está extrapolando o limite de crescimento demográfico é apresentado pelo autor Farr (2013). O autor apresenta que os norte-americanos da última geração urbanizaram cerca de 10 vezes mais do que o índice de aumento populacional. Apresentando como danos externos (áreas que poderiam ser utilizadas para habitat natural ou agricultura) e danos internos (empreendimentos com baixa densidade e longas distancias aos centros urbanos aumenta a necessidade de uso de automóveis).

De acordo com Corghi (2008), a implantação de loteamentos desconexos da malha urbana é visto como uma maneira clara de congelar o crescimento e desenvolvimento do município, “fragmentando” a malha urbana. A autora explica que por fatores econômicos especulativos ao mercado e os aspectos econômicos imediatistas raramente o poder público consegue estabelecer diretrizes urbanísticas eficazes.

Outrossim, sabendo que as cidades são projetadas para os cidadãos viverem, efetuar atividades cotidianas como trabalhar e curtir momentos de lazer, o não planejamento de locais para moradias dignas com as condições de infraestruturas necessárias gerou, e ainda gera, enchentes, desmoronamento de encostas, poluição de mananciais, entre outros (PINTO; CHAMMA, 2013).

Fiorillo (2013) apresenta que os parcelamentos dos solos não será permitido em situações que inviabilizam a satisfação das funções sociais da cidade as quais proporcionam qualidade de vida ao usuário. Pinto e Chamma (2013) apresentam que a implantação de um loteamento tem a influência direta com o meio ambiente urbano e irradia seus efeitos sobre a população, principalmente pelo fato de que as normativas são muitas vezes ignoradas e acarretam em problemas nas questões de segurança, salubridade, conforto, bem como na funcionalidade e na estética da cidade.

Ainda, Farr (2013) apresenta que além dos impactos citados acima, os custos com fabricação e manutenção das demais infraestruturas como: serviços de educação, de polícia e de transporte público apresenta como impacto na carga tributária em locais com baixa densidade urbanizada, em média de onze por cento de acréscimo. Sendo que esses loteamentos, onde todas as atividades a serem feitas não podem ser acessadas a pé no dia a dia, impossibilita a idealização de um urbanismo sustentável.

### 2.5.3 Loteamentos irregulares

Gomes *et al.* (2021) apresenta que no Brasil cada vez mais, os moradores de loteamentos desprovidos de infraestrutura de qualidade, são vítimas de desastres urbanos. Os loteamentos habitacionais longe dos centros urbanos, sendo pouco atendidos por serviços básicos de saúde, educação e ambientalmente frágeis (próximos a rios ou córregos, no topo de morros, em áreas sujeitas a deslizamentos e inundações) são dados como loteamentos irregulares, e para isso cabe ao órgão municipal agir de forma a regularizar a urbanização dentro dos limites territoriais municipais, indo de acordo com as legislações existentes (GOMES *et al.*, 2021).

O Guia de Parcelamento do Solo do estado de Santa Catarina, ano 2010, apresenta que um loteamento irregular é aquele que mesmo aprovado pelo poder público e/ou no registro de imóveis, não foi executado de acordo com as exigências da Lei 6766 (BRASIL, 1979).

A Lei Nacional 6766 (BRASIL, 1979) que dispõem sobre o Parcelamento do Solo Urbano, especificamente no capítulo I, artigo 3 apresenta os casos descritos no quadro 4 os quais não são permitidos o parcelamento do solo:

**Quadro 4 - Locais onde não é permitido realizar o parcelamento do solo.**

I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;
III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;
IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;
V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

**Fonte: Brasil (1979)**

Em concordância com a Lei Nacional, a Lei Municipal 1882 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008) descreve no seu capítulo I, artigo 3 que não será permitido o parcelamento do solo nos seguintes casos demonstrados no quadro abaixo.

**Quadro 5 - Locais onde não é permitido realizar o parcelamento do solo**

I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, salvo se previamente aterrados e drenados, com o acompanhamento ou iniciativa da autoridade municipal competente;
II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;
III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;
IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;
V - em terrenos em que as condições geológicas não aconselhem a implantação de edificação

**Fonte: Santo Antônio do Sudoeste (2008)**

## 2.6 Critérios para a pavimentação do loteamentos

### 2.6.1 Definição e conceitos

Tendo elencado e definido a estrutura que envolve o desenho urbano de um loteamento, partimos agora para explorar como se dará o acesso a esse empreendimento, haja vista a necessidade de acesso dos moradores aos demais locais que se estendem no território municipal.

O homem com o intuito de promover a circulação dos habitantes entre os diferentes lugares que compreendem o ambiente onde vive, criou as estradas. Hoje, elas são uma ferramenta não apenas de locomoção, mas também de oportunidades, promovendo acesso à educação, cultura, lazer, convívio social e trabalho. Um critério, portanto, atrelado não apenas com infraestrutura, mas também com a cidadania (BALBO, 2007).

Enquanto que a estrada irá se apresentar como forma de interligar e criar conexões, com outro propósito, mas ainda vinculado na mesma temática, tem-se a ideia de pavimentação. De acordo com Bernucci *et al.* (2022) o pavimento pode ser definido como:

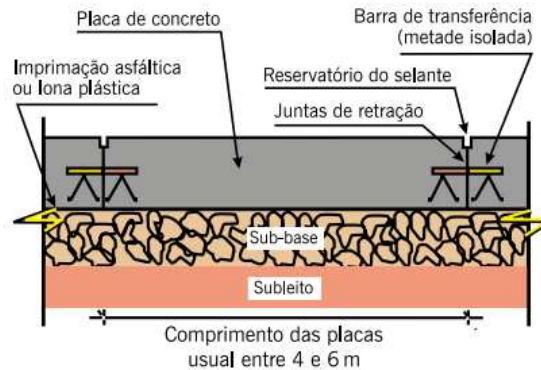
Uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança (BERNUCCI *et al.*, 2022, p. 11).

Antes de partir para a elucidação das camadas do pavimento e suas peculiaridades, é necessário fazer uma diferenciação importante em termos de estrutura, no que se refere aos conceitos de pavimento rígido e pavimento flexível, ou em outras palavras, pavimento asfáltico e pavimento de concreto de cimento Portland.

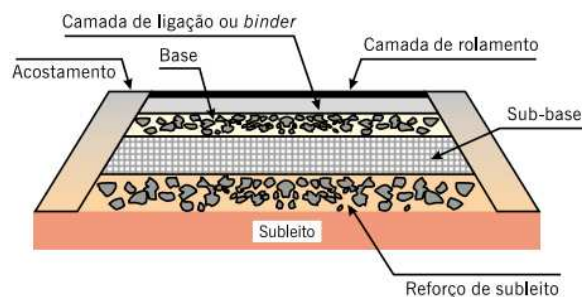
Para Bernucci *et al.* (2022) essa diferenciação se dá por meio das camadas constituintes da estrutura em cada caso. No caso de pavimentos asfálticos, pode existir o flexível, quando os materiais presentes nas camadas adjacentes ao revestimento forem do tipo granulares, solos e solo-agregados. E também o semirrígido, quando os materiais se configuram como cimentados ou aglutinados por ligante hidráulico, possuindo resistência frente aos esforços de tração. Por último, é dito na definição de pavimento de concreto-cimento, que este possui como revestimento uma placa de concreto em cimento Portland, armada ou não. Cujas resistência irá ser determinante para definir a espessura das camadas subsequentes.

Na sequência é apresentada a figura 11, a qual ilustra o exposto anteriormente e traz de maneira visual a separação das camadas.

**Figura 11 - Corte transversal de representação das camadas do pavimento**



(a) Concreto-cimento (corte longitudinal)



(b) Asfáltico (corte transversal)

**Fonte: Bernucci *et al.* (2022)**

Para fins de análise, esse trabalho irá conter seu objetivo em fazer um estudo acerca dos pavimentos flexíveis empregando-os como solução para pavimentação das vias de um loteamento, visto que a utilização de placas de cimento Portland é mais plausível na ocorrência de um volume de tráfego com significativo número de repetições de eixo padrão. Em suma, Araújo *et. al.* (2016), apresenta que isso não é uma regra para a pavimentação, sendo os dois tipos de pavimento viáveis para a execução, mas tendo como base que o pavimento rígido é mais indicado para casos de maior intensidade de carga.

Ademais, os autores ainda colocam um dado de 2016, onde 80,3% das estradas do Brasil não são pavimentadas, o que corresponde a 1,3 milhões de km. Isso se deve a viabilidade econômica, onde muitas vezes essa estrutura é vista como um gasto e não como investimento. Para tanto, propor a utilização de um pavimento flexível também se justifica pelo fato de possuir, comparado ao pavimento rígido, um dispêndio inicial inferior, não considerando aqui uma equalização de gastos com manutenção e vida útil estimada. Considerando ainda o dado apresentado pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), onde 99% das vias pavimentadas no Brasil hoje, são do tipo flexível.

### 2.6.2 Estimativa do tráfego

A ideia de planejamento do transporte urge devido a necessidade de se adequar a demanda por transporte com a capacidade estrutural de suporte de determinada região. Para definir qual a solicitação pelo transporte e qual será a sua dispersão dentro da área de estudo, são utilizados modelos de planejamento descritos por Campos (2013), os quais serão considerados para o desenvolvimento do presente trabalho.

Deve-se definir a nível estratégico, tático ou operacional as ações que irão ocorrer a longo prazo no pavimento para um período de projeto, que varia em torno de 10 a 25 anos. Com o objetivo de durante o tempo de operação, garantir um nível de serviço coerente com os recursos financeiros aplicados. Para isso, é fundamental explorar as características e previsão de demanda.



Um modelo de cálculo utilizado para elaborar um plano de transporte que visa atender uma região em específico, é o modelo sequencial. Nele, são elencados quatro pontos principais de análise, definidos na sequência.

O modelo de geração de viagens irá atuar de forma quantitativa, elencando de maneira numérica a ocorrência em cada zona de tráfego. Já a distribuição das viagens parte do valor total e investiga o fator origem-destino do deslocamento de veículos, buscando saber a respeito da atração mútua entre as zonas.

Outro ponto é o modelo de divisão do modal, que propõe avaliação a respeito do modo de transporte atuante, o qual tem ligação direta com as características socioeconômicas do local. E, por fim, tem-se o modelo de alocação de fluxo que trata sobre as rotas de deslocamento, ou seja, o caminho físico.

Com base nesses parâmetros, é possível através de equações e recomendações propostas por Campos (2013) chegar a um valor numérico,  $N$ , de repetições do tráfego que servirá de base para estudo e dimensionamento do pavimento.

### 2.6.3 Camadas do pavimento

A superfície de terraplanagem referida anteriormente DNIT (2006), refere-se como sendo um semi-espaço que pode ser interpretado como semi-infinito. O qual servirá de fundação para o pavimento e é tecnicamente denominado sub-leito. Em termos de profundidade, sua extensão deve ser compreendida até aonde existam forças sendo dissipadas, devido ao carregamento provocado pelo tráfego. Colocando de maneira numérica, é delimitado por uma faixa de  $0,60\text{m}^2$  com  $1,50\text{m}$  de altura. Quanto a composição dessa camada Balbo (2007) salienta que é formada por material natural nos casos de aterro, devendo esse ser consolidado em compactado, ou ainda, por material de jazida devidamente compactado quando houver necessidade de aterro.

Acima deste, pode ocorrer ou não a existência do reforço de sub-leito, isso será determinado através do grau de resistência que o solo terá frente ao cisalhamento. Caso seja baixo ou insuficiente, é necessário prever uma camada de reforço que tem por intuito dissipar as tensões atuantes, para que cheguem até a fundação em uma ordem de grandeza na qual possam ser absorvidas sem danos à estrutura.

Um ponto importante a ser observado quanto a isso, é que outra solução para a falta de resistência do subleito, seria aumentar as camadas que estão situadas antes dele, ao invés de criar uma camada intermediária. O que limita esse recurso, é o fator econômico, tendo em vista que o material empregado na execução das camadas mais superficiais possui significativo aumento de preço quando comparado àquele utilizado para fazer o reforço (BALBO, 2007).

Posterior a isso, tem-se a sub-base a qual apresenta-se também como camada complementar, indicada para os casos em que não é possível fazer a aplicação da base logo após o término do subleito ou reforço deste último. (SENÇO, 2007).

Seguindo na abordagem de Senço (2007), a próxima camada chamada de base, encontra-se assente sobre a sub-base caso exista e sua função se perpetua em resistir as cargas ocasionadas pelo tráfego e disseminar os esforços para as camadas subsequentes. O autor ainda traz o apontamento sobre a hierarquia das camadas, onde coloca que não deve a sub-base ser constituída por material que apresente características tecnológicas superiores ao material da base, por exemplo, e assim por diante.

Com relação as três camadas citadas anteriormente, elas permitem a aplicação de diferentes insumos em sua execução. Uma opção são os materiais granulares, caracterizados por não possuírem coesão e, portanto, não oferecerem apenas resistência à compressão. Para um caso especial dentro desse tópico, que são os solos coesivos, até pode-se admitir certa coesão devido a presença dos finos, porém não em quantidade suficiente para significativa a nível de desempenho estrutural. A exemplo disso temos, a brita graduada simples (BGS) e a bica ou brita corrida.

Em seguida temos os materiais cimentados, que se constituem por materiais granulares com incorporação de aditivo, geralmente cimento e cal. Isso se reflete em um aumento considerável na rigidez da mistura, possibilitando que trabalhe à flexão, pois tornasse resistente à tração além da compressão. Alguns exemplos são a brita graduada tratada com cimento (BGTC) e o concreto rolado (CCR – concreto compactado a rolo).

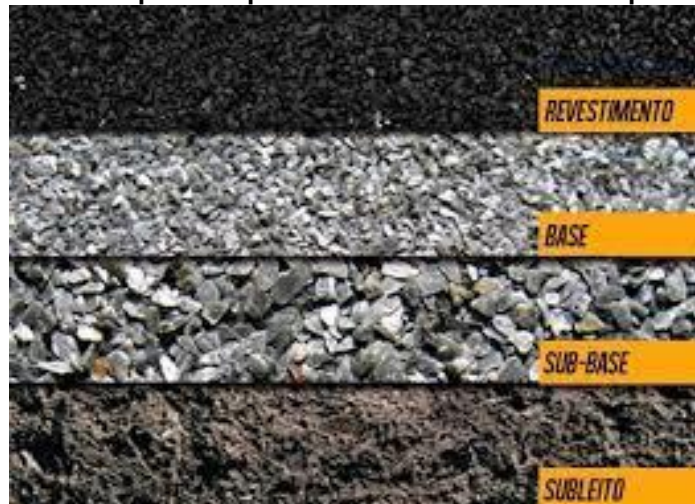
Como terceiro caso, tem-se as misturas/matérias asfálticas, sua configuração corresponde a misturas asfálticas que são recicladas por meio da espuma de asfalto ou emulsão asfáltica, havendo também o solo - asfalto e solo –

emulsão. Semelhante ao caso anterior, são consideradas coesivas e os responsáveis por conferir essa propriedade ao material são ligantes asfálticos ou hidráulicos e o asfalto espuma. Saliente-se que utilizando esse material, a camada irá apresentar elevada resistência à tração. Como exemplo tem-se o solo-asfalto e solo-emulsão (BERNUCCI *et. al.*, 2022).

Por último, fechando a estrutura do pavimento e compreendendo a camada que vemos ao andar pela rua, está o revestimento. Tendo como função principal suportar diretamente as cargas, tanto estáticas como dinâmicas, originadas pelo tráfego, essa camada deve formada por materiais bem aglutinados. Fator que objetiva evitar a movimentação horizontal, perda de compactação, desagregação de componentes e grandes deformações plásticas ou elásticas (BALBO, 2007).

Ainda, esta camada possui ligação direta com a sensação de conforto e segurança transmitida para o usuário, sendo responsável por resistir ao desgaste o que acarreta aumento na vida útil do pavimento e ser, na medida do possível, impermeável (SENÇO, 2007).

**Figura 12 - Esquema representativo das camadas do pavimento**



Fonte: Ferreira e Mardini [s.d.]

#### 2.6.4 Tipos de revestimentos

Existem vários tipos de revestimentos hoje no mercado, com diferentes formas de aplicação e características que varia de acordo com os materiais

constituintes da mistura. A figura 13 traz uma classificação feita por Senço (2007), a respeito do assunto.

**Figura 13 - Terminologia dos revestimentos**

Revestimentos	Rígidos	Concreto de cimento			
		Macadame de cimento			
		Paralélepipedos rejuntados com cimento			
	Flexíveis	Betuminosos	Concreto Betuminoso		Usinados
			Pré - Misturado a quente		
			Pré - Misturado a frio		
		Tratamento superficial	Penetração direta	Simplex Duplo Triplo Quádruplo	
			Penetração invertida		
		Calçamentos articulados	Alvenaria Poliédrica		
			Paralelepípedos		
Blocos de concreto pré moldados					

Fonte: Senço (2007)

Na sequência, serão apresentados conceitos e definições a respeito de alguns deles, que são mais comumente empregados em obras de pavimentação urbana, mais especificamente em loteamentos.

#### 2.6.4.1 Concreto Betuminoso

O concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) constitui-se de mistura formada por agregado graúdo graduado, cimento asfáltico e filer como material de enchimento, se necessário (DNIT, 2006). Além disso, essa mistura deve ser dosada de maneira precisa e necessita passar por uma usina, onde existe controle de temperatura de aquecimento (SENÇO, 2007).

A temperatura que deve ser atingida pela mistura antes de dar início ao processo de compactação, é um parâmetro que varia em função da viscosidade do ligante escolhido. Ponto de muita relevância na parte executiva, pois caso a mistura seja compactada em um intervalo de temperatura fora do ideal, pode ocorrer a colmatação dos vazios ou aumento do volume de vazios previsto. Sendo esses dois fatos que podem, futuramente, levar a diminuição da vida útil do pavimento, devido ao aparecimento de defeitos superficiais como trincas e fissuras (BERNUCCI, *et. al.*, 2022).

Quanto aos matérias empregues, a norma 031/2006 Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço do DNIT, traz algumas especificações. Com relação ao cimento asfáltico de petróleo, é previsto que podem ser utilizados três tipos, o CAP – 30/45, CAP – 50/70 e CAP 85/100, que se diferenciam pelos valores de penetração que admitem (DNIT, 2006).

Quanto ao agregado graúdo, é recomendado que seu índice de abrasão, ou desgaste Los Angeles, apresente valor igual ou menor que 50%. Podendo ser composto por seixo, relado, pedra britada ou escória. Já com relação ao agregado miúdo, o disposto é que se permite a utilização de areia e pó-de-pedra, estando esses livres de partículas inapropriadas, como torrões de argila ou substâncias nocivas. O material de enchimento (filler), pode ser utilizado desde que esteja seco e sem grumos, como exemplo tem-se o cimento Portland, cal, cinza volante, entre outros (DNIT, 2006).

**Figura 14 - Execução do CBU Q**



**Fonte: Construfenix (2022)**

**Figura 15 - Execução do CBUQ**



**Fonte: Asfalto de Qualidade (2015)**

#### 2.6.4.2 Pré – misturado a quente

Assim como o CBUQ, o pré-misturado a quente também é derivado de uma usina. O termo pré-mistura, indica que assim como no caso anterior, o agregado é envolvido por betume antes de ocorrer a compressão. A diferença é que para esse tipo de revestimento existe um controle menos rigoroso quanto as suas especificações de temperatura ideal, tamanho de agregado e estabilidade. (SENÇO, 2007).

No entanto, existe regulamentação a respeito desse revestimento, o Departamento de Estradas e Rodagem traz uma especificação técnica quanto a isso, cujo código é o ET-DE-P00/026. Nela estão contidos dados a respeito do ligante asfáltico que pode ser empregue, sendo o mesmo já citado acima para o CBUQ.

Com relação ao agregado graúdo, para esse caso, é tolerado que possua desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles inferior a 40% e quanto ao agregado miúdo, segue as mesmas recomendações já apresentadas anteriormente.

**Figura 16 - Execução do pré – misturado a quente**



**Fonte: Asfalto de Qualidade (2015)**

#### 2.6.4.3 Tratamento Superficial por penetração direta e invertida

Trata-se de um revestimento construído em camadas alternadas de ligante e agregado. Sendo aplicado primeiro o material betuminoso seguido de aplicação e compressão do agregado, o conjunto é denominado tratamento superficial por penetração invertida. Enquanto que para a penetração direta, tem-se primeiramente o espalhamento e compactação do agregado, para depois ser introduzido o ligante. Um exemplo de tratamento por penetração direta muito utilizado é o Macadame Betuminoso (DNIT, 2006).

Ainda, Senço (2007), define essas camadas de ligante que são aplicadas como pinturas betuminosas. O mesmo também cita que esses tratamentos superficiais podem ser simples, duplo, triplo e quádruplo, a depender do número de camadas a serem executadas. Ou seja, uma camada de agregado e uma de ligante configura tratamento simples e assim por diante, sendo mais utilizado para a pavimentação, conforme dito pelo autor, o tratamento triplo.

**Figura 17 - Execução do Tratamento superficial por penetração direta e invertida**



**Fonte: Além da Inercia (2018)**

#### 2.6.4.4 Calçamentos articulados em paralelepípedos

Esse tipo de revestimento tem sua aplicação mais focada em atender as necessidades de vias urbanas, acessos viários e pátios de estacionamento (DNIT, 2006). No entanto, conforme apresentado por Senço (2007), podem apresentar algumas desvantagens, como tempo de execução mais delongado, trepidação e, devido a ela, maior sonoridade.

Ainda assim na ocorrência de zonas urbanas densamente povoadas, onde a via coincide com o traçado das redes de água e esgoto, sua aplicação é muito válida, principalmente quando utilizado os paralelepípedos, em sua maioria feitos de granito, gnaisse ou basalto. (DNIT, 2006).

Esse revestimento é basicamente composto por blocos retangulares assentes sobre material granular, com juntas que podem ser preenchidas por pedrisco, material betuminoso ou o próprio material da camada de assentamento. Além disso, apresentam alta durabilidade pois podem ser reaproveitados, sendo esse processo executado de forma que ocorra a mudança de face exposta para o rolamento. (SENÇO, 2007).

#### 2.6.5 Caracterização do solo para a pavimentação

Como foi citado no tópico anterior, assim como as demais estruturas da engenharia, o solo também dispõe de uma fundação, que se dá através do sub-leito.



Dessa maneira, correlaciona-se a importância de realizar estudos acerca do solo existente na área de implantação das vias, tanto a título de análise de materiais, quanto para análise de projetos (BALBO, 2007).

Do ponto de vista técnico, o conceito de solo dentro da engenharia é colocado nas seguintes palavras

[...] solo é qualquer depósito solto ou fofo, resultante da ação do intemperismo ou da degradação de rochas, ou ainda da decomposição de vegetais. Incluem-se assim, na categoria dos solos, diversos materiais não consolidados, como sedimentos (pedregulhos, areis, siltes ou argilas), turfas, depósitos de calcários como as areias de conchas e corais (como em Fernando de Noronha), os depósitos piroclásticos resultante de erupções e lavas (cinzas vulcânicas), bem como os solos residuais jovens ou maduros” (BALBO, 2007, p. 66).

Tendo isso, é notável que teremos solos diferentes em cada região, devido a sua formação, logo, apresentando também propriedades e características diferentes entre si. Por conseguinte, devem ser elaborados estudos geotécnicos a respeito do subleito e também sobre os materiais que serão aplicados sobre ele, constituindo as camadas.

Esses estudos englobam a identificação do solo e caracterização das camadas, para que seja possível elaborar um traçado do perfil existente. Quanto aos materiais adjacentes, objetiva-se conhecer e caracterizá-los, pois cada jazida pode apresentar propriedades distintas (DNIT, 2006).

Com esse propósito, o manual do DNIT, (2006) ainda traz que são realizadas as sondagens a fim de obter a prospecção e classificação expedita de campo, onde o material é analisado conforme a cor, textura e consistência. Ainda assim, não se exclui a necessidade de análise laboratorial por meio de ensaios, o quais são descritos na sequência.

#### 2.6.5.1 Granulometria

A classificação dos solos quanto a granulometria é feita de acordo com as dimensões das partículas que o constituem, existindo intervalos de valores nos quais as frações constituintes do solo podem se enquadrar (CAPUTO, 1988).

O ensaio laboratorial que prevê a determinação do diâmetro equivalente das partículas de um solo é regido pela NBR 7181 (ABNT, 2016) Solo – Análise Granulométrica, a qual prevê os procedimentos para as etapas de peneiramento e sedimentação do material.

Os resultados desse ensaio são expressos pela quantidade de material que fica retido e também pelo material passante em cada peneira, sendo essas com malha que varia de 0,075mm até 50mm, bem como, pela leitura do densímetro para classificação dos finos. Após ter esses valores, o solo é classificado de acordo com a NBR 6502 (ABNT, 2022) Rochas e Solos, quanto a sua terminologia.

O proposto pela norma com relação ao tamanho das partículas e sua respectiva nomenclatura está compilado e expresso na figura 18.

**Figura 18 - Classificação do solo de acordo com a NBR 6502 (ABNT, 2022)**

Classificação do solo com relação ao tamanho das partículas	
Nomenclatura	Intervalo de diâmetro dos grãos
ARGILA	< 0,002mm
SILTE	0,002mm a 0,06
Areia fina	0,06mm a 0,2mm
Areia média	0,02mm a 0,06mm
Areia grossa	0,06mm a 2,0mm
AREIA	0,06mm a 2,0mm
Pedregulho fino	2,0mm a 6,0mm
Pedregulho médio	6,0mm a 20,0mm
Pedregulho grosso	20,0mm a 60,0mm
PEDREGULHO	2,0mm a 60mm

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Outra classificação que pode ser adotada para os solos é a representada na figura 19, que engloba além da granulometria, outras propriedades do solo que serão descritas no decorrer do trabalho.

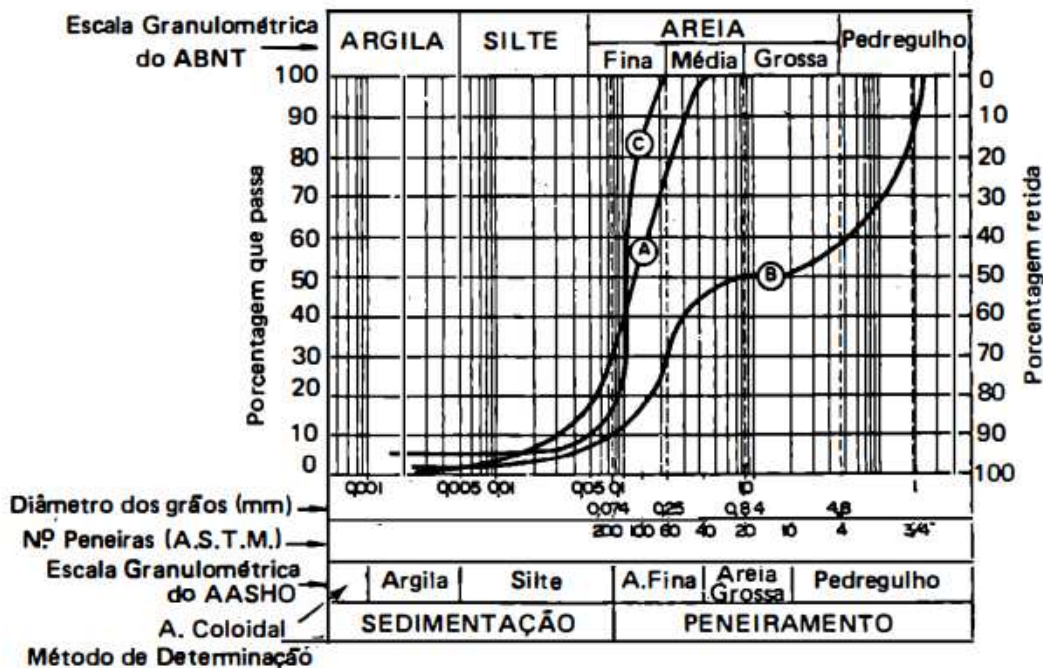
**Figura 19 - Classificação dos solos conforme Sugestão do Highway Research Board-HRB adotada pela AASHTO**

Classificação Geral	Materiais granulares (35% ou menos passando na peneira nº 200)							Materiais siltosos e argilosos (mais de 35% passando na peneira nº 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 / A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Peneiração: % que passa: Nº 10 Nº 40 Nº 200 (p)	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 mín. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características da fração que passa nº 40 Limite de Liquidez - LL (%) Índice de Plasticidade IP (%)				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de Grupo	0		0	0		4 máx.		8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Materiais que predominam	Pedra Britada pedregulho e areia		Areia fina	Areia e areia silosa ou argilosa				Solos Siltosos		Solos argilosos	
Comportamento geral como subleito	Excelente a bom							Fraco a pobre			

Fonte: Adaptado de Senço (2007)

Ainda, pode ser elaborada uma curva em escala logarítmica, correlacionando a porcentagem de material passante me cada peneira com a dimensão da malha de cada uma, a figura 20 ilustra o exposto.

**Figura 20 - Curva granulométrica**



Fonte: Caputo (1988)

Com essa curva, é possível então analisar outro conceito a respeito da caracterização do solo, a graduação da mistura.

Na figura 20 acima, apresentam-se curva para os 3 casos, a curva A foi traçada como resultado de uma mistura bem graduada, ou seja, representa uma

mistura com distribuição granulométrica contínua, portanto próxima a densidade máxima (BERNUCCI, *et. al.*, 2022).

**Figura 21 - Graduação contínua**



Fonte: Caputo (1988)

Outra configuração existente é a graduação uniforme ou aberta, representada pela curva C. Nesse caso, os grãos apresentam tamanhos muito semelhantes, resultando em uma mistura com maior índice de vazios (BERNUCCI, *et. al.*, 2022).

**Figura 22 - Graduação uniforme**



Fonte: Caputo (1988)

Tem-se ainda a curva B, que condiz com a graduação descontínua, onde a proporção de grãos maiores com relação aos intermediários é significativamente maior, porém, ocorre a presença de finos. Assim, é gerado um patamar na curva, resultante desse intervalo de diâmetro de partícula que não estão presentes na mistura. (BERNUCCI, *et. al.*, 2022).

**Figura 23 - Graduação descontínua**

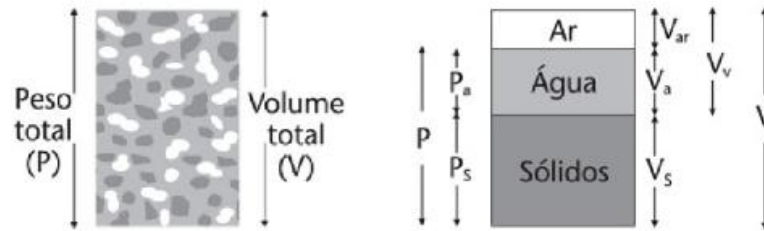


Fonte: Caputo (1988)

#### 2.6.5.2 Umidade

Tem-se por definição que os solos são constituídos por três frações, sendo elas sólidos, água e ar, o que irá lhe conferir respectivamente minerais, umidade e porosidade. Cada parte dessa corresponde a uma determinada massa e volume, conforme é ilustrado na figura 24.

**Figura 24 - Constituintes dos solos**



Fonte: Balbo (2007)

Tendo isso, é necessário determinar as quantidades de cada um desses componentes. Com relação a umidade, existem várias normativas e ensaios para determinação, sendo um deles a NBR 6457 (ABNT, 2016), Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.

O proposto pela norma é a identificação da umidade através de amostras do solo que devem ser colhidas e armazenadas evitando a perda de água. Após isso, o material é seco em estufa com temperatura controlada e através de algumas equações apresentadas na norma é possível determinar o teor de umidade.

### 2.6.5.3 CBR Índice de Suporte Califórnia

Esse índice é utilizado para mensurar a resistência do solo quanto a penetração de um pistão padronizado. Sem dúvidas um dos ensaios mais importantes e significativos para a pavimentação, tanto na análise da fundação (sub-leito) quando para análise de solos que serão aplicados na composição das demais camadas (SENÇO, 2007).

Em termos de ensaio, o procedimento é regulamentado pela NBR 9895 (ABNT, 2016), que também discorre sobre a “expansão dos solos em laboratório”. Quanto a definição do ensaio, pode ser colocada como

O CBR, por tradução índice Suporte Califórnia (ISC), pode ser definido como a relação percentual entre a pressão necessária para fazer penetrar, de maneira padronizada, um pistão numa amostra de solo convenientemente preparada e a pressão par a fazer penetrar o mesmo pistão, à mesma profundidade, numa amostra padrão de pedra britada, ou material equivalente, exigindo a pressão de 1.000 psi para a penetração de 0,1 " o u 1.50 0 psi para a penetração de 0,2 (SENÇO, 2007, p. 219).

Quanto a brita de referência, O.J. Porter, idealizador do ensaio, tomou como base um material padrão que tem CBR = 100%. Assim, o resultado da experimentação realizada para diferentes solos irá variar em porcentagem com relação ao elemento padrão (SENÇO, 2007).

#### 2.6.5.4 Limites de Atterberg

- Limite de Plasticidade (LP)

O limite de plasticidade descrito por Caputo (1988), indica que esse é um valor que expressa o limite de umidade que um solo tolera antes que comece a fraturar, na tentativa de moldagem.

Ainda, representa a transição da consistência de um estado semi-sólido para estado plástico, aplicando-se umidade crescente. Esse fator é explicado, de maneira física, pois com a diminuição da água entre os grãos, a partícula que os envolve começa a se romper provocado fratura na amostra (SENÇO, 2007).

O procedimento de laboratório é descrito pela norma técnica NBR 7180 (ABNT, 2016), e consiste basicamente na moldagem de um cilindro com 3mm de diâmetro, utilizando a palma da mão sob uma superfície lisa e regular. Sendo, durante o processo, observado qual a porcentagem de umidade do solo no qual o cilindro irá fraturar.

- Limite de Liquidez (LL)

O proferido ensaio também visa analisar o solo em termos de consistência, tendo como objetivo aferir quando ocorre a transição do estado plástico para o líquido (BALBO, 2008) (SENÇO, 2007).

Para a execução do ensaio deve-se seguir o exposto na NBR 6459 (ABNT, 2016), Solo – Determinação do limite de liquidez, quantos aos equipamentos necessários e condições de realização. De forma sucinta, o experimento consiste em

quantificar o número de golpe necessário para fechar um sulco criado no cinzel, parte integrante do aparelho Casagrande utilizado.

#### 2.6.5.5 Índice de grupo (IG)

O índice de grupo é utilizado para definir a capacidade de suporte do solo empregado na fundação do pavimento, sendo representado por um número inteiro que varia de 0 a 20. Diferentemente dos índices anteriores, não possui um ensaio específico para ele, e é encontrado a partir da correlação de dois fatores (CAPUTO, 1988).

No Manual de Pavimentação elaborado por DNIT (2006), é apresentada uma equação que possibilita calcular o IG com base no valor da porcentagem de material passante na peneira n°200, valor do limite de liquidez e valor do índice de plasticidade (IP).

Ainda, na bibliografia é possível encontrar referência que trazem uma correlação do IG com o CBR. De acordo com Senço (2007), isso pode ser feito por meio de cálculos que equalizam os valores obtidos para o CBR, com base no LL e IP, podendo assim fazer uma comparação direta de equivalência entre os dois fatores, expressa na figura 25.

**Figura 25 - C.B.R x IG**

CBR	IG
2	20
3	16
4	13
5	11
7	8
10	5
15	2
20	0

**Fonte: Senço (2007)**

#### 2.6.5.6 Índice de suporte (IS)

O conceito geral desse índice é realizar a média entre o CBR e IG encontrados anteriormente, para ter um valor que represente de maneira mais

equalizada a real resistência do solo que está sendo estudado. Para isso, o CBR é considerado em seu valor integral, enquanto que o IG passa por um tratamento estatístico.

Esse tratamento consiste em inverter a escala do índice, com o objetivo de estabelecer uma relação onde quanto maior for a qualidade do solo em questão, maior será o valor do  $IS_{IG}$  (SENÇO, 2007).

Tendo isso, esse valor de IS encontrado pode ser utilizado para consultar ábacos e tabelas para fazer o dimensionamento, onde antes seria considerado o valor do CBR.

#### 2.6.6 Dimensionamento da estrutura

A ideia de dimensionamento proposta por Senço (2007), se traduz em um processo para a determinação das diferentes camadas que compõe o pavimento. De forma que suportem e dissipem os esforços solicitantes advindos do tráfego, sem que ocorram rupturas ou deformações e desgaste excessivo.

Diane disso, fica evidente a importância de realizar os ensaios e análises definidos anteriormente, para ter o pleno conhecimento das propriedades do material sob o qual será assente as camadas dimensionadas.

Por esse motivo, e considerando a existência de diferentes métodos de dimensionamento propostos em bibliografias e normas técnicas. O método de dimensionamento utilizado no trabalho em questão será escolhido visando obter o resultado mais coerente para a aplicação em vias que irão compor a infraestrutura de um loteamento.

### 2.7 Inundações urbanas

Diante da definição da estrutura que envolve o desenho urbano de um loteamento e explorado o acesso ao empreendimento, surge a necessidade do planejamento do controle das águas que escoam sobre ele.



### 2.7.1 Efeitos do uso do solo

A água no meio urbano quando está em pauta, normalmente se remete ao abastecimento da população. Entretanto, existem outros aspectos que devem ser considerados. Principalmente com o aumento e a densificação populacional que se vive atualmente. Esse processo que se agravou à partir do final da década de 60, com o crescimento sem planejamento, fazendo com que a sociedade experimente os prejuízos até os dias de hoje. (TUCCI, 1995)

A urbanização altera a cobertura natural, reduzindo a infiltração da chuva nas camadas inferiores do solo, substituindo a superfícies vegetais por superfícies pouco permeáveis ou até impermeáveis. Provocando vários efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural. Sendo assim, o aumento da superfície impermeável é o principal agente responsável pelas mudanças hidrológicas, quando se relaciona ao processo de urbanização. (SHUSTER *et al*, 2005, TUCCI, 1995)

Conforme Shuster (2005) as superfícies impermeáveis têm grande interferência na hidrologia das bacias hidrográficas. A reestruturação do ciclo hidrológico em áreas urbanas, cria uma nova malha de escoamento e meios para transporte dos fluxos, seja pelas habitações, pelo comércio, canalização dos efluentes, as próprias vias entre outras. Tal interferência, pode ser discreta, quando mantida por longos períodos e até certo limite de impermeabilidade do solo. Entretanto é difícil determinar um limite para essa impermeabilidade, que varia conforme o tipo da ocupação.

Para Miller e Hess (2014) A urbanização traz adversidades para o meio ambiente onde ela se instala. A perda da superfície permeável, reduz a infiltração no solo, em contrapartida, os canais de drenagem suprem as os caminhos originais. A combinação dessas mudanças do estado natural resulta em respostas do meio hidrológico, diminuição do fluxo de base, diminuição do abastecimento em aquíferos, o aumento a vazão de um rio, aumento da ocorrência de pequenas inundações.

Grande parte do crescimento urbano será atendida por uma expansão do ambiente urbano, mais nas periferias, o *peri-urban*, definido como o espaço ao redor das cidades que se fundem com área rural. No governo do Reino Unido, há uma política que recomenda que as novas casas deem preferência aos novos empreendimentos em larga escala, ou as extensões de assentamentos já existentes (MILLER *et al*, 2014).

## 2.7.2 Efeito das Mudanças Climáticas

Como supracitado, a urbanização, com o crescimento populacional tem mexido muito no ciclo hidrológico da água. Entretanto, junto dela, as mudanças climáticas têm sua parcela de contribuição nas inundações urbanas. As mudanças climáticas são, parte delas, naturais, como pela variação solar, em contrapartida, desde 1800, a atividade humana tem sido a maior responsável por alavancar essas mudanças, principalmente pela queima de combustíveis fósseis. (NAÇÕES UNIDAS).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), (2010) é evidente que as mudanças climáticas mexem com o ciclo hidrológico, principalmente as mudanças de temperatura e o balanço de radiação, que aumentam o potencial de retenção de umidade. Com tais mudanças, espera-se, além de outras consequências, uma mudança nos padrões de precipitação, como o aumento da intensidade e disparidade da precipitação. Sendo assim, resultando numa frequência maior de eventos hidrológicos críticos, enchentes e secas.

Ainda, conforme Mattos *et al*, (2021), com a simulação de cenários futuros de escoamento de águas pluviais urbanas, calibrado com diferentes eventos de chuva, mostrou um aumento de até 24%, num cenário mais pessimista, no pico de escoamento devido ao aumento da intensidade das chuvas até o final do século XXI. Além disso, o índice de resiliência, mostrou que os atuais sistemas de drenagem pluvial têm baixa resiliência para futuras demandas devidas a mudanças climáticas e futuros eventos de chuva.

Essa fraqueza nos sistemas, juntamente com esse aumento da intensidade das chuvas reflete muito no âmbito social, ainda mais pelos números de mortes causadas pelas inundações. Com o aumento de 1,5°C de temperatura, o mundo pode experimentar perdas humanas por inundações aumentando em até 83%, com danos diretos por inundações em até 240%, caso não haja adaptação dos sistemas atuais. (DOTTORI *et al*, 2018)

Em concordância com Dottori *et al*, (2018) além do ponto de vista social, pelo ponto de vista econômico os impactos são expressivos. As inundações estão entre os desastres mais custosos, calcula-se € 110 bilhões por ano, em danos globais. Sendo que todos os anos, mais de 55 milhões de pessoas são expostas a inundações de rio no mundo todo. Os países estão em constante desenvolvimento, dessa forma, sua vulnerabilidade socioeconômica está em decadência, o que é observado na

maioria das regiões do mundo. Entretanto, mesmo que o aquecimento global seja mantido abaixo do limiar de 1,5°C, se não forem melhorados os níveis de proteção e vulnerabilidade, e mantidos como estão, muitos países enfrentaram aumento nas consequências em sua economia e na população.

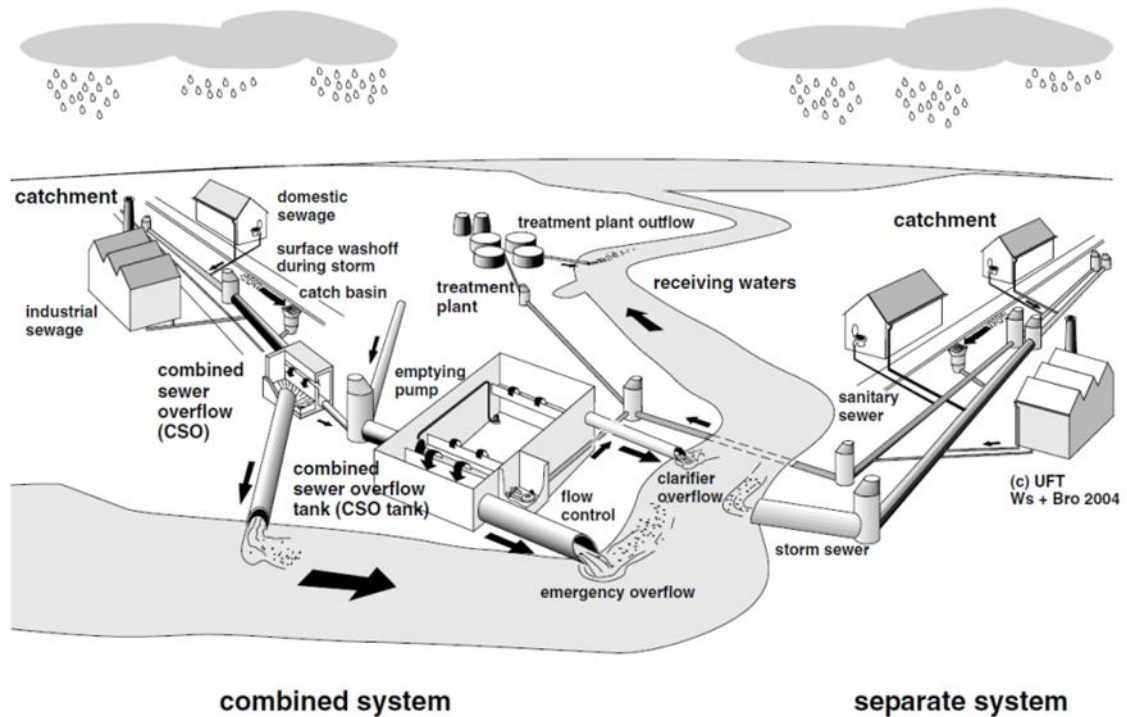
Por isso, se faz necessária a manutenção, atualização e estudo em cima de medidas que garantam a eficiência dos sistemas de proteção contra inundações. No caso de países com maior renda, podem ser implantadas medidas estruturais, para reduzir os perigos. Já em locais que não possuem condições para essas medidas que exijam maiores investimentos, pode-se buscar alternativas com medidas não estruturais e de acomodação, as quais terão um bom custo benefício.

## **2.8 Sistemas de Drenagem pluvial**

O sistema de drenagem urbana faz parte do conglomerado de todos os aprimoramentos públicos existentes em uma área urbana, sejam eles de abastecimento de água, de coleta de águas residuais, cabos de transmissão de energia, de comunicação, iluminação, pavimento, guias e passeios.

A classificação dos sistemas de drenagem pode se dar de acordo com o que se está transportando. Dessa forma, redes de drenagem podem ser unitárias ou combinados, quando se tem um sistema cloacal, rede destinada às águas residuais domésticas e industriais, e pluvial em um único sistema. De encontro a isso, os sistemas separadores absolutos têm uma rede destinada para à drenagem das águas pluviais e uma rede de esgoto destinada às águas residuais domésticas e industriais, conforme exposto na figura 26. Mistos ou separadores parciais, parte do esgoto vai para as redes de drenagem e/ou do contrário, parte da drenagem pluvial vai para a rede de esgoto. (MARQUES *et al.*, 2013, PEPLAU1 e CABRAL, 2007).

**Figura 26 - Sistemas de esgoto combinados tradicionais e separados**



Fonte: Brombach et al. (2005)

No Brasil, as redes foram desenvolvidas para funcionarem como separadoras absolutas. Entretanto, em áreas mais antigas de algumas cidades, encontra-se sistemas combinados. Assim, é difícil assegurar um sistema otimizado, na maioria das vezes o sistema é razoável, tendo de recorrer de sistemas mistos para efluentes sanitários, sendo muito comum a conexão dessas com a rede pluvial. Dessa forma, surgiu uma outro segmento de classificação, as pseudo-separadoras, onde o projeto e execução com pouca qualidade e sem fiscalização resultam num sistema onde os escoamentos se interferem entre si, prejudicando qualidade e eficiência das redes. (PEPLAU E CABRAL, 2007).

## 2.9 Tipos de intervenção na drenagem urbana

Conforme Tucci (2007) “As medidas de controle de inundações podem ser classificadas em estruturais, quando o homem modifica o rio, e em não-estruturais, quando o homem convive com o rio.” No primeiro caso, as medidas de controle são dadas através de obras hidráulicas, como barragens, diques e canalização, entre outras. Já no segundo caso, são medidas preventivas, como zoneamento de áreas

sujeitas a inundação, sistemas de alerta e seguros. É notório que medidas estruturais, por envolverem obras, são bem mais custosas.” O controle de enchentes pode ser obtido pela combinação de medidas desse tipo ou isoladamente por uma delas.” TUCCI (1997).

### 2.9.1 Medidas não estruturais

As medidas não estruturais são mais baratas, não demandam grandes obras de engenharia. Tem como base a regulamentação do uso da terra, essa se baseia no mapeamento das áreas de inundação dentro da delimitação da cheia em 100 anos ou na maior registrada. Esse zoneamento é incorporado pelo Plano Diretor urbano da cidade e legislado pelas leis municipais, ou código de obras. Sendo possível, para áreas inadequadas, que já estão sendo ocupadas, prever a transferência dessas pessoas para locais mais adequados. Já os sistemas de alerta, tem como objetivo prevenir com uma antecedência de curto prazo, perdas e prejuízos maiores. Além dos seguros, que preveem proteção econômica de indivíduos ou empresas no caso de algum sinistro. (TUCCI, 2007 e Da SILVA, 2007).

Um bom exemplo disso, foi o protótipo estudado e desenvolvido por Hammami, *et al* (2019) de decisão multicritério espacial, que avalia a suscetibilidade a inundações para a cidade de Túnis. Onde oito critérios foram considerados para avaliar e distribuir a zonas de risco, incluídas então no Geographical Information System (ArcGIS). A técnica utilizada leva em consideração cada fator de inundação e seu peso, se o fator é mais ou menos agravante, no chamado Analytical Hierarchy Process (AHP), podendo assim calcular o Flood Hazard Index (FHI), que seria o índice de risco de inundação, gerando assim um mapa de suscetibilidade de inundações. Os resultados obtidos desse estudo, protegem e limitam os estragos de uma inundação.

### 2.9.2 Medidas estruturais

As obras podem ser caracterizadas como intensivas e extensivas. As intensivas tem intuito de acelerar o escoamento superficial, ou seja, a canalização, o retardamento do fluxo com bacias de retenção ou de detenção, além do desvio do

escoamento, através dos tuneis de derivação e juntamente com ações coletivas e individuais, que tornem as edificações protegidas contra eventuais enchentes. (CANHOLI, 2013). Já as extensivas agem diretamente na bacia, alterando a relação entre precipitação e a vazão, aumentando as áreas impermeáveis, dispositivos de armazenamento e alterando a cobertura vegetal do solo, reduzindo os picos de enchente, controlando a erosão na bacia.

Essas medidas podem ser realizadas a nível de microdrenagem, composto pelos pavimentos, guias e sarjetas, bocas de lobo, galerias de águas pluviais e canais pequenos. Dimensionado para um período de retorno de até 10 anos, que quando adequadamente dimensionados e executado, podem reduzir significativamente alagamentos, as enxurradas no convívio pedestres e veículos, além de outros danos.

Já a nível de macrodrenagem, são estruturas maiores, de cheias cujo período de retorno seja perto de 100 anos, que quando adequadamente projetado e executado, recuperam o investimento inicial com o passar dos anos.

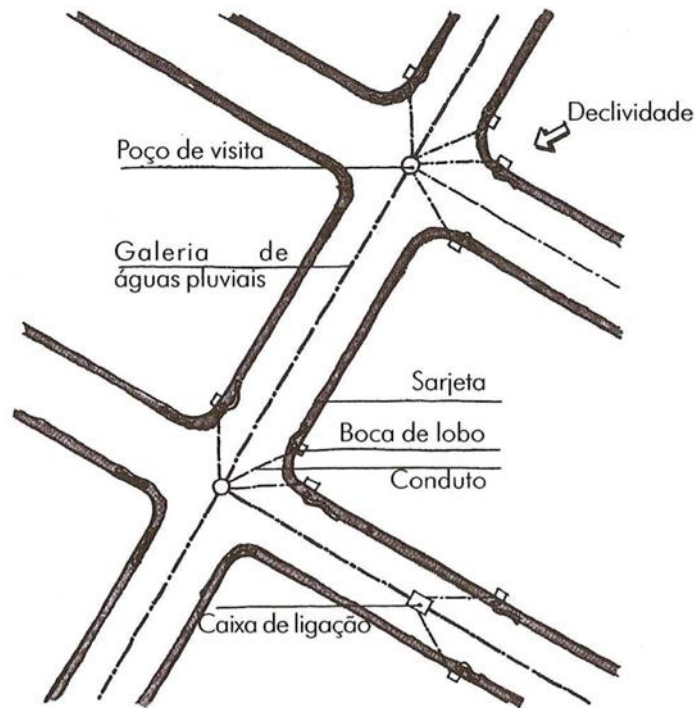
Conforme Mascaró (2005), o sistema de drenagem é composto por duas partes, basicamente. As vias pavimentadas, com as guias e sarjetas, com vazão que permite a condução das águas. E por outro lado, as redes de tubulação e captação, como os elementos acessórios, postos de visita e bocas-de-lobo, que na grande maiorias das cidades é modesto e subdimensionado. Partes que são mostradas nas figura 27 e figura 28.

**Figura 27 - Sistemas de microdrenagem**



**Fonte: Sousa (2017)**

**Figura 28 - Elementos básicos dos sistemas de drenagem pluvial**



**Fonte: Mascaró (2005)**

### 2.9.2.1 Meios-fios

Localizados entre o passeio e as faixas de rolamento e estacionamento o meio fio segue o alinhamento do eixo da rua, com sua face superior no mesmo nível do passeio, feitos de pedra ou concreto pré-moldado, formando um conjunto com as sarjetas. Sendo sua altura recomendada de 15cm, acima da sarjeta, para que não seja um empecilho na abertura de portas ou na capacidade de conduzir as águas nas ruas. (MASCARÓ, 2005, SMDU, 2012).

### 2.9.2.2 Sarjetas

Junto ao meio fio, as sarjetas são tanto de concreto armado quanto pré-moldadas, formando canais com o meio fio, recebendo as águas pluviais que incidem sobre as vias públicas direcionando e escoando essas águas para o sistema de captação. Deve-se considerar a declividade longitudinal da via para dimensionar, não podendo ultrapassar 60cm, permitido que as pessoas que necessitem atravessar a

via, num dia de chuva, consigam transpassar a sarjeta sem pisar na parte com água, conforme a figura 29 (MASCARÓ, 2005).

**Figura 29 - Largura da sarjeta, em relação a passo de uma pessoa**



Fonte: Mascaró (2005)

Em lugares com rampas de faixa de pedestres, ou entradas de veículos, a guia deverá ser rebaixada, contando também cantoneiras, para ajustar a altura padrão do meio fio, com a parte rebaixada e a rampa de acesso. (MASCARÓ, 2005).

Quando as águas caem nas áreas urbanas elas escoam primeiramente nos terrenos e só depois chegam as ruas, sendo essas abauladas, contando com inclinação longitudinal, elas escoarão ligeiramente para as sarjetas e ai rua abaixo. No caso de vazão excessiva, ocorrerá alagamentos, inundação de calçadas e vias e a própria degradação do pavimento. (SMDU, 2012)

A capacidade de descarga das sarjetas, deve-se a sua declividade, rugosidade e forma. É possível determinar a capacidade de condução sobre duas hipóteses. Quando a água escoar por toda a calha, admite-se então que a declividade transversal do leito carroçável seja de 3% e a altura da água na sarjeta seja de 15cm. Já para o caso da água escoar apenas pela sarjeta, também admite-se a declividade de 3% e mas agora com altura de 10cm na sarjeta. (SMDU, 2012, CARDOSO NETO, 2009)

Para os dois casos, usa-se normalmente a fórmula de Chézy com coeficiente de Manning:

$$V = \frac{\sqrt{S}}{n} R_h^{2/3} \quad (1).$$



Onde  $V$  = velocidade na sarjeta em m/s,  $R_h$  = raio hidráulico em m,  $i$  = declividade longitudinal da rua,  $n$  = coeficiente de Manning que, para concreto liso, que para SMDU (2012) pode-se adotar o valor de 0,018. De encontro a isso para Cardoso Neto (2009) o coeficiente de rugosidade de Manning, adotado pode ser 0,0167 para pavimentos comuns de vias públicas.

Deve-se ter claro que as tensões de cisalhamento, junto às paredes da sarjeta, com o fundo sendo irregular, o escoamento não é totalmente uniforme. Nos casos em que a água da sarjeta acumula em torno da boca de lobo, as características da boca de lobo mais determinantes então, na altura do escoamento do que a sarjeta. (CARDOSO NETO,2009).

Deve-se levar em conta que as tensões de cisalhamento junto às paredes da sarjeta são irregulares, devido à profundidade transversalmente variável, o que ocasiona um escoamento não-uniforme, mesmo quando em regime permanente. Se a água da sarjeta se acumula em torno da boca-de-lobo, as características da boca-de-lobo serão mais determinantes na altura do escoamento que a sarjeta. Assim, quando o valor calculado for acima da capacidade da sarjeta, é necessário que se utilize as bocas de lobo, para retirar o excesso. Após o cálculo é necessário usar o fator de redução, que considera a possibilidade de obstrução da sarjeta por sedimentos. Os fatores estão descritos na figura 30 (CARDOSO NETO,2009).

**Figura 30 - Fatores de redução de escoamento das sarjetas**

Declividade da sarjeta (%)	Fator de redução
0,4	0,50
1 a 3	0,80
5,0	0,50
6,0	0,40
8,0	0,27
10	0,20

**Fonte: DAEE/CETESB (1980)**

### 2.9.2.3 Sarjetões

Sarjetões são calhas que também podem ser construídas com os mesmo materiais das sarjetas, em formato de “V”. Localizados nos cruzamentos de vias, com

função de direcionar o fluxo. Ademais, as vezes se acrescentam os “pés-de-galinha”, que são os sulcos feitos nas intersecções, para conduzir os fluxos entre os sarjetões.(MASCARÓ, 2005).

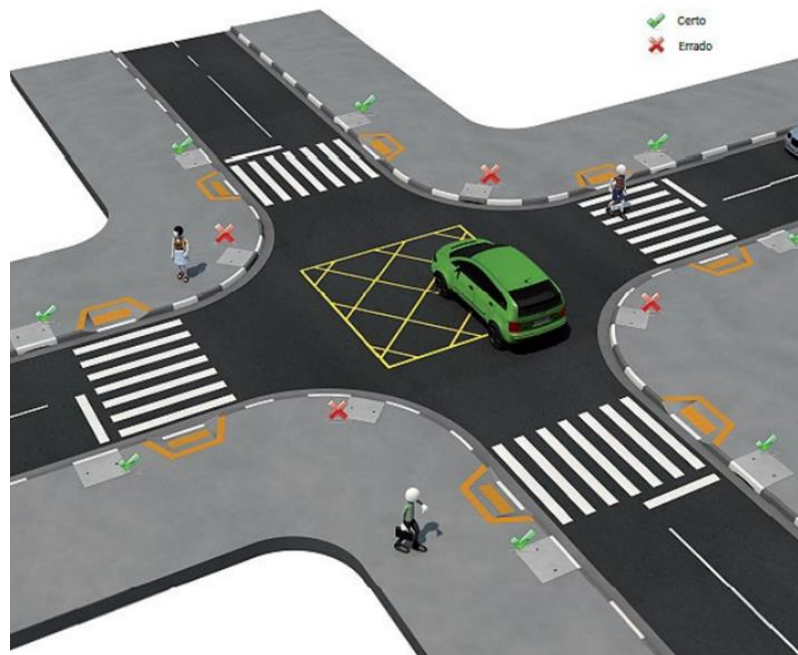
Como afirma Botelho (2011) o sarjetão deve ser feito, de preferência, transversalmente à rua de menor movimento de veículos.

#### 2.9.2.4 Bocas de Lobo

Dispositivos para captação das águas pluviais localizados em pontos estratégicos ao longo das sarjetas, conduzindo as águas para o interior das galerias, e não venham a invadir o leito carroçável das ruas (SMDU, 2012).

Normalmente, ficam próximas de cruzamentos, a montante das faixas de pedestres, para que em dias de chuva evite o aumento da lâmina d’água que dificultando a travessia, conforme figura 31 o espaçamento entre os pares de bocas de lobo, uma em cada lado da rua, varia conforma a declividade da via da importância dela e da intensidade de chuva, normalmente, esses pares recebem de 300 a 800m<sup>2</sup> de via, aproximadamente um espaçamento de 40 a 100m de um par para outro. (MASCARÓ 2005 e 2003).

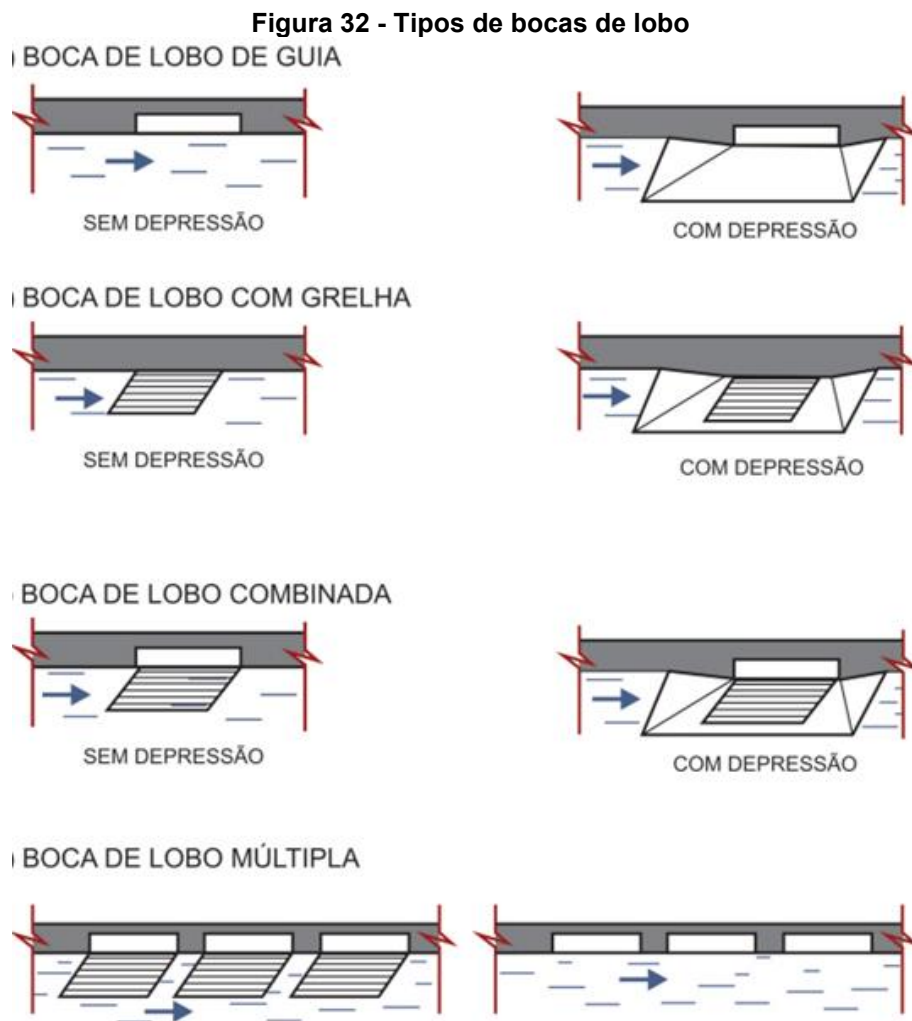
**Figura 31 - Disposição das bocas de lobo**



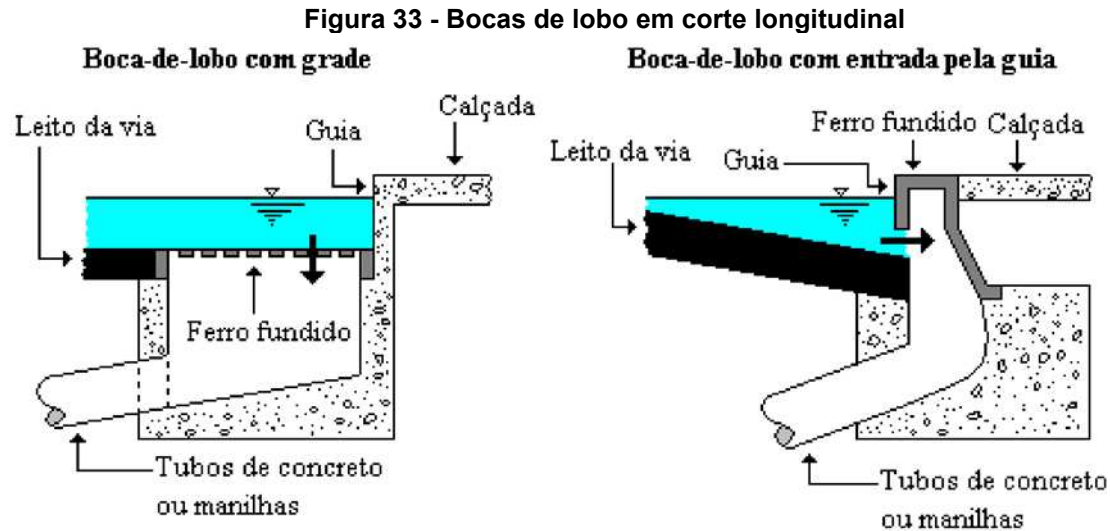
Fonte: Acervo pessoal

Cardoso Neto (2009) classifica três tipos principais de bocas coletoras Sistema e captação lateral ou de guia, adequada para sarjetas com baixa declividade longitudinal de 1% a 5% ou com materiais obstrutivos nas sarjetas, com tráfego veicular intenso e rápido. Com grelha, adequada para sarjetas com delimitação de depressão, que o bom funcionamento depende de ruas limpas, já que algumas substâncias podem obstruir a passagem sobre a grade, para sarjetas com alta declividade longitudinal de 1% a 10%, e limitar a capacidade de absorção e a combinada, boas para lugares baixos de ruas ou com declividades médias de 5% a 10%.

Já SMDU (2012) apresenta outro tipo, a múltipla, boa para sarjetas baixas e com grande vazão, contando com um grupo de bocas de lobo. Conforme a figura 32 e figura 33.



Fonte: SMDU (2012)



Fonte: Cardoso Neto (2009)

Sendo a boca de lobo, de guia com grelha, quando gera uma lâmina d'água mais fina que a abertura no meio-fio, tem a capacidade de engolimento calculada por:

$$Q = 1,7 \times P \times y^{3/2} \quad (2).$$

Q = vazão (em m<sup>3</sup>/s), P = perímetro (em m) e y = altura da lâmina (em m)

Quando a altura da lâmina d'água superar o dobro da abertura no meio fio, calcula-se da seguinte forma:

$$Q = 3,01 \times L \times h^{3/2} \times (y_1/h)^{1/2} \quad (3).$$

Onde  $y_1$  = carga da abertura da guia =  $y - h/2$

Quando lâminas d'água for menor que 12cm, sendo as bocas de lobo com grelha, utiliza-se para o cálculo da vazão a seguinte equação:

$$Q = 1,7 \times P \times y^{3/2} \quad (4).$$

Em que P = perímetro do orifício (m), se um dos lados do orifício for adjacente ao meio fio, esse lado deve ser desconsiderado na soma do perímetro e y = altura da lâmina d'água, de 12 a 42cm.

Já com uma profundidade da lâmina sendo superior a 42cm, calcula-se da seguinte forma:

$$Q = 2,91 A\sqrt{y} \quad (5).$$

Onde A = é a área livre da grade em m<sup>2</sup>, ou seja, desconta-se a grade;

Para bocas de lobo combinadas, teoricamente o é o valor somado, do resultado das vazões da abertura na guia e pela grelha.

Ainda se faz necessário utilizar o fator de redução para a capacidade de escoamento, proposto por CETESB (1980), pela obstruções parciais das bocas de lobo. Conforme a figura 34.

**Figura 34 - Fator de redução do escoamento para bocas de lobo**

Localização na sarjeta	Tipo de boca de lobo	% permitida sobre o valor teórico
Ponto Baixo	De guia	80
	Com grelha	50
	Combinha	65
Ponto Intermediário	De guia	80
	Grelha longitudinal	60
	Grelha transversal ou longitudinal com barras trasnversais combinadas	60

**Fonte: (DAEE/ CETESB,1980) adaptada por SMDU (2012)**

#### 2.9.2.5 Galerias

As galerias são canalizações públicas destinadas a conduzir as águas pluviais advindas das bocas de lobo e ligações privadas. SMDU, 2012. Normalmente localizadas na rua, ou no eixo ou a um terço da largura da rua, com recobrimento mínimo de 1m, não sendo necessário o dimensionamento para essa profundidade. (MASCARÓ 2005)

Ainda como afirma Mascaró (2005) as Galerias mais utilizadas são as de concreto pré-fabricadas com sessões que variam de 400 a 1500mm. Sendo que o assentamento delas deverá ser feito de jusante a montante, seguindo a forma do cano e de seus encaixes, evitando vazamentos.

Conforme Botelho (2011) o diâmetro mínimo essencial é de 400mm, diminuindo a chance de entupimentos, por exemplo, oriundos de resíduos provindo das ruas e que acabaram passando pelas bocas de lobo.

Para o dimensionamento das galerias de águas pluviais, usa-se as equações de Chézy, Manning e outras expressões, assumindo um regime permanente uniforme à seção plena, com a velocidade não inferior a 75cm/s e não

superior a 500cm/s, para na provocar desgastes e erosões (MENEZES FILHO e COSTA, 2012). Além disso, para evitar obstruções, usar diâmetros superiores a 30cm, sendo que, não deve-se diminuir o diâmetro a jusante, pois caso haja algum detrito, este deve ser direcionado até a descarga final. Quanto mais for usada a própria declividade do terreno, maior a economia. (MASCARÓ, 2005; CARDOSO NETO, 2009)

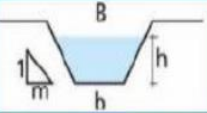
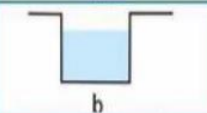
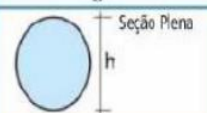
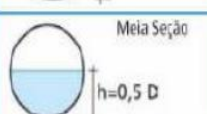
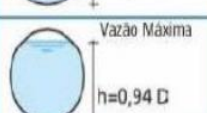
A vazão da galeria é calculada pela equação

$$Q = \frac{1}{n} \times R h^{2/3} \times \sqrt{i} \times A_m \quad (6).$$

Sendo:  $i$  = declividade (m/m) e  $A_m$  = área molhada ( $m^2$ ).

Para simplificar os cálculos anteriores, a figura 35 simplifica algumas fórmulas, conforme a escolha da seção para a galeria.

**Figura 35 - Formato conforme a geometria da seção da galeria**

Geometria da Seção	Área Molhada ( $A_m$ )	Perímetro Molhado ( $P_m$ )	Raio Hidráulico ( $R_H$ )	Largura Superficial (B)
	$(b+mh)h$	$b + 2h\sqrt{1+m^2}$	$\frac{(b+mh)h}{b + 2h\sqrt{1+m^2}}$	$b+2mh$
	$b \cdot h$	$b+2h$	$\frac{b \cdot h}{b+2h}$	$b$
 Seção Plena	$\frac{\pi \cdot D^2}{4}$	$\pi \cdot D$	$\frac{D}{4}$	----
 Meia Seção	$\frac{\pi \cdot D^2}{8}$	$\frac{\pi \cdot D}{2}$	$\frac{D}{4}$	----
 Vazão Máxima	$0,7662 \cdot D^2$	$2,6457 \cdot D$	$0,2895 \cdot D$	----

Fonte: Vasconcelos (2017)

Já para o cálculo da velocidade tem-se:

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) \times R h^{2/3} \times \sqrt{i} \quad (7).$$

Sendo:

$$Rh = \frac{Am}{Pm} \quad (8).$$

### 2.9.2.6 Poços de visita

Como a NBR 9649 (ABNT, 1986) define o poço de visita é como uma “câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinada à execução de trabalhos de manutenção”.

Os poços de visitas são elementos do sistema de drenagem que viabiliza o acesso aos condutos, para limpeza e inspeção (MASCARÓ, 2005). Além disso, também funcionam como caixas de ligação entre ramais secundários. Assim, sempre que houver mudança de seção, de declividade ou de direção nos condutos e junções dos troncos de ramais. (CARDOSO NETO, 2009)

Normalmente as paredes do são executas de alvenaria ou concreto, sendo o fundo de concreto e possui uma canaleta de seção semi-circular para o escoamento da água . Os tampões, são geralmente de ferro fundido ou de concreto, dependendo do tráfego em cima, sendo que para poços muito profundos, se faz necessário a instalação de chaminés. Normalmente possuem altura maior que 2,00m de altura, com 0,60m de diâmetro. MASCARÓ (2005)

O espaçamento máximo recomendado para os poços de visita é apresentado na figura 36 as diferenças de nível do tubo afluente e o efluente forem superiores a 0,70 m, o poço de visita será denominado de queda (SMDU, 2012)

Como comenta Mascaró (2005) Quando diâmetro for de um tamanho que impossibilite a visita, o a velocidade da água for muito baixa, a distância então é definida pelo tamanho das hastes de limpeza.

**Figura 36 - Espaçamento dos poços de visita**

Diâmetro (ou altura do conduto) (m)	Espaçamento (m)
0,3	50
0,50 - 0,90	80
1,00 ou mais	100

**Fonte: DAEE/ CETESB (1980) adaptado por SMDU (2012).**

## 2.10 Precipitação de Projeto

É indispensável para qualquer trabalho de modelagem de águas pluviais o parâmetro de precipitação de projeto, fundamental em estudo e na elaboração de projetos de drenagem urbana, uma vez que grande parte das bacias não provem de alguns registros fluviométricos necessários (SILVA, 2007).

### 2.10.1 Tempo de concentração

Para Silveira (2005) o tempo de concentração é um parâmetro hidrológico que vem da simplificação que a bacia hidrográfica responde como sistema linear para o escoamento superficial direto.

Ainda para Silveira (2005) seguindo nessa simplificação de resposta linear, o tempo de concentração define o tempo para o equilíbrio do sistema, quando o regime permanente entre a chuva efetiva de intensidade constante escoar para fora dela. O tempo de concentração é um dos parâmetros cruciais do método racional cuja determinação está também sujeita a incertezas e imprecisões. (SMDU, 2012)

O tempo de concentração é um parâmetro essencial para estimar vazões máximas e previsões de desastres naturais, isso por que, ele é a base para caracteriza o pico e o formato do hidrograma. (JUNIOR e BOTELHO, 2011).

SMDU (2012) ressalta que as expressões são empíricas, valendo apenas para condições muito próximas, devendo haver uma análise cuidadosa para o uso, evitando por exemplo o equívoco de usar em áreas urbanas, formulas destinadas às áreas rurais.

A forma que é mais aceita atualmente, e teoricamente a mais correta para o calculo da concentração é pelo método cinético. Principalmente levando-se em conta a partes canalizadas da bacia, já que se faz necessário as particularidades de cada bacia. (SMDU, 2012)

Assim, o tempo de concentração em minutos será dado por:

$$t_c = \frac{1}{60} \sum L_i \times V_i \quad (9).$$



Em que,  $L_i$  é o comprimento de cada trecho homogêneo (m) e  $V_i$  é a velocidade do escoamento no trecho “i” (m/s)

### 2.10.2 Equação IDF

Maidment (1992) sugere que quando se tem bacias com até 100 ha, não se faz necessário cálculos muito aprimorados ou complexos, podendo então optar por parâmetros hidráulicos baseados em relações IDF (Intensidade Duração e Frequência) e no método racional.

Em encontro a isso, da Silva (2007) ressalta a importância dessas equações para os projetos de drenagem em geral, pois em muitos casos não se tem dados fluviométricos. Também chamadas de curvas de intensidade-duração-frequência, elas relaciona a intensidade e a duração da precipitação, e seu período de retorno.

Ainda conforme da Silva (2007) os parâmetros característicos das precipitações intensas são representados por:

- Duração: tempo da chuva;
- Intensidade: relação entre a altura da chuva e a duração dela;
- Frequência: ocorrência em um determinado período de anos.

Como afirma Oliveira et al. (2005) esses parâmetros de relação IDF de chuvas intensas são obtidos por uma regressão linear, calculada com base nas informações extraídas de pluviogramas.

Canholi (2014) afirma que as relações IDF estão disponíveis para as principais cidades do Brasil. Entretanto, a desagregação dessas precipitações, no desenvolvimento do hietograma, é o maior percalço para o hidrólogo, pois para cada distribuição temporal das chuvas, tem-se um hidrograma diferente e única.

### 2.10.3 Duração da chuva

Conforme Tucci (2004), uma das grandezas características das chuvas é a duração da chuva. Que é o período compreendido do início ao término da precipitação, normalmente expresso em minutos (min) ou horas (h).

Já para Canholi (2014), na utilização do método racional, a duração da precipitação da bacia é igualada ao tempo de concentração, tendo como foco entender o comportamento da bacia de influência diante de um chuva, quando toda ela estiver contribuindo na vazão, sendo assim, passado o tempo de concentração depois do início da precipitação.

Dessa forma, a duração da chuva pode ser calculada da seguinte maneira

$$t_d = t_c \quad (10).$$

Sendo:

$$t_c = t_i + t_p \quad (11).$$

Onde:

$$t_p = \frac{L_T}{V_S} \quad (12).$$

### 2.11 Vazão de Projeto

Para Steffen e Rondon (2000) um dado fundamental para o dimensionamento de estruturas hidráulicas em obras de engenharia e cotas de alerta de inundações é a vazão de projeto. Para que seja determinada, é necessário cálculos confiáveis e seguros. Como são muitas as variáveis e poucos são os dados observados, métodos indiretos são mais usuais, pois são de fácil formulação, mas podendo ser inadequados para alguns casos.

A obtenção da vazão de projeto passa pela análise criteriosa do escoamento superficial, que inclui a determinação da vazão de pico, o volume, e a forma do hidrograma bem como o período de retorno associado a estes valores. Este problema constitui um dos mais importantes fatores de sucesso de um projeto de drenagem urbana. Erros cometidos nessa fase poderão introduzir incoerências graves

no planejamento das intervenções na bacia e acarretarão obras sub ou superdimensionadas. (SMDU 2012)

Seibt *et al* (2012) Coloca que os métodos indiretos no cálculo das vazões de projeto em pequenas bacias, sem uma qualquer análise prévia de adequação aos parâmetros utilizados, podem causar muitos transtornos.

### 2.11.1 Método racional

As referências mais antigas que se tem do método racional são do fim do século passado, na Inglaterra. Hoje o método é certamente o mais difundido para a determinação de vazões de pico em pequenas. Tamanha aceitação vem de sua simplicidade e resultados satisfatórios (SMDU 2012).

O método relaciona a precipitação com o deflúvio, considerando as principais características da bacia, sendo elas a área, a permeabilidade, a forma, a declividade média (Seibt *et al* .,2012).

A vazão de dimensionamento é calculada pela equação:

$$Q = C \times i \times A \quad (13).$$

Onde:

Q = vazão (m<sup>3</sup>/s), C = coeficiente de escoamento superficial, i = intensidade pluviométrica (mm/h) e A= área da bacia (m<sup>2</sup>).

Os coeficientes de escoamento superficial são adotados a partir do tipo do uso do solo, sendo considerado a urbanização futura da área, conforme a figura 37.

**Figura 37 - Coeficientes de Escoamento Superficial**

Superfícies	Intervalo	C valor esperado
Asfalto	0,70 - 0,90	0,83
Concreto	0,80 - 0,95	0,89
Calçadas	0,75 - 0,85	0,80
Telhado	0,75 - 0,95	0,85
Cobertura com solo arenoso ( declividade de 2 a 7% )	0,10 - 0,15	0,13
Cobertura com solo pesado ( declividade de 2 a 7% )	0,18 - 0,22	0,20

**Fonte: ASCE (1969) adaptado por Seibt et al (2012).**

Empiricamente determinados, as constantes de proporcionalidade que consideram a infiltração e a evapotranspiração do escoamento correspondem a várias condições de superfície da bacia de drenagem (GRIBBIN, 2016).

### 3 METODOLOGIA

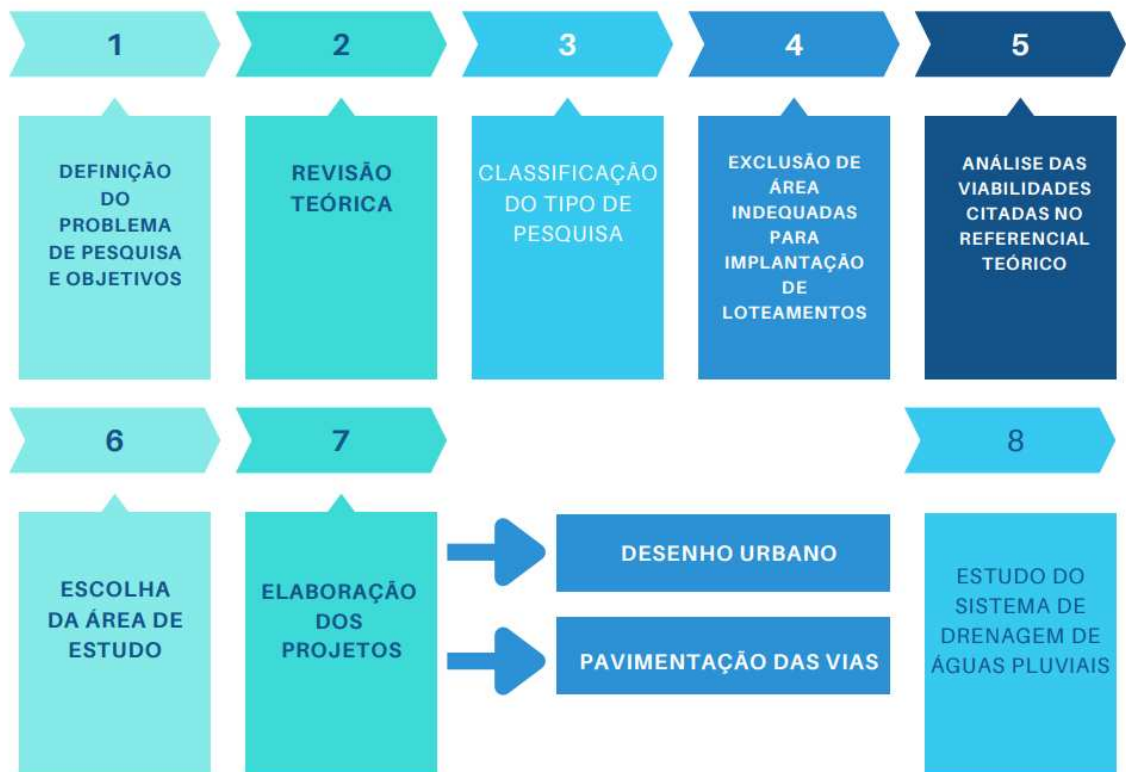
Com o intuito de estabelecer o traçado da pesquisa, é possível classificá-la de acordo com alguns parâmetros. O primeiro é com relação aos objetivos, a pesquisa em questão é considerada do tipo explicativa. Pois, de acordo com Thesaurus (2016), uma pesquisa com os objetivos explicativos é aquela que apresenta complexidade e esclarece os fatores que irão interferir nos procedimentos, alinhado com os procedimentos para cumprimento dos objetivos desta pesquisa.

Analisando os procedimentos, identifica-se a utilização dos seguintes aspectos: *(i)* pesquisa bibliográfica, realizada no referencial teórico para estudo dos tópicos apresentados conceitos gerais e normativos sobre o conteúdo abordado; *(ii)* estudo de caso, que de acordo com Thesaurus (2016) apresenta uma fase exploratória, seguida da coleta e sistematização de dados e delimitação do estudo e pôr fim a etapa de interpretação dos resultados; *(iii)* experimental onde após estabelecido um objeto de estudo, as variáveis de influência foram indicadas, tendo definido como será realizado o controle e as observações dos efeitos que essas variáveis provocam sobre ele.

Por fim com base na abordagem, a pesquisa classifica-se como sendo qualitativa e quantitativa. Qualitativa pelo fato de que ao analisar as áreas propícias para implantação de loteamentos, levando em consideração aspectos sobre a qualidade de vida dos moradores. E quantitativa pelo fato de que na etapa dos projetos complementares são empregadas medidas padronizadas e sistemáticas, as quais baseadas em normas e legislações apresentam dados numéricos que respondem os objetivos da pesquisa.

Para elucidar as etapas dos procedimentos da pesquisa, é apresentado o fluxograma na figura 38.

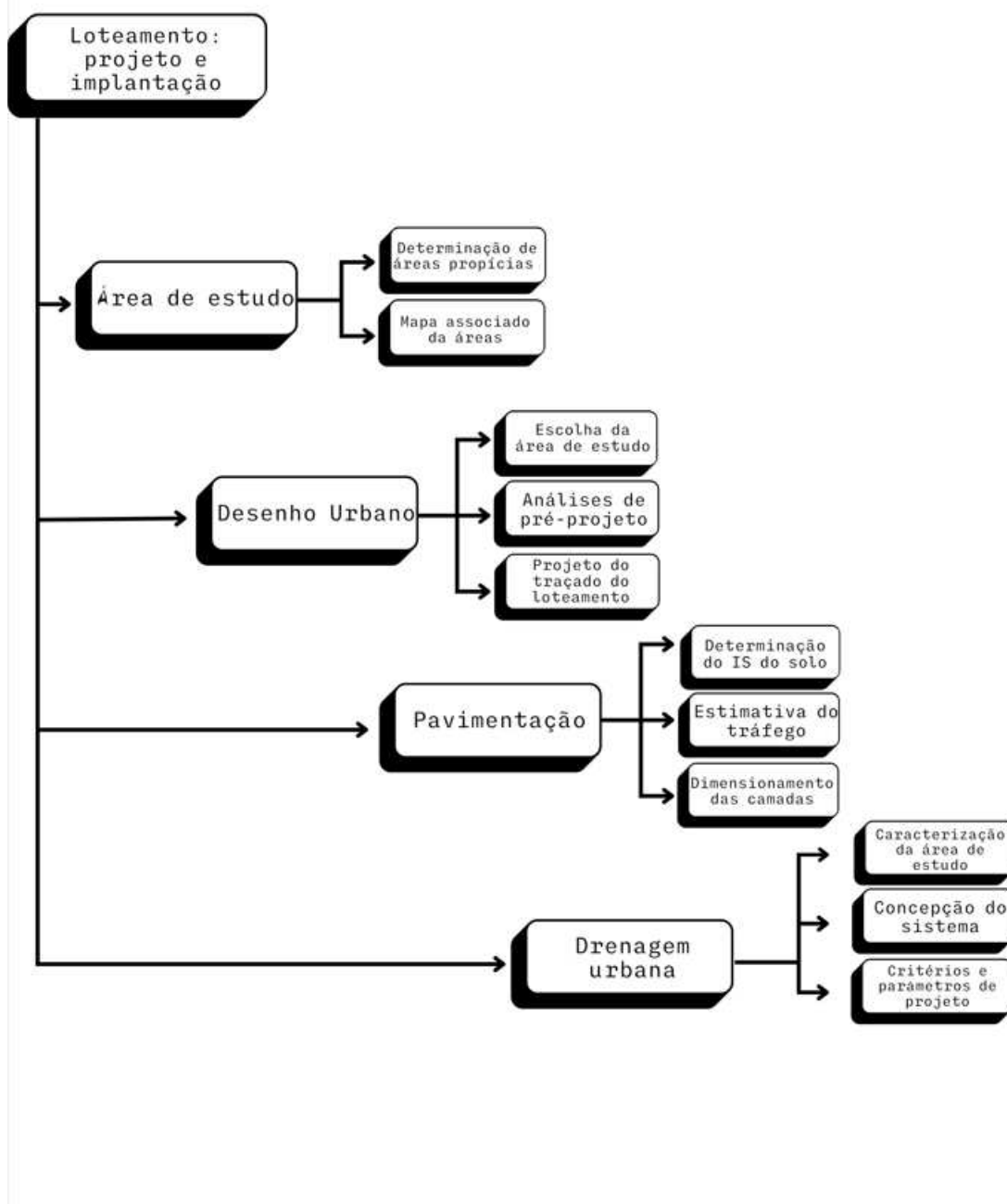
**Figura 38 - Fluxograma sobre as etapas da pesquisa**  
**ETAPAS DA PESQUISA**



Fonte: Autoria Própria (2022)

O fluxograma representado pela figura 39 explica a maneira como está estruturada a metodologia descrita nos tópicos abaixo.

Figura 39 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Autoria própria (2022)

### 3.1 Cidade de estudo

Este estudo, inicialmente analisou as áreas propícias para a implantação de loteamentos na cidade de Santo Antônio do Sudoeste, levando em consideração a viabilidade legal (áreas verdes, áreas de preservação permanente e declividade) e a

viabilidade de urbanização (proximidade de infraestruturas básicas e áreas de uso comum).

Posteriormente foi realizado a escolha de um local, incluso da área urbana, adequado para futura implantação de um loteamento. Tendo isso, como maneira de aprimorar conhecimentos técnicos foram desenvolvidos parte dos projetos complementares à infraestrutura básica do loteamento urbano.

O hipotético empreendimento situa-se na cidade de Santo Antônio do Sudoeste. A localização do município está representada conforme as figuras 40 e 41.

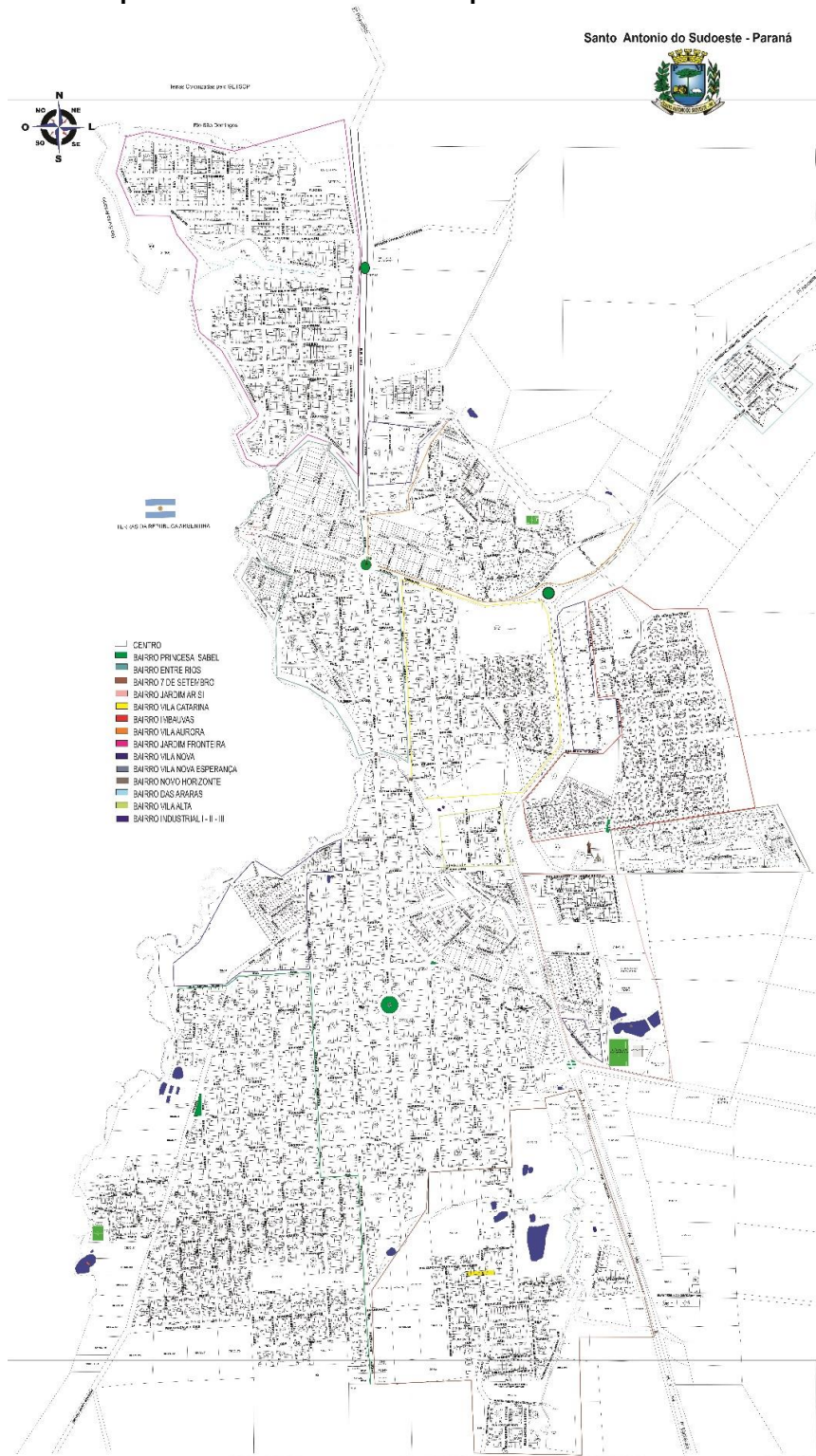
**Figura 40 - Paraná situado no Brasil**



**Fonte: Google Imagens editada pelo autor (2022)**



Figura 41 - Mapa da Área Urbana do município de Santo Antônio do Sudoeste



Fonte: Acervo pessoal (2022)

### 3.2 Determinação das áreas impróprias para implantação de loteamentos e seus parâmetros

Para realizar a exclusão de áreas inadequadas para a implantação de loteamentos na cidade de Santo Antônio do Sudoeste, os critérios listados abaixo foram levados em consideração, baseados nas legislações municipais e federais: Lei 1850 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2007); Lei 1882 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008); Lei 6766 (BRASIL, 1979) e Lei 12561 (BRASIL, 2012).

- Áreas de Preservação Permanente;
- Declividade;
- Proximidade de rodovias;
- Áreas já urbanizadas.

#### 3.2.1 Áreas de Preservação Permanente

Com o objetivo de destacar as Áreas de Preservação Permanente, elencadas na figura 42, através do *software* QGIS foi realizada a vetorização dos rios e córregos dentro da área urbana do município de Santo Antônio do Sudoeste, com auxílio da ferramenta *QuickMapServices* utilizando como base as imagens de satélite do *Google*. Após isso, tendo os vetores correspondentes foi criado um *buffer* de tamanho equivalente ao indicado na figura 42.

**Figura 42 - Áreas de Preservação Permanente**

Cursos d'água	a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
	b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
	c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
	d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
	e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

Fonte: Adaptado de Brasil (1979)

### 3.2.2 Declividade

Para realizar a análise das declividades na área urbana do município, foram utilizados o *software* QGIS e um arquivo *Raster* do relevo da cidade, obtido com auxílio da plataforma *Earth Explorer*.

Como o arquivo citado é uma imagem georreferenciada que possui descrição de seus parâmetros, foi possível criar um intervalo condicional no programa para classificar os dados de declividade da imagem e representá-los de forma gráfica, com coloração distinta, conforme os limites estabelecidos na Figura 43.

**Figura 43 - Relação entre a declividade e as áreas impróprias para urbanização**

Áreas de Preservação Permanente relacionadas com a Declividade	Área de preservação permanente aquela com encostas com declividade igual ou superior a 30% .	Lei 1850 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2007)
	Área de Preservação Permanente aquela que apresentar declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive, os topo de morros, montes e montanhas com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior de 25 graus e áreas com altitude superior a 1800 metros.	Lei 12651 (BRASIL, 2012)
Declividade máxima sobre as vias do loteamento	Limite sobre as vias que existirão no loteamento como sendo de 20%.	Lei 1882 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008)

Fonte: Adaptado pelo autor, das legislações (indicadas no referencial, 2022)

### 3.2.3 Proximidade de rodovias

Com o propósito de demarcar as faixas de domínio próximas às rodovias, foi utilizado o *software* QGIS com os critérios estabelecidos na figura 44. Com a ferramenta *QuickMapServices* e as imagens de satélite do *Google* a área urbana de Santo Antônio do Sudoeste foi localizada. Para analisar as faixas de domínio, o traçado das rodovias foi obtido através do site do Ministério da Infraestrutura por meio de uma base georreferenciada disponível em arquivo *ShapeFile*. Tendo isso, foram identificadas as rodovias que percorrem a área urbana do município e em seguida feito um *buffer* para delimitar as áreas que deverão ser preservadas por estarem adjacentes a esses locais.

**Figura 44 - Relação entre a proximidade de rodovias e áreas impróprias para a urbanização**

Faixa de Domínio	Ao longo das rodovias e ferrovias será obrigatória a reserva de 25,00 (vinte e cinco metros) metros para cada lado do eixo, acrescidos do recuo frontal obrigatório de 15 (quinze) metros.	Lei 1882 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008)
------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

**Fonte: Adaptado de Santo Antônio do Sudoeste (2008)**

### 3.2.4 Áreas já urbanizadas

Para ter as áreas livres possíveis de implantar loteamentos no município de Santo Antônio do Sudoeste, foi analisado as áreas que já são urbanizadas com o *software* QGIS. Primeiramente, foi obtido no site do Portal de Mapas do IBGE os arquivos de setores censitários e logradouros da versão de 2021. O mapa das faces dos logradouros do município de Santo Antônio do Sudoeste disponível em *ShapeFile* foi sobreposto e ajustado com as imagens de satélite do *Google*, verificando as áreas que já são urbanizadas no município.

### **3.3 Mapa associado das áreas impróprias para implantação de loteamentos**

Após demarcar as áreas inadequadas para implantação de loteamentos, foi produzido um mapa unificado com auxílio do *software* QGIS, contendo a sobreposição das camadas dos mapas dos tópicos anteriores.

### **3.4 Escolha da área de estudo**

Com o mapa unificado, se distinguiram as áreas remanescentes, legalmente adequadas para urbanização. Para escolher a área de estudo foi realizada uma análise de viabilidade de urbanização, considerando proximidade de áreas de lazer, mercados, centros de saúde e educação.

### **3.5 Análises de pré-projeto**

Após definido a área para a execução dos projetos complementares do loteamento, foi realizado um levantamento de dados do local para quantificar o tamanho das áreas e analisar os limites confrontantes através do Mapa Urbano do município. Além disso foi analisado a tipologia do traçado urbano existente da cidade e verificada as curvas de níveis do terreno.

De acordo com Paula (2018), a consolidação do máximo potencial de uma área destinada a implantação de loteamentos é dada através da definição do projeto arquitetônico. Com o intuito de continuar com o traçado urbano do Município, gerando um aspecto de que o loteamento hipotético complemente a cidade de forma harmônica, o traçado das vias existentes nas áreas próximas foi respeitado, buscando agregar na qualidade de deslocamento no Município de Santo Antônio do Sudoeste.

Obter as curvas de níveis do terreno estudado é primordial para a elaboração de todos os projetos de um loteamento. Analisar a topografia da região de forma detalhada, antes de iniciar o traçado das vias, possibilitou um melhor aproveitamento do terreno, buscando equilibrar as declividades, provocando um menor volume de corte e aterro.

Com isso, foi possível adaptar à realidade tridimensional ao terreno, compatibilizando da melhor forma os projetos complementares com a execução, levando em consideração a acessibilidade dos moradores e qualidade dos lotes, diminuindo a movimentação de terra e realização de obras de corte e aterro.

### **3.6 Curva de nível**

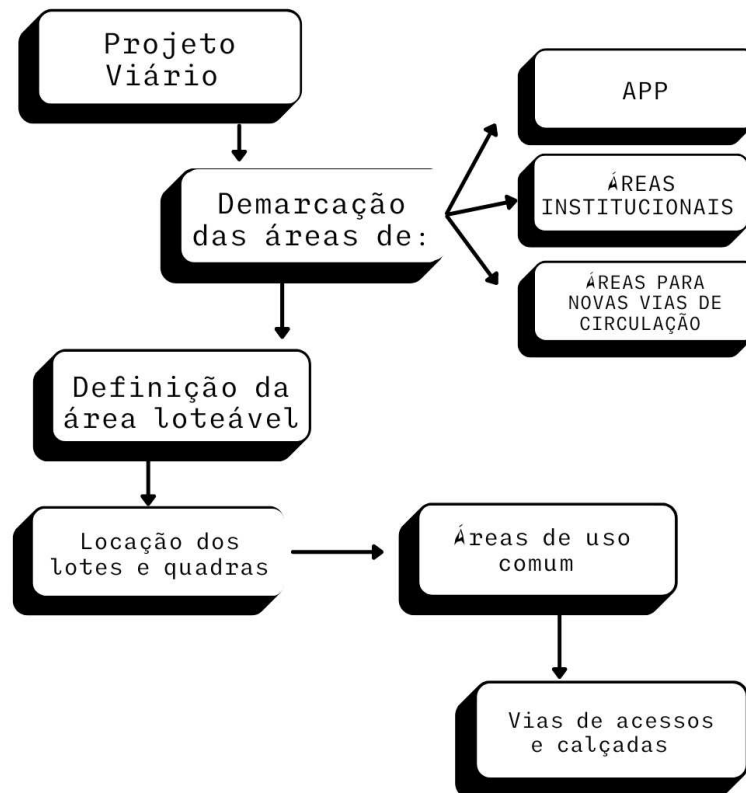
As curvas de nível foram obtidas utilizando o mesmo arquivo Raster do item 3.2.2 Declividade, entretanto, para que não houvesse sobrecarga computacional, e deixasse o desenvolvimento do projeto lento, foi feito um recorte dessa imagem no QGIS. Esse recorte então, foi enviado para o software InfraWorks, da Autodesk.

No InfraWorks foi transformado o arquivo Raster em arquivo .IMX que é um modelo 3D com metadados, que possibilita a integração do InfraWorks com o *software* AutoCAD Civil 3D. Dessa forma, com os pontos georeferenciados do Raster, e a modelagem do InfraWorks, foi gerada a curva de nível no formato IMX.

### **3.7 Projeto do traçado do loteamento**

O projeto do traçado do loteamento, foi desenvolvido no *software* AutoCAD Civil 3D, em concordância com as legislações municipais e federais, tendo seu desenvolvimento estruturado no fluxograma da figura 45.

**Figura 45 - Fluxograma sobre as etapas do projeto do traçado do loteamento**



Fonte: Autoria própria (2022)

### 3.7.1 Projeto Viário

Para elaborar o projeto das vias do loteamento, levou-se em consideração a continuidade do segmento das vias existentes no local, com o intuito de manter as características locais, e se possível, dar continuidade do segmento das vias existentes.

Primeiramente, analisou-se as ruas já existentes que dão seguimento no sistema viário do loteamento, assim, identificou-se a via principal (vias estruturantes) e a partir da via principal, definiu-se as vias secundárias (vias coletoras), as quais apresentam arruamentos menores. Com essa estrutura é possível diminuir o fluxo de veículos no interior do loteamento, tornando-o mais seguro e confortável aos moradores.

Através da Lei Municipal 1881 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008), no que diz respeito a estrutura viária do loteamento em questão, foi definida a caixa

dessas vias, que representam a caixa de rolamento acrescida dos passeios, representadas as medidas na figura 46.

**Figura 46 - Parâmetros estabelecidos para cada tipo de via e suas respectivas caixas de vias**

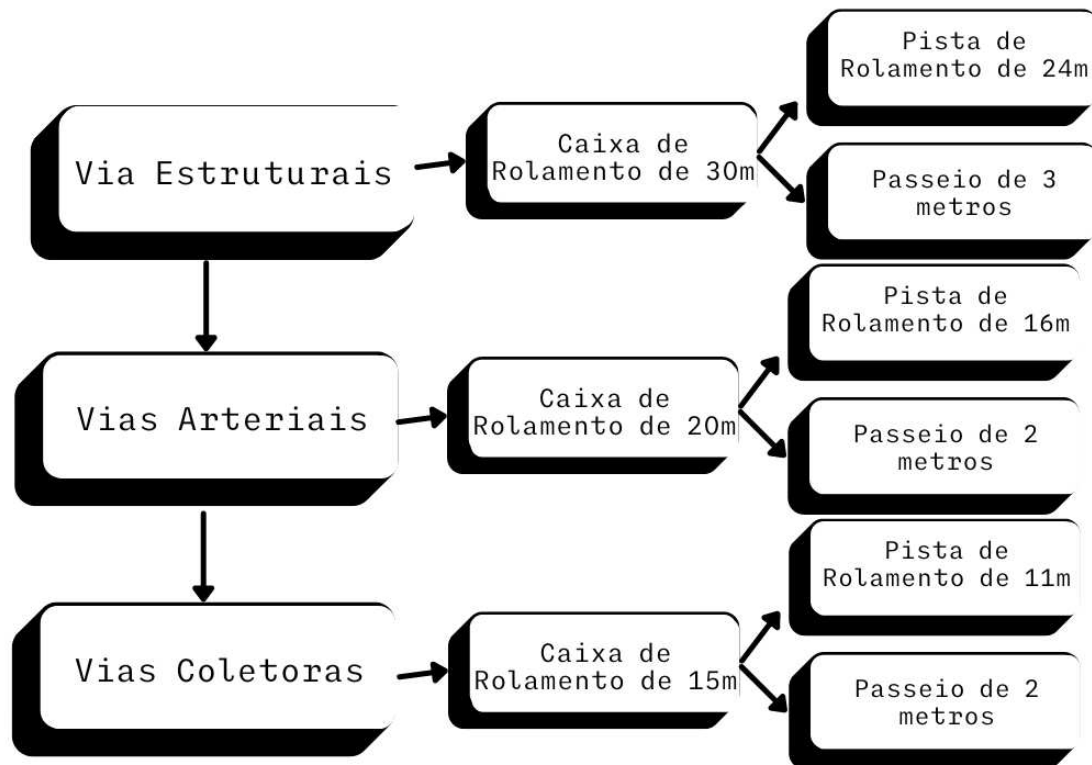
TIPO DE VIA	DEFINIÇÃO	CAIXA DA VIA (PISTA DE ROLAMENTO + 2.PASSEIOS)
Vias Estruturais	Vias ao longo das quais se prevê a expansão da área central, onde o uso do solo é Caracterizado por atividades de comércio e serviços, com função de conduzir o tráfego no percurso de maior distancia, sendo também o principal eixo de circulação;	30 metros (24 metros+2.3 metros)
Vias Arteriais	Vias que recebem o tráfego das vias coletoras e o conduz ao sistema estrutural e, ainda, permitem a penetração do tráfego aos diversos setores da cidade. São caracterizadas por atividades de comércio, serviços e habitação	20 metros (16 metros+2.2 metros)
Vias Coletoras	Vias que distribuem a circulação de veículos no interior dos bairros e onde se localiza grande parte do comercio e do serviço, e tem como função ligar as vias locais às estruturais.	15 metros (11 metros +2.2 metros)

**Fonte: Adaptado de Santo Antônio do Sudoeste (2008)**

O fluxograma, representado na figura 47, apresenta de forma resumida os tipos de vias e seus parâmetros.



**Figura 47 - Fluxograma sobre os tipos de vias e seus parâmetros**



**Fonte: Adaptado de Santo Antônio do Sudoeste (2008)**

Para que o loteamento não se destoe arranjo urbano das proximidades, foi identificado um padrão nas quadras adjacentes, servindo como base para a determinação do sistema viário do loteamento. Além disso, foi respeitado os critérios estabelecidos por Mascaró (2003) com variação máxima de extensão de 20% para mais ou para menos.

Dentro do AutoCAD Civil 3D foi compatibilizado o sistema viário do loteamento com as curvas de níveis existentes no terreno. Com isso, analisou-se individualmente as declividades do terreno natural nas seções onde as vias estão situadas.

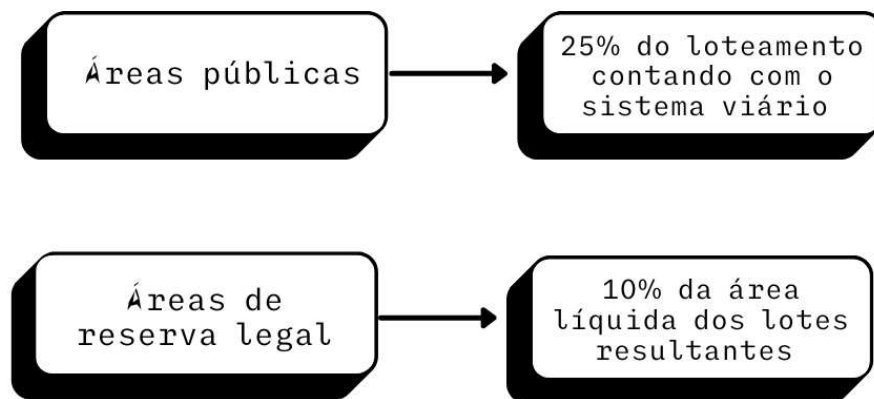
Levando em consideração a classificação das vias, primeiramente foi estabelecido o greide, ou seja, o perfil longitudinal das ruas principais. Dessa maneira, os perfis longitudinais das ruas locais foram criados com base nos cruzamentos delas com as principais, utilizando esses pontos como referência para o traçado longitudinal dessas ruas.

No desenvolvimento desses traçados, certificou-se que eles acompanhassem a curvatura do terreno, diminuindo obras de corte e aterro, e na necessidade deles, que o volume de corte fosse compensado no aterro e vice-versa.

### 3.7.2 Destinação das áreas do loteamento

Antes de determinar a área loteável e iniciar o projeto do traçado urbano foi demarcado as Áreas de Preservação Permanente, as áreas públicas e estimado as áreas do sistema viário. O fluxograma (figura 48) representa a porcentagem que necessária para cada uma dessas áreas de acordo com a legislação vigente.

**Figura 48 - Fluxograma sobre as áreas públicas e de reserva legal necessária no loteamento**



Fonte: Adaptado de Santo Antônio do Sudoeste (2008)

### 3.7.3 Área loteável

Após ter demarcado as áreas onde não foram contabilizadas para a projeção dos lotes para edificações, sobrou somente a área loteável. O fluxograma, representado na figura 49, apresenta de forma resumida, como será obtido a área loteável.

**Figura 49 - Fluxograma da definição de área loteável**



Fonte: Autoria Própria (2022)

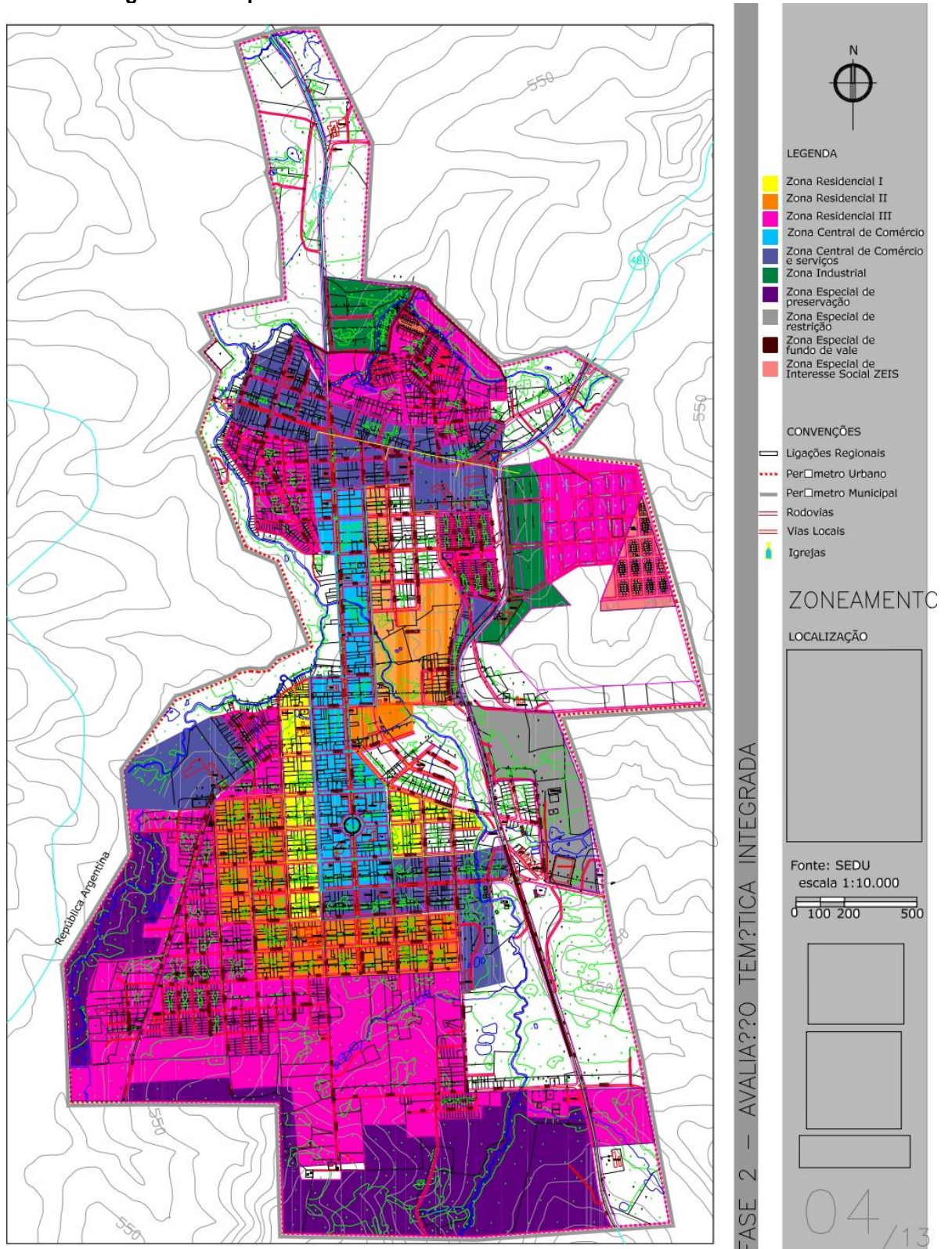
Com o sistema viário já demarcado, conseqüentemente as quadras já apresentam seus limites. Para este caso, como o layout do loteamento foi estruturado para integrar com o modelo urbano existente, algumas das quadras se integram em outras que já apresentam habitações.

#### 3.7.4 Características das quadras e lotes

As quadras foram delimitadas pelas vias, definidas a partir do traçado viário. Indo em conformidade com Mascaró (2003), as quadras foram traçadas de forma a ter um comprimento máximo variando entre 150 a 160 metros, além de que foi evitado quarteirões muito pequenos, ou muito grandes, em uma mesma malha urbana.

Para a distribuição dos lotes, de antemão foi analisado a zona residencial em que a área de estudo se encontra. Para isso, foi analisado o Mapa de Zoneamento Urbano de Santo Antônio do Sudoeste representado na figura 50. Além disso, através da Lei Municipal 1907 (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008) foi possível retirar as informações sobre área e testada mínima dos lotes, as quais estão dispostas no quadro 6.

Figura 50 - Mapa de Zoneamento Urbano de Santo Antônio do Sudoeste



Fonte: Prefeitura municipal de Santo Antônio do Sudoeste (2022)

**Quadro 6 – Tabela de parâmetros de ocupação do solo.**

ZONAS	LOTE MÍNIMO (m <sup>2</sup> )	TESTADA MÍNIMA (m)	TAXA OCUPAÇÃO MÁXIMA (T. O. %)	RECUO FRONTAL (m)	RECUO LATERAL (m)
ZR I	450	15	66	5,00 (2)	-
ZR II	360	12	66	5,00 (2)	-
ZR III	120	10	50	5,00 (2)	-
ZR IV	120	10	50	5,00 (2)	-
ZCC	300	10	100 (1)	-4	h/6
ZCC1	300	10	75	5,00 (2)	-
ZCS	450	15	66	5,00 (2)	-
ZEU	120 <sup>(12)</sup> / 360	10	50	5,00 (2)	-
ZI	1000	20	70	15,00 (2)	-
ZET	2000	20	50	10,00 (2)	-
ZF	2000 (9)	40	30	10	-
ZEP	3000 (9)	30	10	15	-
<b>ZEIS</b>	<b>120</b>		<b>50</b>	<b>5</b>	

(1) Ocupação de 100% do terreno só é válida até 6 metros de altura ( loja e sobre loja). A partir daí a taxa de ocupação é de 66% (2/3).

(2) Em lotes de esquina com área menor que 300 m<sup>2</sup>, o recuo frontal na sua menor dimensão poderá ser reduzida para 3.00 m.

(3) Os lotes de esquina, em novos parcelamentos, terão suas áreas aumentadas em 30%, em relação a área mínima de sua zona.

(12) Exclusivamente para construções habitacionais de baixa renda.

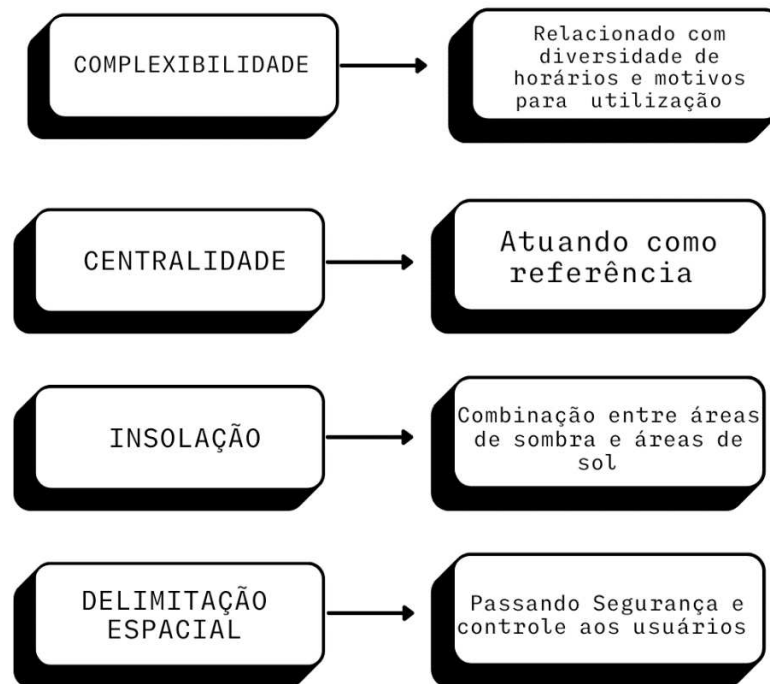
(9) Nesta zona qualquer ocupação será submetida à apreciação do Conselho Municipal.

**Fonte: Santo Antônio do Sudoeste (2008)**

### 3.7.5 Áreas de uso comum

Com o intuito de promover um ambiente agradável e de qualidade para os futuros moradores, foi reservado um local próximo as Áreas de Preservação Permanente para servir como área de lazer aos moradores, sendo este separado por vias de circulação que promova fácil acesso. Para a área em questão, os tópicos a serem levados em consideração para a futura utilização destes locais estão expostos no fluxograma, representado pela figura 51.

**Figura 51 - Critérios a serem levados em consideração para a implantação de uma área de uso comum.**



**Fonte: Adaptado de Jacobs (2011)**

### 3.7.6 Passeios públicos

As dimensões dos passeios dependem do tipo de via que pertence. Tendo isso, sabe-se que para uma via será estrutural, o passeio mínimo é de três metros e

para uma via arterial e coletora, o passeio mínimo é de 2 metros (SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE, 2008).

Os critérios urbanísticos dos passeios em uma nova área que será urbanizada são regidos por leis municipais. Com isso, no Quadro 7 estão apresentados alguns critérios que foram obedecidos para criar os passeios, em logradouro público, com o intuito de estar de acordo com o órgão competente.

**Quadro 7 – Critérios a serem levados em consideração para os passeios públicos**

I.	Não poderão ter degraus ou rampas de acesso as edificações;
II.	Deverá ser plano do meio-fio até o alinhamento, ressalvada a inclinação de 2% (dois por cento) para o escoamento de águas pluviais.
III.	Deverá ser revestido com material antiderrapante

**Fonte: Adaptado de Santo Antônio do Sudoeste (2007)**

Para determinação dos detalhes da execução do passeio público, deverá ser levado consideração aspectos de acessibilidade e padronização de calçadas, devido à falta de requisitos urbanísticos no município de Santo Antônio do Sudoeste, poderá ser utilizado para a execução os critérios sobre calçadas trazidos pelo Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2016), a figura 52 representa um exemplo dos detalhes do passeio público.

**Figura 52 - Faixa de passeio público**

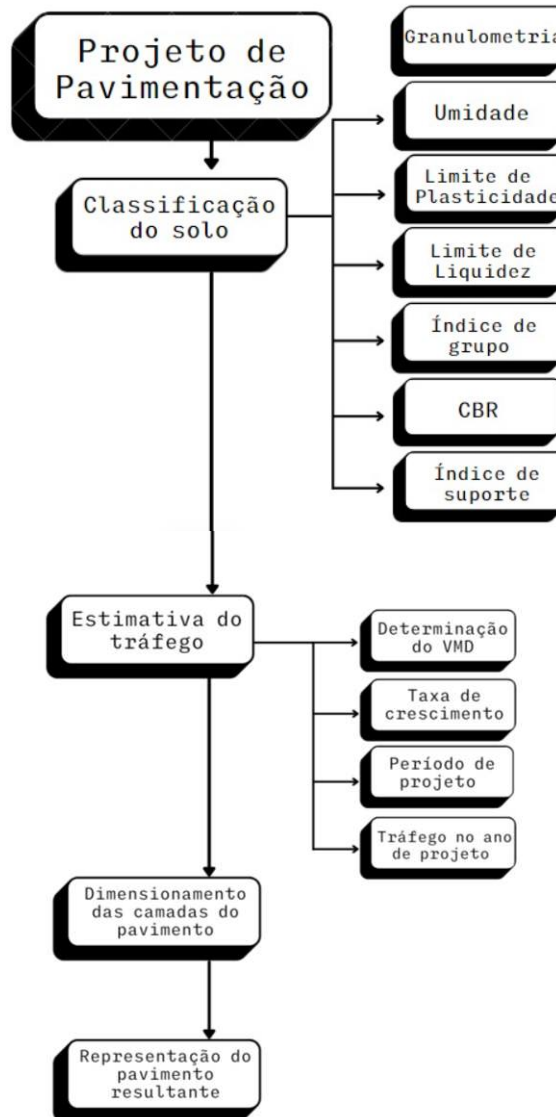


**Fonte: Brasil (2016)**

### 3.8 Fluxograma para elaboração do projeto de pavimentação

Abaixo está representado na figura 53 um fluxograma sobre os passos para realizar um projeto de pavimentação.

Figura 53 - Fluxograma para elaboração projeto de pavimentação



Fonte: autoria própria (2022)



### 3.9 Determinação do índice de suporte do solo

#### 3.9.1 Classificação do solo

Para realizar a classificação do solo existente na área escolhida, foi utilizado como referência a figura 54, que traz as classes de solo conforme a Sugestão do Highway Research Board-HRB adotada pela AASHTO.

**Figura 54 - Classificação de Solos**

Classificação Geral	Materiais granulares (35% ou menos passando na peneira nº 200)							Materiais siltosos e argilosos (mais de 35% passando na peneira nº 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Peneiração: % que passa: Nº 10 Nº 40 Nº 200 (p)	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 mín. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características da fração que passa nº 40 Limite de Liquidez - LL (%) Índice de Plasticidade IP (%)				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de Grupo	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
	0		0	0		4 máx.		8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Materiais que predominam	Pedra Britada pedregulho e areia		Areia fina	Areia e areia silosa ou argilosa				Solos Siltosos		Solos argilosos	
Comportamento geral como subleito	Excelente a bom							Fraco a pobre			

Fonte: adaptado de Senço (2007)

Para tanto, foram realizados ensaios no Laboratório de Solos da UTFPR campus Pato Branco, os quais estão apresentados na sequência. Juntamente com o nome do ensaio está contido o código da norma que rege os experimentos.

As amostras de material foram coletadas na cidade proposta para o estudo e posteriormente dispostas sob uma lona até atingirem umidade higroscópica. Tendo passado 24h desse feito, uma parte do material foi colocada para secagem em estufa a uma temperatura constante de 100°C por 3 dias, conforme a figura 55. Após isso, o material foi preparado para realizar os ensaios de granulometria por peneiramento, limite de plasticidade e limite de liquidez.

**Figura 55 - Amostra seca em estufa**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

É conveniente citar também, que antes de realizar qualquer ensaio, estando o material seco a umidade higroscópica ou seco em estufa, ele foi devidamente destorroado com o auxílio de almofariz e mão de gral, conforme a figura 56, sendo peneirado conforme previsto em norma para cada experimento.

**Figura 56 - Amostra de solo sendo destorroada**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

### 3.9.1.1 Granulometria

O ensaio para determinação da granulometria foi executado conforme o descrito na NBR 7181 (ABNT, 2016) que trata sobre a Análise Granulométrica do Solo. Como a classificação proposta pela AASHTO baseia-se nas quantidades de material com dimensões de partículas até a peneira de nº 200, foi executada apenas a etapa de peneiramento, visto que seus resultados são os mais significativos para este trabalho.

Com o material seco em estufa, ele foi passado pela peneira de nº10 (2,00mm) e cerca de 120g do material passante foi coletado para a etapa de peneiramento fino, como a imagem da figura 57. Nessa parte, o material foi lavado na peneira de 0,075mm para eliminar o excesso de finos presentes.

**Figura 57 - Amostra separada para ensaio de peneiramento fino**



**Fonte: Autoria própria**

Após a lavagem, o material foi colocado em estufa novamente a uma temperatura de 100°C até atingir constância de massa. Depois, ele foi passado nas peneiras de 1,2mm, 0,6mm, 0,42mm (nº40) 0,25mm 0,15mm 0,075mm (nº200) e anotado as massas retidas em cada uma.

As fotos dos equipamentos utilizados estão representadas nas figuras 58, 59 e 60 abaixo.

Figura 58 - Peneira nº10



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 59 - Peneira nº200



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 60 - Conjunto de peneiras utilizado para peneiramento fino



Fonte: Autoria própria (2023)

### 3.9.1.2 Umidade

Quanto a umidade, nos momentos em que foi necessário fazer sua determinação, ela foi analisada fazendo-se a coleta de material em cápsulas metálicas, como na figura 61, com posterior secagem em estufa com temperatura controlada entre 100°C e 105°C até a constância de massa. Todo o procedimento foi feito seguindo o descrito na NBR 6457 (ABNT, 2016) que traz instruções a respeito do preparo das amostras para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.

**Figura 61 - Pesagem de cápsula para determinação de umidade**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

### 3.9.1.3 Limite de Plasticidade

Para determinação do limite de plasticidade foi utilizado como referência o esquema proposto na NBR 7180 (ABNT, 2016). Essa norma define métodos para a realização do ensaio, que consiste na moldagem de um cilindro de 3mm de diâmetro, observando-se qual o limite de umidade que o levará a fratura.

O ensaio foi feito adicionando água em uma porção de 100g solo, preparado de acordo com a NBR 6457, passante na peneira n°40. Foi moldado o cilindro até que atingisse dimensões semelhantes ao gabarito metálico de 3mm de diâmetro por 100mm de comprimento.

Observou-se o momento em que para uma certa quantidade de água adicionada, o ponto de fratura do cilindro ocorreu quando ele obteve as dimensões do

gabarito. Nesse momento, a amostra foi rapidamente pesada e levada a estufa para posterior determinação da umidade.

Uma imagem da execução do ensaio onde é possível ver o gabarito e o cilindro sendo moldado está representada na figura 62.

**Figura 62 - Execução de ensaio para determinar limite de plasticidade**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

### 3.9.2 Índice de plasticidade

#### 3.9.2.1 Limite de Liquidez

A fim de encontrar o limite de liquidez do solo disponível no local, foi utilizada a NBR 6459 (ABNT, 2016), também conhecida por “método Casagrande”, devido ao aparelho utilizado durante o ensaio, que pode ser observado na figura 63.

**Figura 63 - Aparelho Casagrande, amostra de solo e cinzéis**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

Foi preparada uma amostra de 100g do material, passante na peneira nº40 e seca em estufa. Nessa porção de solo, foi adicionada uma quantidade de água e revolvida a mistura até sua completa homogeneização. Após isso, a mistura foi transferida para a concha do aparelho Casagrande, ocupando-se 2/3 da sua superfície, com profundidade de 1cm na parte mais espessa.

Utilizando de um cinzel metálico padronizado, foi aberto um sulco separando a massa de solo úmido em duas partes e o aparelho já calibrado foi colocado em movimento. Durante o processo, foram anotados quantos golpes foram necessários para fechar a ranhura ao longo de 13mm. Ao observar que isso ocorreu, imediatamente foi retirada uma parte da massa em torno da onde se verificou o fechamento do sulco, a amostra foi pesada e levada a estufa para a determinação da umidade.

O ensaio seguiu, adicionando-se mais água a mistura no intuito de diminuir a quantidade de golpes necessários para fechar a ranhura, a fim de obter um intervalo entre 15 e 35 golpes.

### 3.9.2.2 Índice de Grupo

Para obtenção desse fator, foi utilizada a equação descrita no Manual de Pavimentação (DNIT, 2006), a qual pode ser visualizada na sequência.

$$IG = 0,2 a + 0,005 ac + 0,01 bd \quad (14).$$

Onde:

a = % de material que passa na peneira nº 200, menos 35. Se a % obtida nesta diferença for maior que 75, adota-se 75; se for menor que 35, adota-se 35. (a varia de 0 a 40).

b = % de material que passa na peneira nº 200, menos 15. Se a % obtida nesta diferença for maior que 55, adota-se 55; se for menor que 15, adota-se 15. (b varia de 0 a 40).

c = Valor do Limite de Liquidez menos 40. Se o Limite de Liquidez for maior que 60, adota-se 60; se for menor que 40, adota-se 40 (c varia de 0 a 20).

d = Valor de Índice de Plasticidade menos 10. Se o índice de Plasticidade for maior que 30, adota-se 30; se for menor que 10, adota-se 10 (d varia de 0 a 20).

### 3.9.2.3 CBR

Para obtenção desse parâmetro de resistência do solo do subleito existente no local, foram seguidas as recomendações na NBR 9895 (ABNT, 2016), que rege os passos a serem seguidos para o método de ensaio do Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR). Nessa mesma oportunidade foi mensurado o valor de umidade, seguindo ainda as orientações da norma citada acima.

O solo coletado foi deixado secar até atingir a umidade higroscópica, depois o mesmo foi destorroado e passado na peneira de 4,8mm. Para cada corpo de prova foi separada uma massa de 7kg, suficiente para preencher o cilindro grande, representado na figura 64, e ter material para determinação da umidade real.



**Figura 64 - Conjunto de base, molde cilíndrico e colarinho**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

Foram adicionadas diferentes quantidades de água ao solo e o teor de umidade foi determinado de acordo com a NBR 6457 (ABNT, 2016). Foram moldados ao todo, 7 corpos de prova com as seguintes umidades 20%, 27%, 31%, 33%, 36%, 39% e 50%.

Cada corpo de prova foi moldado, compactando-se a mistura com energia normal de 12 golpes por camada, em 5 camadas. Depois de prontos, foram pesados para determinar a massa de solo compactado em cada umidade, sendo esses dados utilizados para determinação da massa específica seca.

Após isso, foi montado o conjunto de corpo de prova, discos anelares e extensômetro, como mostrado na figura 65, para cada uma das umidades citadas acima. Cada elemento foi colocado em imerso em tanque com água, para determinação da expansão.

**Figura 65 - Conjunto de corpo de prova, disco anelares e extensômetro**



**Fonte: Aatoria própria (2023)**

#### 3.9.2.4 . Índice de suporte do subleito

O índice de suporte do solo, foi obtido por uma correlação entre o CBR e o IG, de acordo com a equação apresentada na sequência.

$$IS = \frac{IS_{IG} + IS_{CBR}}{2} \quad (15).$$

Onde, ISIG é o índice de suporte derivado do índice de grupo e pode ser obtido através de um tratamento estatístico que é representado na figura 66. E o valor de ISCBR é o próprio valor de C.B.R. obtido no ensaio.

**Figura 66 - Valores de  $IS_{IG}$  em função de IG**

Índice de grupo IG	Índice de suporte $IS_{IG}$
0	20
1	18
2	15
3	13
4	12
5	10
6	9
7	8
8	7
9 a 10	6
11 a 12	5
13 a 14	4
15 a 17	3
18 a 20	2

Fonte: Senço (2007)

### 3.10 Estimativa de tráfego

#### 3.10.1 Determinação do volume médio diário (VMD)

Para estimar a quantidade de viagens que irão ocorrer dentro do loteamento e, assim, poder fazer uma projeção do tráfego futuro foi feita uma análise comparativa entre três métodos, para que encontrar um valor coerente e o mais próximo possível da realidade.

Primeiramente, tendo a classificação das vias que irão compor o loteamento, definidas no item 3.6.1 deste trabalho, a classificação foi feita com base nas instruções de projeto da Prefeitura de São Paulo, respectivamente IP - 04/2004 e IP - 05/2004.

Essa classificação considera um volume inicial da faixa mais carregada de acordo com o tipo de via existente, e pode ser observada nas figuras 67 e 68.

**Figura 67 - Classificação das vias para tráfego leve e médio**

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETO (ANOS)	VOLUME INICIAL DA FAIXA MAIS CARREGADA		N	N Característico
			VEICULO LEVE	CAMINHÕES E ÔNIBUS		
Via Local	Leve	10	100	4	$2,7 \times 10^4$	$10^5$
			a	a	a	
			400	20	$1,4 \times 10^5$	
Via Local e Coletora	Médio	10	401	21	$1,4 \times 10^5$	$5 \times 10^5$
			a	a	a	
			1500	100	$6,8 \times 10^5$	

Fonte: Prefeitura de São Paulo (2004)

**Figura 68 - Classificação das vias para tráfego meio pesado, pesado, muito pesado e faixa exclusiva de ônibus**

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETOS (ANOS)	VOLUME INICIAL DA FAIXA MAIS CARREGADA		EQUIVALENTE POR VEICULO COMERCIAL	N	N característico
			VEICULO LEVE	CAMINHÕES E ÔNIBUS			
Vias Coletoras e Estruturais	Meio Pesado	10	1.501	101	2.30	$1,4 \times 10^6$	$2 \times 10^6$
			a	a		a	
			5.000	300		$3,1 \times 10^6$	
	Pesado	12	5.001	301	5.90	$1,0 \times 10^7$	$2 \times 10^7$
			a	a		a	
	10.000	1.000	$1,4 \times 10^6$				
Muito Pesado	12	> 10.000	1.001	a	5.90	$3,3 \times 10^7$	$5 \times 10^7$
			a	2.000		$1,4 \times 10^6$	
Faixa Exclusiva de Ônibus	Volume Médio	12	-	< 500	-	$3 \times 10^6$	$10^7$
	Volume Elevado	12	-	> 500	-	$5 \times 10^7$	$5 \times 10^7$

Fonte: Prefeitura de São Paulo (2004)

Para uma segunda análise, foi utilizado o método proposto por Campos (2013). Esse método consiste em identificar qual será o uso do solo para cada parcela dentro da área total do loteamento e, tendo isso, é possível estimar o número T de viagens por dia com base nas taxas de referência apresentadas na figura 69.

**Figura 69 - Taxa de Geração de viagens para diferentes categorias do solo**

Uso do Solo	Taxa
Residencial	2,4
Comercial / Lojas	8,1
Comercial / serviços	5,2
Comercial / atacado	1,2
Industria	1,0
Transportes	4,0
Serviço Público	3,4

(\*) viagens por 1000 m<sup>2</sup>

**Fonte: Campos (2013)**

O processo consistiu em multiplicar a taxa de viagens geradas pela área onde elas ocorrem para cada um dos casos, realizando depois a soma do tráfego de todas as áreas para obter o total.

Por fim, foi verificado se esses valores de tráfego estimados por meio da bibliografia estão de acordo com o que efetivamente ocorre na cidade e local de estudo, para que não se super ou sub dimensione o pavimento.

Assim, o volume médio de diário (VMD) foi estimado da seguinte forma. Considerando a quantidade de lotes que existirão, é possível assumir que exista uma quantidade de carros por lote e que os mesmos fazem uma determinada quantidade de viagens por dia. Além disso, serão considerados veículos como caminhões de coleta de lixo, fretes, ônibus para transporte público e demais automóveis que possam trafegar no local.

Tendo os dados finais de cada método, será escolhido aquele que melhor represente o tráfego existente no local, com base na observação do que já ocorre nos dias atuais para a cidade de Santo Antônio do Sudoeste.

### 3.10.2 Taxa de crescimento do tráfego

Essa taxa foi calculada com base em consulta online de dados fornecidos pelo Ministério da Infraestrutura, a respeito da frota de veículos ao longo dos anos para o município de Santo Antônio do Sudoeste, de acordo com a equação 16 apresentada abaixo.

$$Ano_{final} = Ano_{inicial} \left(1 + \frac{t}{100}\right)^n \quad (16).$$

Onde:

$Ano_{inicial}$  = volume de tráfego no ano inicial

$Ano_{final}$  = volume de tráfego no ano de projeto

t = Taxa de crescimento anual

n = Número de anos de projeto

Tendo isso, é possível estimar qual será o volume de tráfego para o período de projeto escolhido.

### 3.10.3 Período de projeto

O período de projeto foi definido também com base nas instruções de projeto IP - 04/2004 e IP - 05/2004, da Prefeitura de São Paulo, considerando o volume de tráfego obtido em 3.3.1. Os valores de referência foram aqueles apresentados nas figuras 67 e 68.

### 3.10.4 Tráfego para o ano de projeto

Tendo determinado a quantidade de viagens no período atual, o tráfego para o ano de projeto foi calculado de acordo com o proposto por DNIT (2006), nas equações 17 e 18.

$$Vm = \frac{V_1 \left[2 + \frac{(P-1)t}{100}\right]}{2} \quad (17).$$

Onde:

$Vm$  = volume de tráfego num sentido durante o período

$V_1$  = volume médio diário de tráfego

P = período de projeto

t = taxa de crescimento

$$Vt = 365 * P * Vm \quad (18).$$

Onde:

$Vt$  = volume total de tráfego

P = período de projeto

365 = dias decorrentes ao longo de um ano

### **3.11 Dimensionamento do pavimento**

Para realizar o dimensionamento das camadas do pavimento, foi utilizado o método desenvolvido pela Prefeitura Municipal de São Paulo, descrito por Senço (2007). O qual tem finalidade de projetar pavimentos que serão aplicados em vias urbanas.

Tendo determinado os resultados de estudo e caracterização do solo, bem como os resultado para o tráfego existente no local, o processo de dimensionamento se deu da seguinte forma.

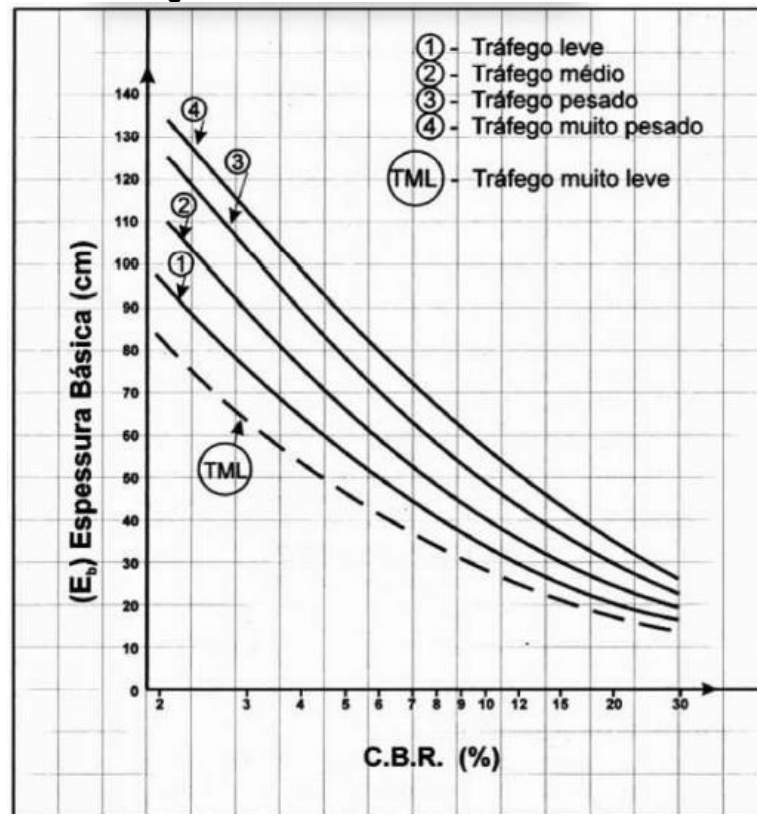
#### **3.11.1 Classificação do tráfego**

Realizada com base nos critérios do manual, onde a divisão é feita com base na quantidade de tráfego de ônibus e caminhões nas vias que estão sendo analisadas. As classificações existentes são tráfego muito leve, leve, médio, pesado e muito pesado.

#### **3.11.2 Determinação da espessura básica do pavimento**

Feita com base no ábaco da figura 70, que apresenta curva de correlação entre a espessura básica necessária e o CBR do solo estudado.

Figura 70 - Ábaco de dimensionamento



Fonte: Senço (2007)

### 3.11.3 Determinação dos coeficientes e equivalência estrutural

Os coeficientes de equivalência estrutural ( $k$ ) para os materiais escolhidos para compor cada camada do pavimento foram determinados com auxílio dos valores presentes na figura 71.



Figura 71 - Valores do coeficiente de equivalência estrutural

Tipo de material	Símbolo	K
Revestimento de concreto asfáltico	CA	2,0
Base de concreto magro	CM	2,0
"Binder"	BI	1,7
Base de solo-cimento	SC	1,4
Revestimento asfáltico de penetração	PI	1,2
Pavimento articulado de concreto	PA	1,2
Base de macadame betuminoso	MB	1,2
Base de macadame hidráulico	MH	1,0
Paralelepípedos	P	1,0
Areia	A	1,0

**Observação:** Pavimentos antigos de paralelepípedos. Quando recapeados com misturas betuminosas, o valor de K poderá variar de 1,2 a 1,8, em função do comportamento, abaulamento e rejuntamento dos paralelepípedos

Extensão para pavimentos tipo E		
Pré-misturado a quente	PMQ	1,8
Bica corrida selecionada	BCS	0,9

Fonte: Senço (2007)

#### 3.11.4 Determinação das espessuras das camadas superiores

Para determinar a espessura das camadas de revestimento e base, foram utilizadas as seguintes equações.

$$E_r = e_R + e_{Bi} \quad (19).$$

Onde:

$E_r$  = espessura real

$e_R$  = espessura do revestimento

$e_{Bi}$  = espessura da base

$$E_q = e_R \cdot K_R + e_{Bi} \cdot K_{Bi} \quad (20).$$

$E_q$  == espessura equivalente

$K_R$  == coeficiente de equivalência estrutural do material do revestimento

$K_{Bi}$  == coeficiente de equivalência estrutural do material da base

### 3.11.5 Determinação da espessura da sub-base

A espessura da sub-base ( $e_s$ ), ou reforço de sub-leito como pode ser chamada também, é determinada pela subtração entre a espessura básica ( $E_b$ ) do pavimento encontrada através do ábaco e a espessura equivalente encontrada para a base e revestimento, como representado na equação 22.

$$e_s = E_b - E_q \quad (22).$$

Tendo encontrado a espessura das camadas e os respectivos materiais que as compõe, foi feito a representação gráfica do pavimento em formato de corte.

## 3.12 Caracterização e descrição da área do estudo para projeto de drenagem de águas pluviais

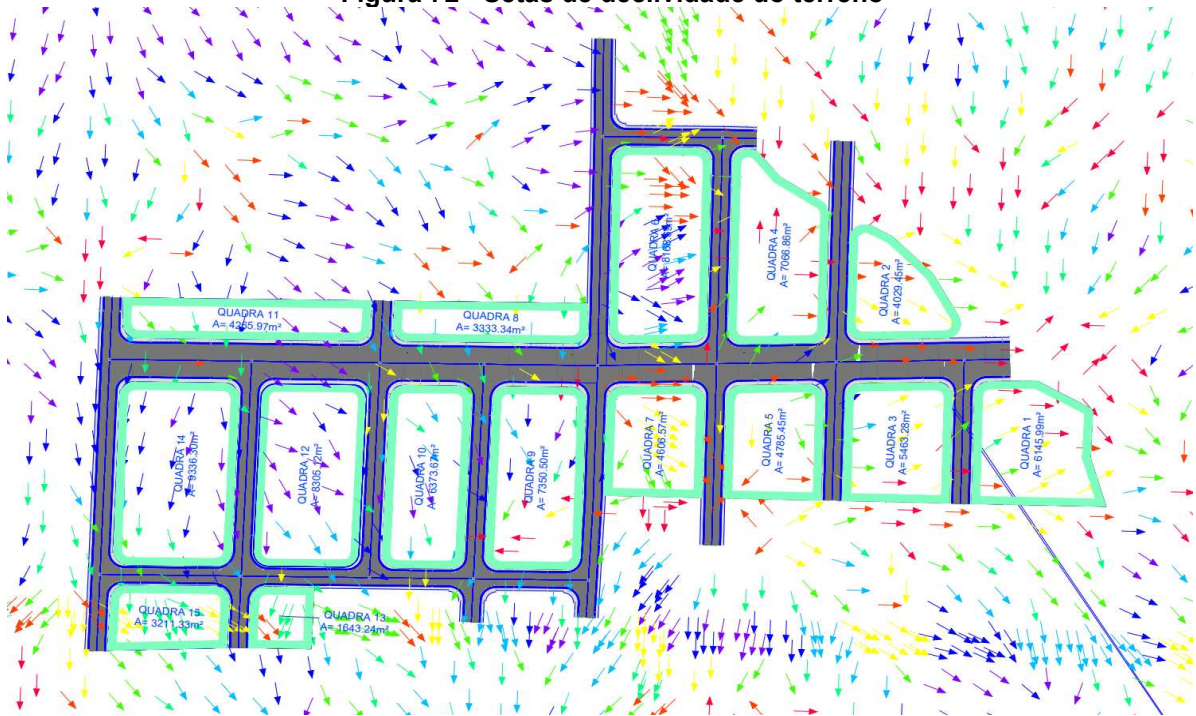
### 3.12.1 Cadastro

Para obter um cadastro dos dados da área de estudo, foi necessária uma visita ao local, para acessar as vias que fazem divisa com ele. Pois elas fazem parte do projeto, sendo assim é necessário dar continuidade ao que já está presente no local. Ainda nessa visita, foi conferida como são feitas as ligações de telefonia e energia elétrica e a localização de elementos do sistema de drenagem pluvial. Além disso, foi verificada se as curvas de nível estavam de acordo com o que acontece na realidade.

### 3.12.2 escoamento superficial

Como o a drenagem pluvial, na maior parte dos casos, utiliza da gravidade para o seu funcionamento, foi necessário definir a direção e o sentido do escoamento das águas do loteamento. Para isso foi utilizado uma ferramenta do *software* AutoCAD Civil 3D, que a partir da curva de nível, cria setas que indicam a direção e o sentido da declividade do terreno, conforme a figura 72.

**Figura 72 - Setas de declividade do terreno**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

A partir dessas setas, foi possível definir a direção do escoamento nas vias, permitindo então a locação dos elementos do sistema de drenagem pluvial, sendo assim a concepção desse sistema.

### 3.13 Concepção do sistema de drenagem

O primeiro passo a ser dado é o esboço, um planejamento de como será o layout, podendo ser considerada a fase mais importante do projeto. Pois é nessa etapa, que serão definidas as linhas básicas do traçado. O fluxograma representado na figura 73 demonstra a concepção do sistema de drenagem.

Basicamente, no mapa topográfico do local, foi encontrado o melhor ponto para o lançamento das águas pluviais. Após isso, foi localizado a posição das bocas de lobo, as caixas de ligação e poços de visitas para acesso e inspeção e, por último, conecta-las pelas galerias e levar até o corpo receptor.

Figura 73 - Fluxograma sobre a concepção do sistema de drenagem



Fonte: Autoria própria (2022)

### 3.13.1 Ponto de lançamento

A escolha do ponto de lançamento é de suma importância. Para tomar essa decisão foi preciso garantir que a transferência dessas águas aconteça de maneira segura, sem causar inundações ou erosão. Levando em conta as estruturas já existentes e corpos d'água disponíveis.

### 3.13.1 Localização das bocas de lobo

As bocas de lobo serão dispostas em ambos os lados da rua, nos pontos baixos das quadras, a montante das esquinas e antes das faixas de pedestres. Já o espaçamento entre as duplas de boca de lobo respeita o que sugere SUDERHSA (2002) com uma distância máxima de 60 m lineares e respeitando também, o padrão encontrado na região próxima ao local de estudo.

### 3.13.2 Localização dos poços de visita

Os poços de visita têm como intuito promover o acesso e a inspeção do sistema de drenagem que está sob o solo. Eles foram locados nas mudanças de direção e declividade e nos cruzamentos de ruas. Já o espaçamento entre os poços de visitas foi dado conforme a necessidade, dando preferência para sua locação nos cruzamentos das ruas.

### 3.13.3 Caixa de ligação

As caixas de ligações foram utilizadas para receber o escoamento vindo principalmente das duplas de bocas de lobo, tanto as próximas aos cruzamentos quanto as intermediárias, que ficam no meio da quadra. Sendo assim, o objetivo de das caixas de ligação é direcionar o escoamento das bocas de lobo para os poços de visita.

### 3.13.4 Galerias

Já as galerias foram posicionadas no eixo das vias públicas, levando em conta as instalações já existentes. Ligando primeiramente as bocas de lobo às caixas de ligação, em seguida aos poços de visitas, posteriormente encaminhando o escoamento recolhido até o ponto de despejo.

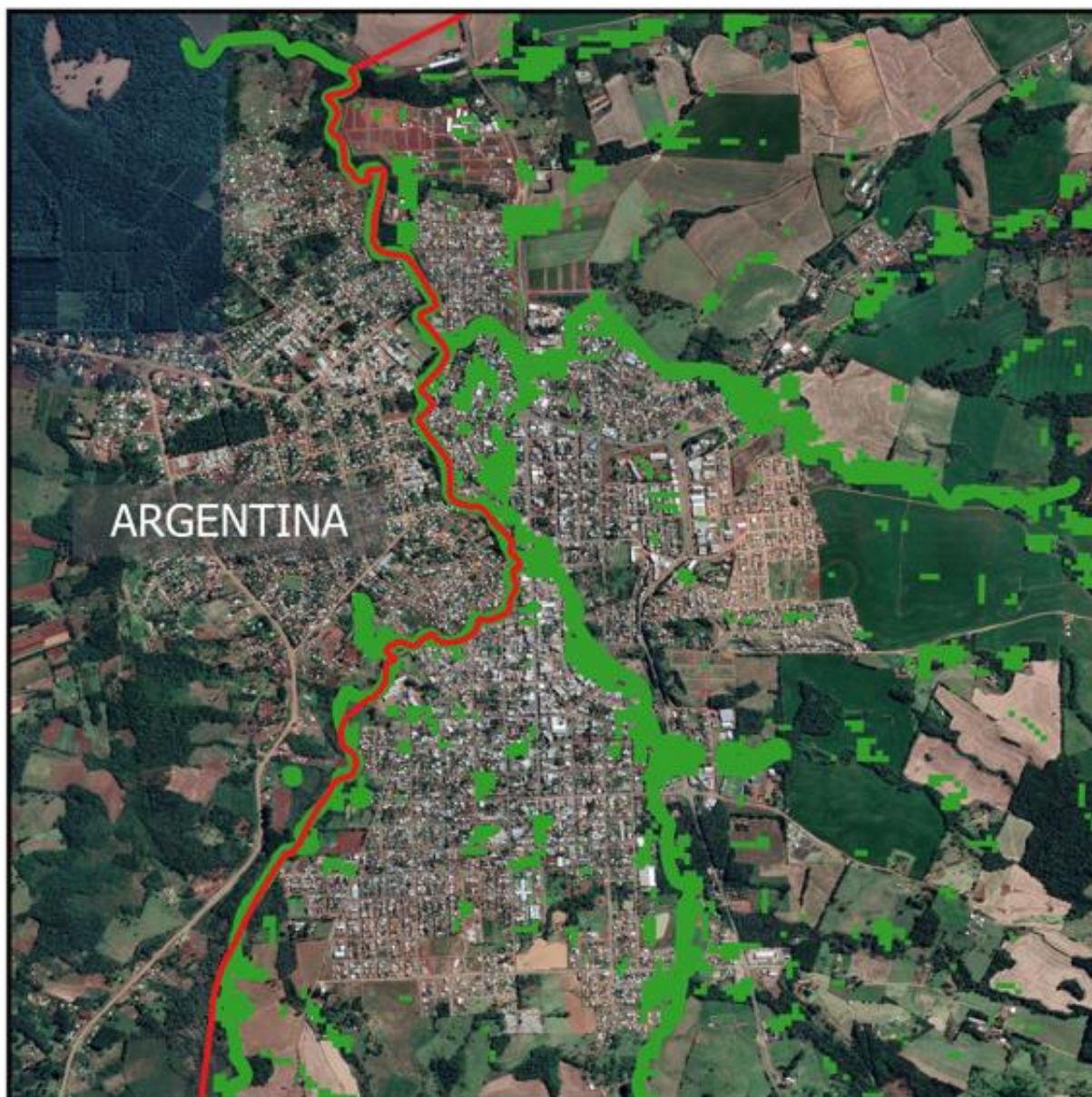
## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para este capítulo, será explicado os tópicos e aspectos considerados para a escolha da área de estudo para realização dos projetos do loteamento. Vale ressaltar que para a elaboração dos projetos do sistema viário, da pavimentação e do estudo do sistema de drenagem, foram respeitadas as normas e legislações ambientais. Sendo assim, o hipotético empreendimento não causará grandes impactos ambientais, tendo como o objetivo principal promover uma boa qualidade de vida aos futuros moradores.

### **4.1 Escolha da área de estudo**

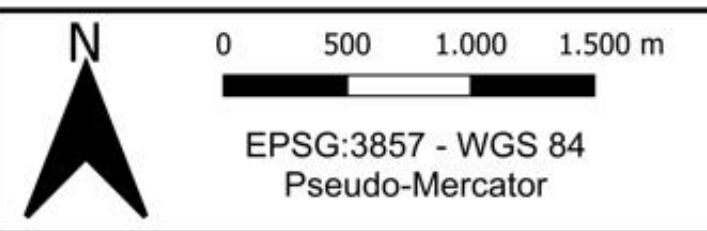
Através da análise dos tópicos de APP's, declividade, proximidade de rodovias (faixa de domínio) e áreas já urbanizadas foi possível gerar os seguintes mapas representados pelas figuras 74, 75, 76 e 77. Com esses mapas é possível identificar as áreas impróprias para a implantação de loteamentos na área urbana municipal.

Figura 74 - Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente na cidade de Santo Antônio do Sudoeste - PR



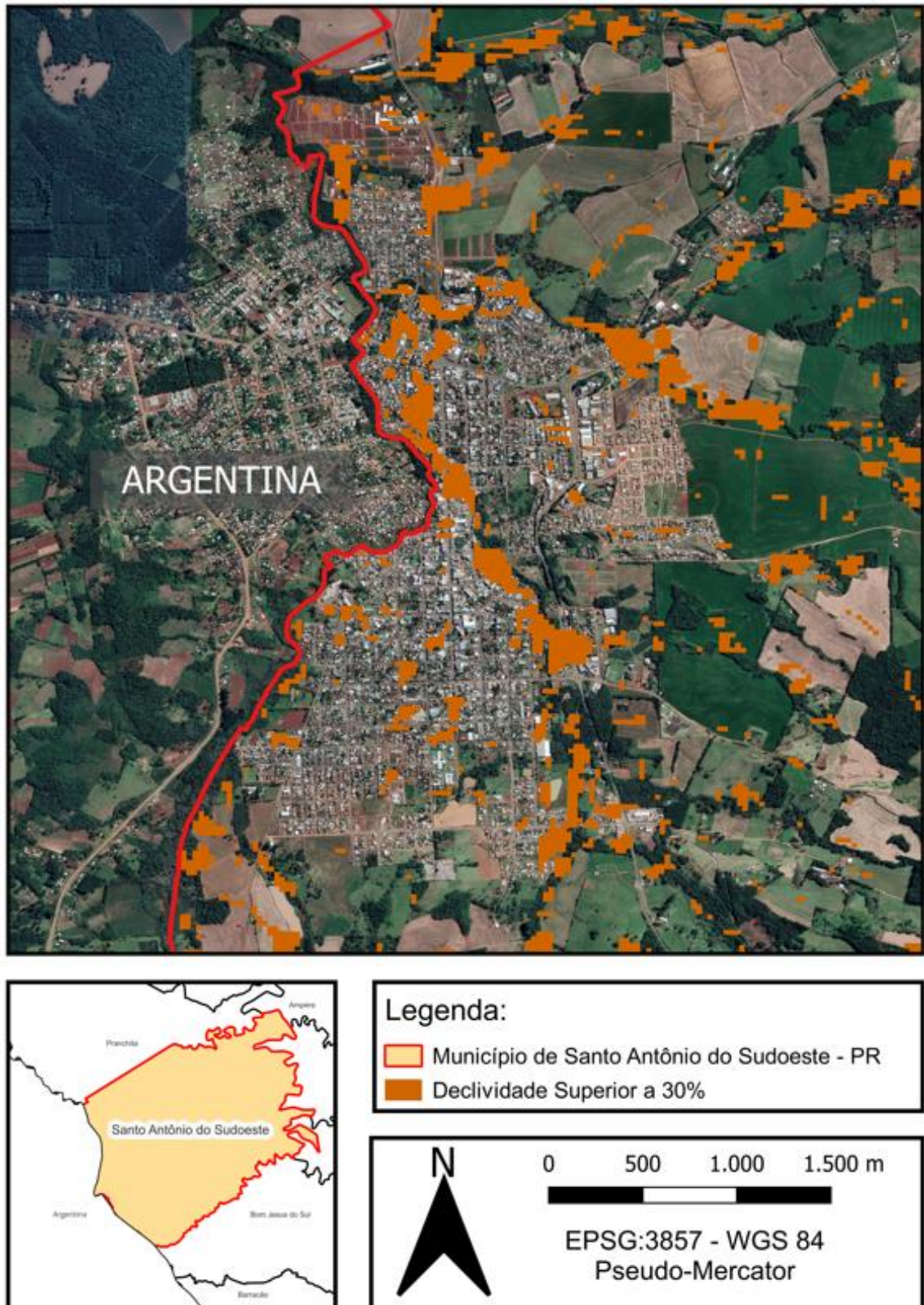
Legenda:

- Área de Preservação Permanente
- Município de Santo Antônio do Sudoeste - PR



Fonte: Autoria própria (2023)

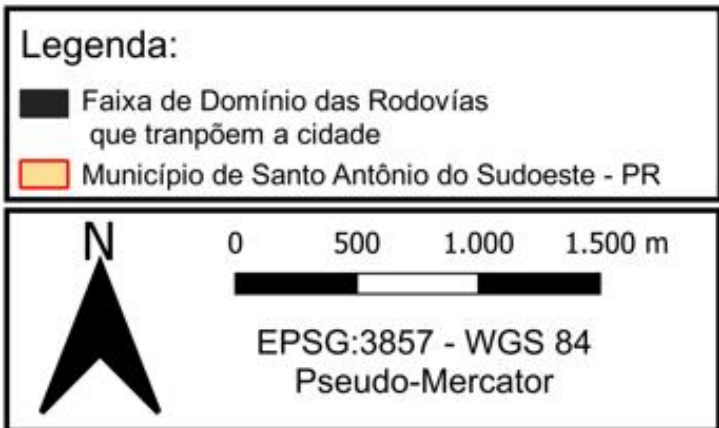
Figura 75 - Mapeamento de áreas com declividade superior a 30% na cidade de Santo Antônio do Sudoeste - PR



Fonte: Autoria própria (2023)

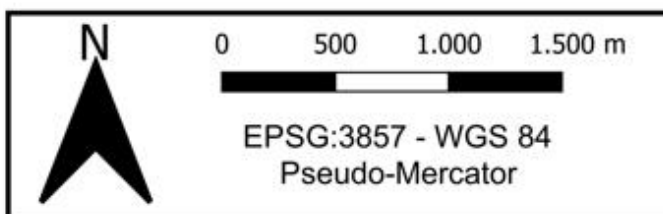
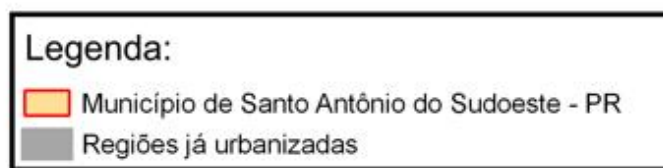


Figura 76 - Mapeamento das faixas de domínio que transpõem a cidade de Santo Antônio do Sudoeste - PR



Fonte: Autoria própria (2023)

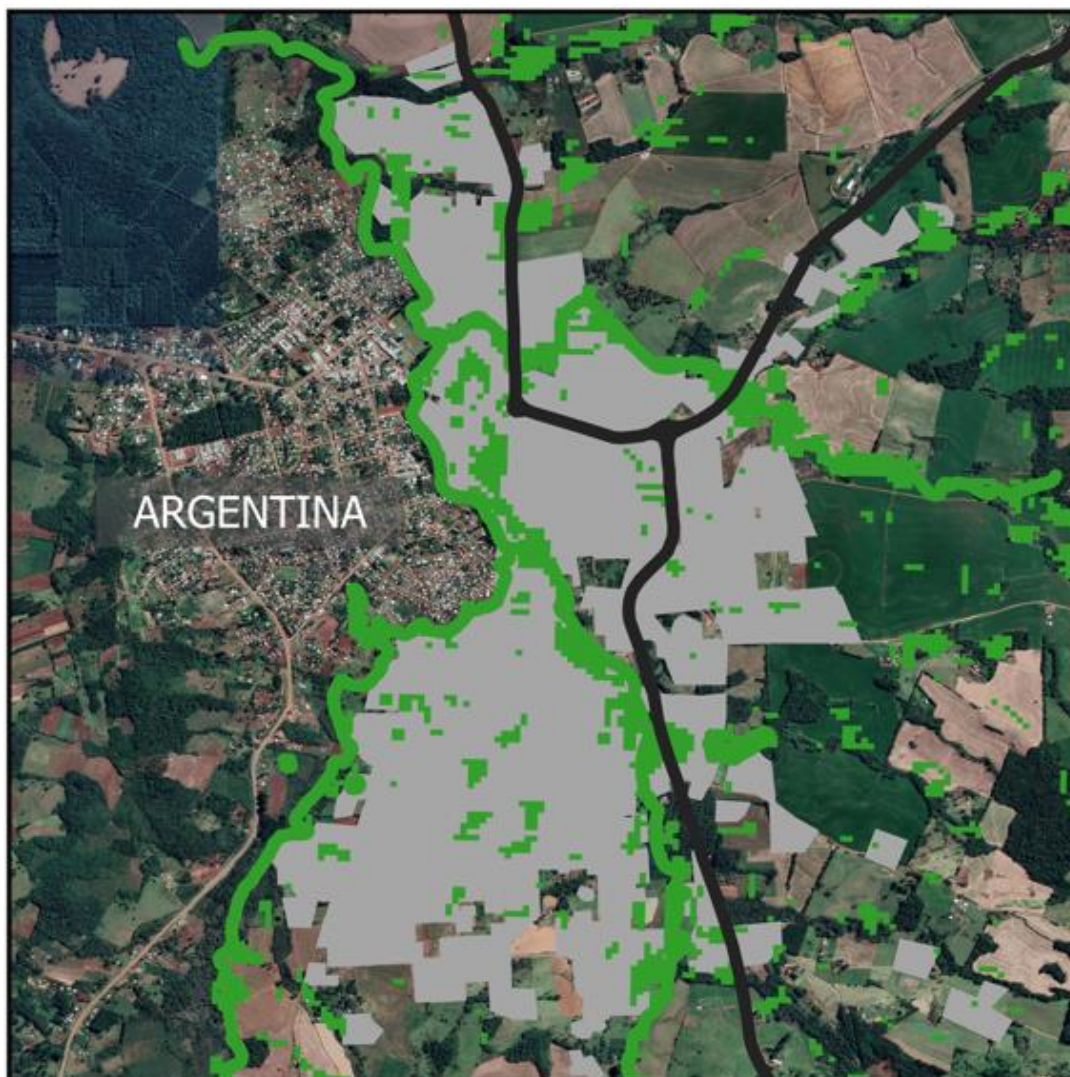
Figura 77 - Mapeamento de áreas já urbanizadas na cidade de Santo Antônio do Sudoeste - PR



Fonte: Autoria própria (2023)

A partir desses mapas, foi gerado um novo mapa unificando as áreas impróprias, conforme figura 78.

Figura 78 - Mapeamento das áreas impróprias para a implantação de loteamento na cidade de Santo Antônio do Sudoeste - R



#### Legenda:

- Faixa de domínio das rodovias que trançam a cidade
- Áreas de Preservação Permanente
- Áreas já urbanizadas
- Município de Santo Antônio do Sudoeste - PR



EPSG:3857 - WGS 84 0 500 1.000 m  
Pseudo-Mercator



Fonte: Autoria própria (2023)

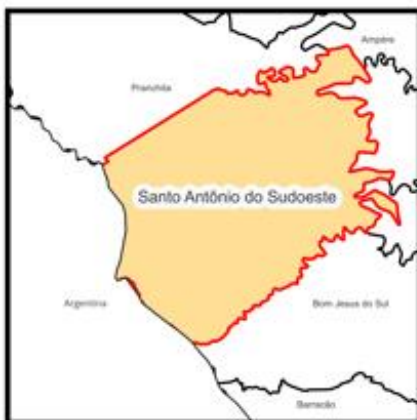
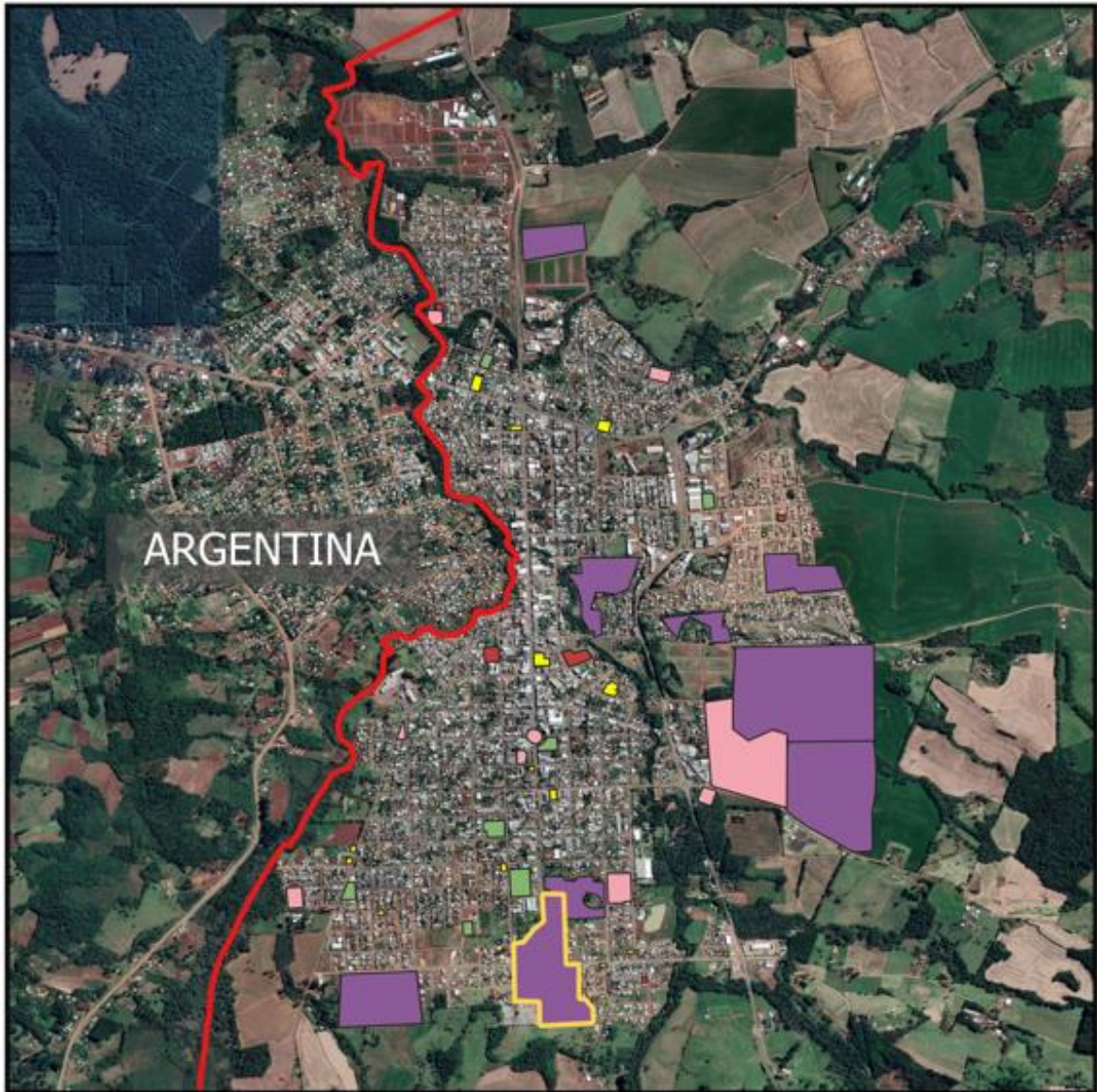
A partir do mapa unificado ficam evidentes as áreas livres para implantar loteamentos. Levando em conta essas áreas, como resultado dessas análises no

mapa representado pela figura 79, foi destacado na cor lilás as áreas propícias para a implantação de loteamentos.

A área escolhida para o hipotético loteamento está destacada com as bordas amarelas, chegou-se a essa escolha pelo fato de a área dar sequência a avenida central, possibilitando o crescimento da cidade. Ademais, a área está localizada próxima as infraestruturas básicas (saúde e educação). Não havendo necessidade de investimentos municipais para realocação dessas infraestruturas para atender os moradores do novo loteamento.

Além disso, a proximidade às áreas de lazer e a mercados, por exemplo, facilita a mobilidade dos moradores do loteamento, pois a boa localização da área escolhida integra com a logística da cidade.

Figura 79 - Mapeamento de áreas já urbanizadas na cidade de Santo Antônio do Sudoeste - PR



**Legenda:**

- Áreas de Lazer
- Mercados
- Saúde
- Educação
- Áreas propícias para Implatação do Loteamento



EPSG:3857 - WGS 84 0 500 1.000 m  
Pseudo-Mercator



Fonte: Autoria própria (2023)

## 4.2 Curva de nível

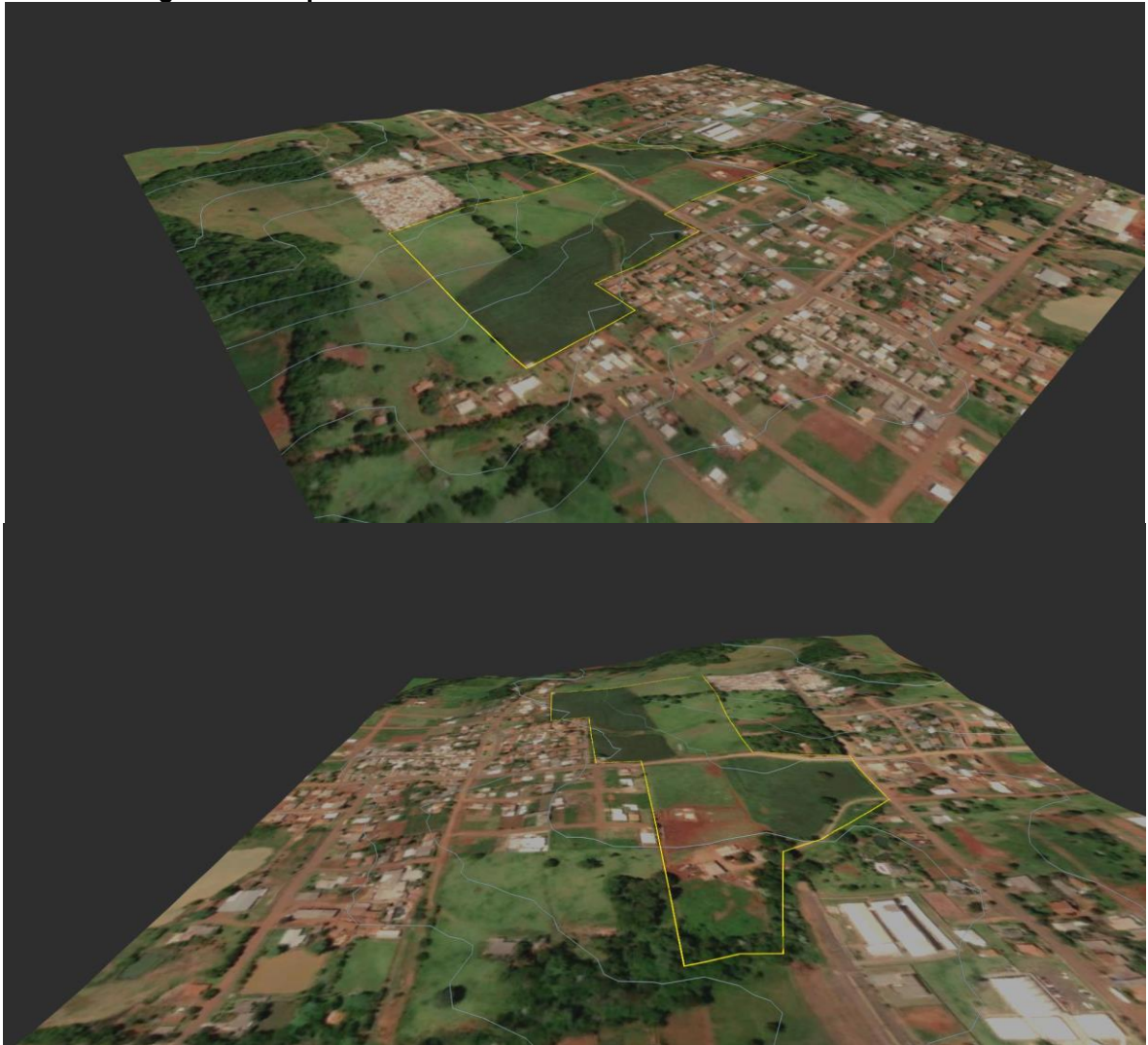
As curvas de nível obtidas com precisão a cada um metro estão representadas na figura 80 juntamente com a área escolhida para estudo. Além disso, na figura 81 está apresentada a superfície do terreno natural tridimensional, junto com os limites da área de estudo obtidas através do *software* Autodesk InfraWorks para melhor entendimento da curvatura do terreno local.

**Figura 80 - Curvas de nível a cada metro na área escolhida para o loteamento**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

**Figura 81 - Superfície natural do loteamento e limites da área de estudo**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

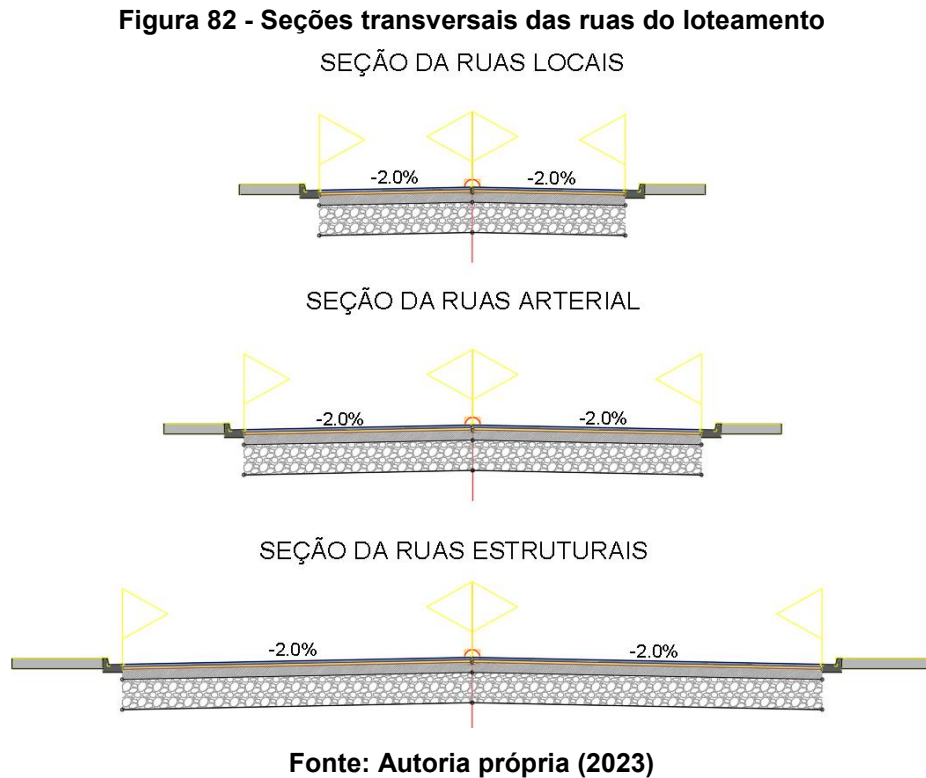
### **4.3 Projeto do traçado do loteamento**

As vias que existem no traçado viário do município, e que dão sequência na área do loteamento terão suas larguras preservadas. Dessa forma, a Avenida Brasil que é uma via Estrutural 01, manterá sua caixa da via de 30 metros, sendo 24 metros de caixa de rolamento e 3 metros de passeio para cada extremidade.

Ainda, a Avenida Iguazu se apresenta como Arterial 01 e, portanto, sua caixa da via terá 20 metros, com 16 metros de caixa de rolamento e 2 metros de passeio para cada lado. Já as demais vias do loteamento foram caracterizadas como vias locais com 15 metros de caixa da via, sendo 11 metros de caixa de rolamento e



2 metros de passeio para cada lado. A figura 82 representa as seções transversais de cada uma dessas classificações.



Sendo assim, as vias do loteamento foram traçadas pensando já na formação das quadras, a figura 83 representa um esboço do traçado viário, projetado através do *software* AutoCAD Civil 3D, tendo ao fundo o mapa satélite do Microsoft Bing. Sabendo que a área total escolhida apresenta cerca de 130.832,35 m<sup>2</sup> e que 47.233,27 m<sup>2</sup> pertence ao sistema viário, tem-se que o mesmo representa 36,10% do loteamento em questão.

**Figura 83 - Esboço do sistema viário do loteamento**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

Para definir o traçado longitudinal das vias, foi necessário começar pelo greide da Avenida Brasil e da Avenida Iguaçu, os quais serviram como referência para as demais vias. Em virtude de todas as vias confrontarem com a Avenida Brasil ou com a Avenida Iguaçu. Os greides dessas ruas estão no ANEXO A, onde em verde é a situação do perfil longitudinal natural do terreno e em rosa é o perfil da superfície viária.

Tendo o sistema viário do loteamento definido, obteve-se a área líquida loteável, demonstrada na figura 84.

**Figura 84 - Área líquida loteável**

	m <sup>2</sup>	ha	(%) do loteamento)
Área total do loteamento	130.832,35	13,08	-
Área total do sistema viário	47.233,27	4,72	36%
Área líquida loteável	83.599,09	8,36	63,90%

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Com a área líquida loteável é possível analisar a definição das quadras do loteamento. No projeto em questão, pode-se analisar no ANEXO B a existência de quadras com ruas adjacentes em todas as laterais e também quadras que se unem a outras já existentes. No ANEXO C estão apresentadas as áreas das 15 quadras formadas no loteamento.

Antes de iniciar as distribuições dos lotes, sabe-se que pelo menos 10% da área líquida loteável, ou seja, 8.374,10 m<sup>2</sup> deve ser destinada para reservas legais. Para isso, os locais determinados para este fim foram locais que circundam o olho d'água e o córrego, os quais limitam a área de estudo, respeitando os 30 metros determinados pelas APP's. Além disso, outra área de reserva adotada foi nas proximidades do cemitério que também confronta com os limites da área de estudo, com o intuito de amenizar a ligação entre o cemitério e os lotes residenciais.

Sendo assim, a figura 85 demonstra a área de reserva legal e sua porcentagem com relação a área total. Pode-se observar no ANEXO D a localização dessas áreas representadas na cor verde.

**Figura 85 - Área Verde do loteamento**

	m <sup>2</sup>	ha	(%) do loteável
Área líquida loteável	83.599,09	8,36	-
Área verde	8.781,41	0,88	11%

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Com a porcentagem de 36,1% de área destinada ao sistema viário do loteamento, tem-se que o loteamento já estaria de acordo com o exigido pela prefeitura de 20% de áreas públicas. No entanto, com o objetivo de agregar na qualidade de vida dos moradores, foi destinada uma área de uso comum próximo as áreas verdes e de local de fácil acesso, no ANEXO D estas áreas estão representadas em laranja.

As áreas que sobraram foram divididas em lotes, como a área escolhida encontra-se na Zona Residencial Tipo III apresenta como critério para os lotes testada mínima de 10 metros e área mínima de 120 m<sup>2</sup>. No ANEXO D encontra-se o projeto do loteamento contendo os números dos lotes, especificações de áreas, testada, fundo e a posição conforme o azimute. Ainda, no ANEXO C encontra-se uma tabela resumo com os a área e o perímetro de cada lote em suas respectivas quadras.

Por fim, com o objetivo de detalhar cada lote, o ANEXO E apresenta-se como um memorial descritivo, detalhando as posições dos lotes residenciais com relação as coordenadas geográficas.

#### 4.4 Índice de suporte do solo

Tendo executado os ensaios laboratoriais descritos no item 3.8, na sequência são apresentados os resultados obtidos para cada um deles.

##### 4.4.1 Análise granulométrica por peneiramento

Analisando a amostra se solo seca e destorroada foi possível verificar que as partículas apresentaram dimensão menor do que 5mm, dessa forma, foi tomado uma quantidade de 1,0kg para fazer a análise granulométrica. Tal escolha se justificou com base na figura 86, extraída da NBR 6457 (ABNT, 2016).

**Figura 86 – Quantidade de amostra para análise granulométrica**

Dimensões dos órgãos maiores contidos na amostra, determinadas por observação visual	Quantidade mínima a tomar
mm	kg
< 5	1
5 a 25	4
> 25	8

NOTA 1 O material assim obtido constitui a amostra a ser ensaiada.  
 NOTA 2 O valor da massa específica dos grãos, a ser utilizado no cálculo de análise granulométrica por sedimentação, é determinado a partir de cerca de 500 g de material passado na peneira de 2,0 mm.

**Fonte: ABNT (2016)**

Na etapa de peneiramento, verificou-se que a amostra passou integralmente na peneira de nº10 (2,00m). Tendo isso, foi separada uma quantidade de 120g de material para realização do peneiramento fino, sendo representadas na figura 87 abaixo as quantidades retidas ou passantes em cada uma das peneiras.

**Figura 87 - Material retido em cada peneira**

PENEIRA		PESO DE MATERIAL RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA
N°	ABERTURA			
10	2,00mm	0	0	0
16	1,2mm	2,8	2,33	2,33
30	0,6mm	11,53	9,61	11,94
40	0,42mm	15,76	13,13	25,08
60	0,25mm	21,83	18,19	43,27
100	0,15mm	15,54	12,95	56,22
200	0,075mm	8,81	7,34	63,56
200	passante 0,075mm	43,73	36,44	

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Nos dados apresentados acima, nota-se que não foi realizada correção da massa de 120g em função da umidade, como determina a norma. Foi possível descartar essa etapa devido ao fato de que o material estava seco em estufa, portanto, não apresentava teor de umidade significativo para que fosse feita a correção. De forma que as 120g representavam apenas massa de solo, sem presença de água.

Tendo isso, já pode-se inferir que o material predominante no solo de acordo com a classificação adotada pela AASHTO, apresentada na figura 54, é o solo siltoso. Antes de verificar a qual grupo o solo pertence, são apresentados os resultados para ensaios de limite de liquidez e índice de plasticidade, bem como o índice de grupo, já que a determinação depende desses dados.

#### 4.4.2 Limite de Liquidez

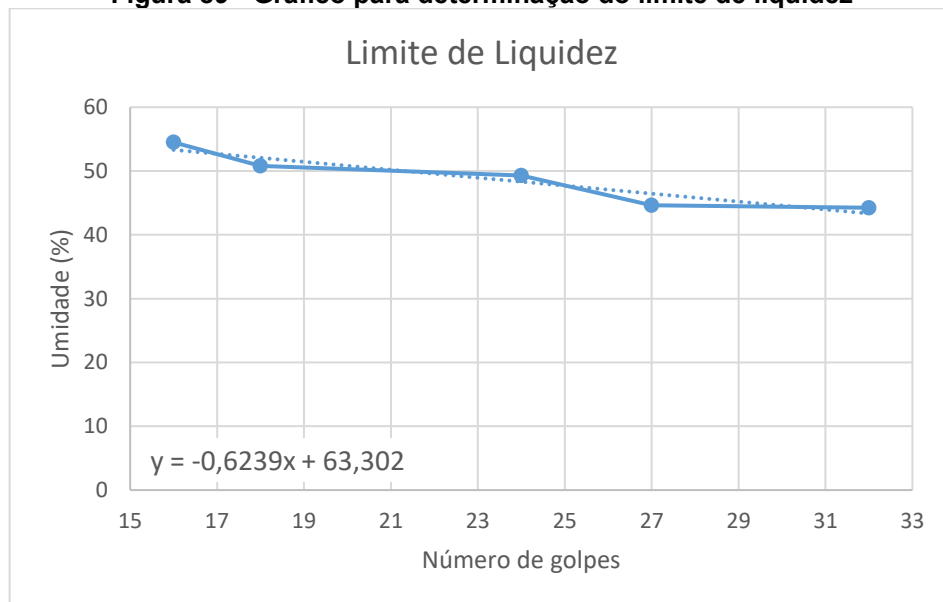
Os dados de número de golpes relativos a cada umidade real encontrada, estão apresentados na figura 88.

**Figura 88 - Resultados Limite de Liquidez**

N° de golpes	Umidade (%)
16	55
18	51
24	49
27	45
32	44

Fonte: Autoria própria (2023)

Tendo isso, esses resultados foram organizados em um gráfico, conforme apresentado na figura 89.

**Figura 89 - Gráfico para determinação do limite de liquidez**

Fonte: Autoria própria (2023)

Tendo isso, utilizando a equação aproximada da reta decrescente formada pela união dos pontos, estimada com auxílio do software Microsoft Excel, foi possível determinar o limite de liquidez. A correlação resultou ser necessário uma umidade de 47% para que com um total de 25 golpes, seja possível para fechar a ranhura aberta na amostra com o cinzel.

#### 4.4.3 Limite de plasticidade

Na figura 90, estão dispostos os resultados para as umidades correspondentes ao ponto de fratura de cada amostra ensaiada.

**Figura 90 - Umidade real das amostras no limite de plasticidade**

	Umidade (%)
Amostra 1	42
Amostra 2	38
Amostra 3	40
Amostra 4	37
Amostra 5	41
Amostra 6	44
Média	40

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Dessa maneira, é visto que o limite de plasticidade do solo em questão apresenta-se a uma umidade de 40%. Tendo essa informação, o índice de plasticidade encontrado através da subtração do limite de liquidez pelo limite de plasticidade, resulta em 7.

#### 4.4.4 Índice de grupo

Tomando-se os resultados obtidos para limite de liquidez, índice de plasticidade e porcentagem de material passante na peneira de nº200, o índice de grupo foi calculado conforme descrito na equação 14. O resultado foi de um IG igual a 9,725, ou seja, 10.

#### 4.4.5 Classificação do solo

Tendo o que foi exposto nos itens anteriores, a respeito das características físicas do solo determinadas através de ensaios laboratoriais, o solo pode ser classificado como A-5, de acordo com classificação HRB apresentada na figura 54.

Dessa forma, o solo em questão apresenta em sua composição mais de 35% de material passante na peneira nº200, material predominante sendo solo siltoso e comportamento geral do subleito de fraco a pobre.

#### 4.4.6 CBR – Índice de suporte Califórnia

Como resultado desse ensaio, a figura 91 apresenta os diferentes valores de massa específica aparente seca resultantes da compactação do solo em valores diferentes de umidade.

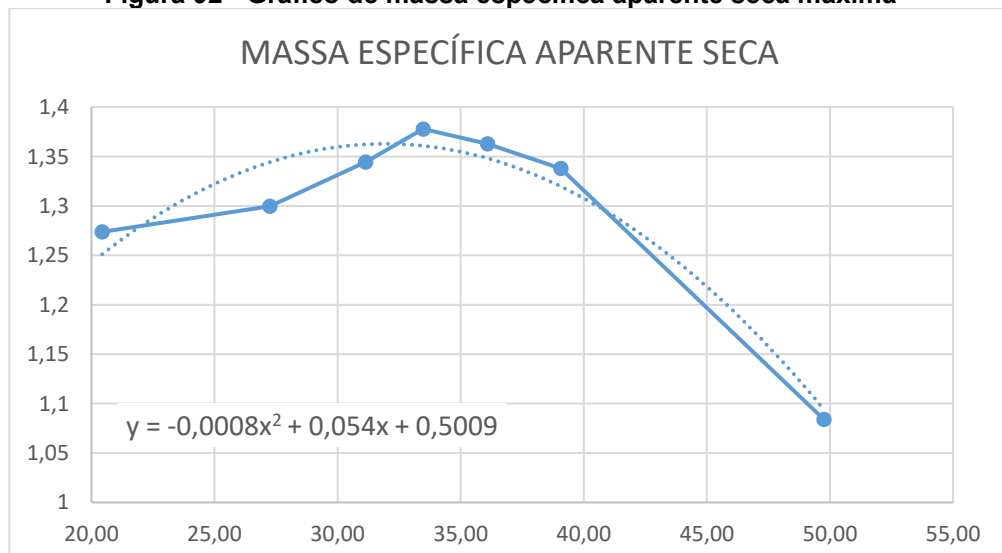
**Figura 91 - Valores de massa específica aparente seca**

Umidades (%)	Massa Específica Aparente Seca (g/cm <sup>3</sup> )
20	1,27
27	1,30
31	1,34
33	1,38
36	1,36
39	1,34
50	1,08

Fonte: Autoria própria (2023)

A partir da curva de compactação obtida com auxílio do *software* Microsoft Excel, apresentada na figura 92, é possível verificar a umidade ótima para o solo do local de estudo. O ponto de inflexão da curva apresenta no eixo das ordenadas o valor da massa específica aparente seca máxima, que resulta da compactação do solo na umidade ótima apresentada no eixo das abcissas.

**Figura 92 - Gráfico de massa específica aparente seca máxima**

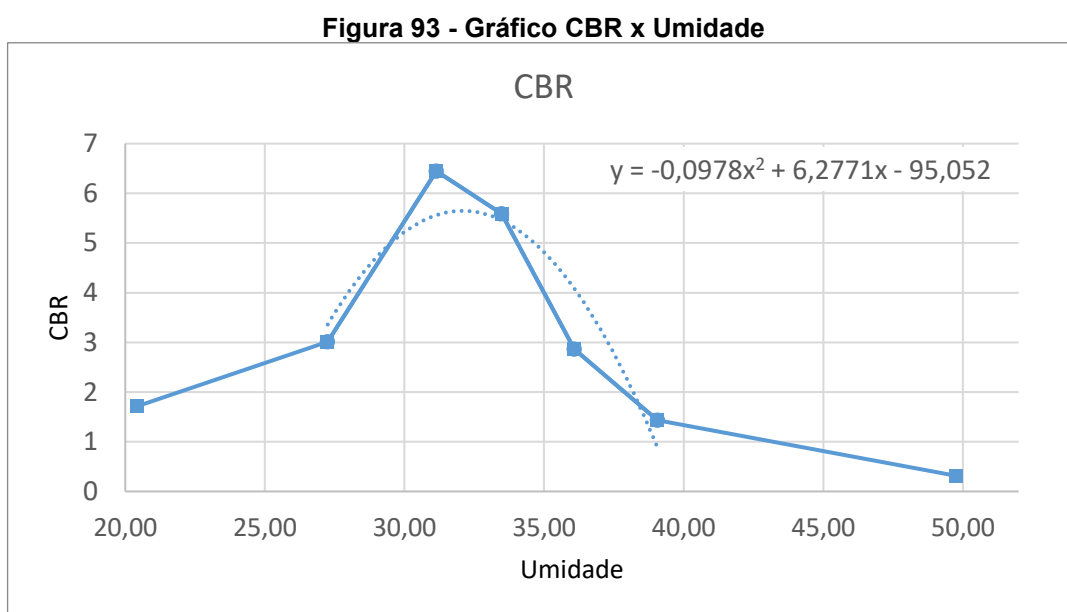




Fonte: Autoria própria (2023)

Tendo como base a equação aproximada da curva de compactação apresentada no gráfico, os resultados para umidade ótima e massa específica aparente seca máxima são respectivamente de 34% e 1,41g/cm<sup>3</sup>.

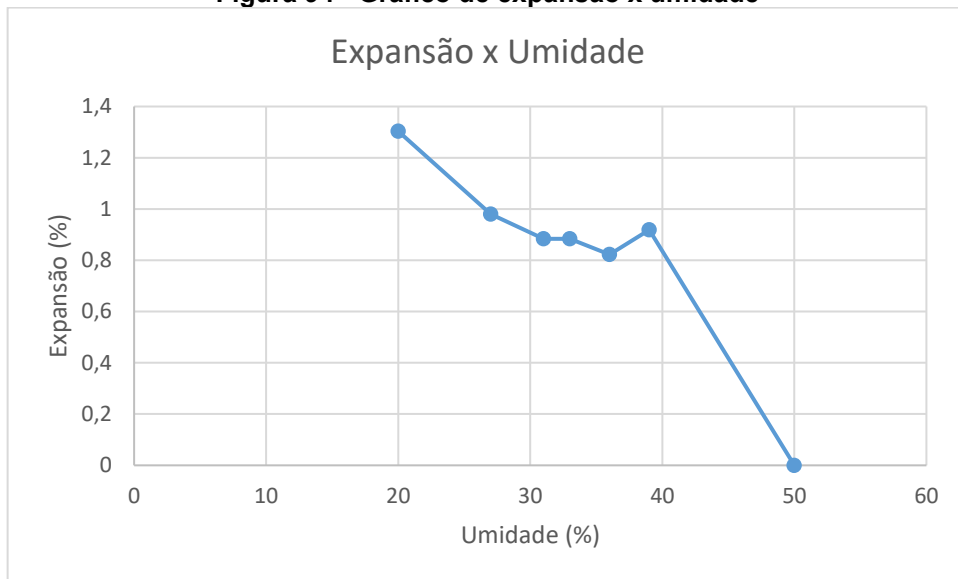
Os valores encontrados para o CBR, de acordo com os respectivos teores de umidade no qual a amostra foi compactada, estão apresentados na figura 93.



Analisando conjuntamente os dois gráficos apresentados anteriormente, infere-se que, para uma massa específica aparente seca de 1,41 g/cm<sup>3</sup>, que corresponde a umidade ótima de 34%, o solo apresenta um CBR de 5,31.

#### 4.4.7 Expansão

Os resultados obtidos para a expansão dos corpos de prova quando imersos estão apresentados na figura 94. O gráfico apresenta uma expansão em porcentagem com relação a altura inicial do corpo de prova quando moldado.

**Figura 94 - Gráfico de expansão x umidade**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

#### 4.4.8 Índice de suporte

Para concluir o tópico a respeito da determinação da resistência do subleito, tem-se o resultado do índice de suporte do solo, determinado a partir da equação 15 e da correlação entre o IG e  $IS_{IG}$ , de acordo com a figura 66.

O cálculo resultou em um índice de suporte igual a 5,7. Esse valor encontrado representa a resistência do solo no local de estudo, sendo, portanto, utilizado para realizar o dimensionamento da estrutura do pavimento.

## 4.5 Estimativa de tráfego

### 4.5.1 Volume Médio Diário – VMD

Levando em consideração o apresentado no item 4.3 a respeito do projeto viário do loteamento, as vias podem ser classificadas como, locais, arteriais e coletoras. Dessa forma, seriam previstas duas configurações de pavimento, uma para atender as solicitações de tráfego das vias locais e outra que suporte o tráfego apresentado para as vias estruturais.

De acordo com a Instrução de projeto da Prefeitura de São Paulo que traz a figura 67, para vias locais é previsto um tráfego leve, com N (número de repetições de eixo padrão) previsto entre  $2,7 \times 10^4$  e  $1,4 \times 10^5$ , para a fase inicial da faixa mais carregada, sendo de 10 anos a vida de projeto.

Outro ponto de vista contemplado no estudo, foi o de (Campos, 2013), fazendo o cálculo proposto no item 3.9.1, com base nos dados da figura 69, foi possível determinar um número de 314 viagens por dia, para a área de  $130.832,65 \text{ m}^2$  do loteamento, tendo que toda essa área se classifica como residencial. É possível observar que esse valor se encaixa no intervalo de quantidade de veículos leves na faixa mais carregada para o início de projeto apresentado na figura 67.

Já para as vias estruturais, uma maneira que pode ser utilizada para estimar a quantidade de viagens por dia, é o cálculo de que para cada lote existente, serão realizadas 4 viagens de carro por dia, considerando que todos os lotes estejam sendo ocupados por moradores que possuem carro, e que todos trafeguem pela via para ter acesso a residência.

Dessa maneira, foi encontrado um número de 880 viagens de veículos leves por dia sob a via. Isso torna possível classificá-la como via estrutural com previsão de tráfego meio pesado, sendo a classificação com menos número de veículos para esse tipo de via, segundo a figura 68. Para tal, também é possível verificar que o N dessa via possui valor na dimensão de  $1,4 \times 10^6$  a  $3,1 \times 10^6$  repetições de eixo padrão, e a vida de projeto considerada é de 10 anos.

#### 4.5.2 Taxa de crescimento

A taxa de crescimento foi calculada levando em consideração o a frota de veículos existentes em setembro de 2013 na cidade de Santo Antônio do Sudoeste, apresentando 9344 veículos, sabendo que esse número evoluiu para 13944 veículos em 2022. Essas quantidades citadas representam o total de veículos presentes no município para cada ano.

Tendo esses dados e sabendo que a existe uma diferença de 9 anos entre eles, com auxílio da equação 16, a taxa de crescimento apresentou valor de 4,5% a.a.

#### 4.5.3 Período de projeto

A determinação do período de projeto foi feita com base nas figuras 67 e 68, sendo de 10 anos para as vias locais e também de 10 anos para as vias estruturais.

#### 4.5.4 Tráfego para o ano de projeto

Fazendo-se o cálculo conforme a equação 17, o volume de tráfego para o ano de projeto para as vias locais, considerando um VMD de 314 veículos na faixa mais movimentada resultou em 377 veículos, já para as vias estruturais o resultado foi de 1058 veículos. O que permitiu manter as mesmas considerações de tráfego feitas no item 4.2.1.

### 4.6 Dimensionamento do pavimento

O dimensionamento da estrutura do pavimento seguiu de acordo com o descrito por Senço (2007), na sequencia estão apresentados os resultados obtidos para cada uma das etapas do dimensionamento.

#### 4.6.1 Tráfego

Para o tráfego, levando em consideração o obtido em 4.5, ficou definido que para as vias locais ele se caracteriza como trafego leve (TL), já para as vias estruturais de acordo com a quantidade de passagem de veículos ele se apresenta como tráfego médio (TM).

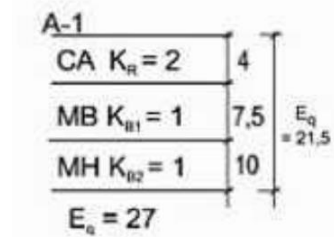
#### 4.6.2 Espessura básica do pavimento

Com base na figura 70, sendo o índice de suporte do solo igual a 5,7 e o tráfego como determinado anteriormente, verificou-se que a espessura básica do pavimento para as vias locais é de 51cm e para as vias estruturais é de 60 cm.

### 4.6.3 Camadas do pavimento

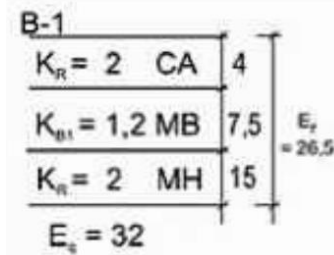
Tendo escolhido como revestimento para o pavimento o concreto asfáltico, as camadas dos pavimentos com os materiais a serem empregados na sua execução, para as vias locais e vias estruturais estão representados respectivamente nas figuras 95 e 96.

**Figura 95 - Camadas do pavimento para vias locais**



Fonte: Senço (2007)

**Figura 96 - Camadas do pavimento para vias estruturais**



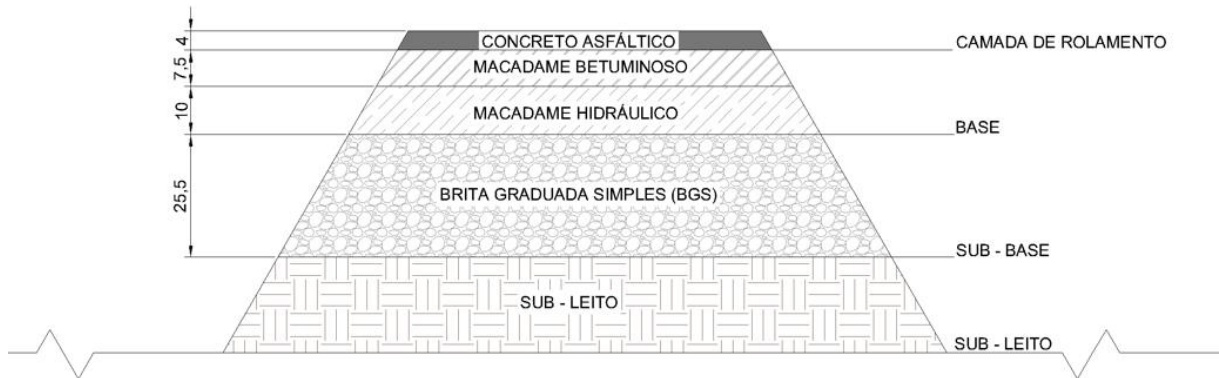
Fonte: Senço (2007)

Sendo as siglas dos materiais correspondentes a CA – concreto asfáltico, MB – macadame betuminoso e MH – macadame hidráulico.

Tendo isso, chegou-se em um resultado de 25,5cm de espessura equivalente para as vias locais, o que implica em uma camada de sub-base de 25,5cm executada em material granular. Já para as vias estruturais a espessura equivalente encontrada foi de 47cm, o que implica em uma camada de sub-base granular de 13cm.

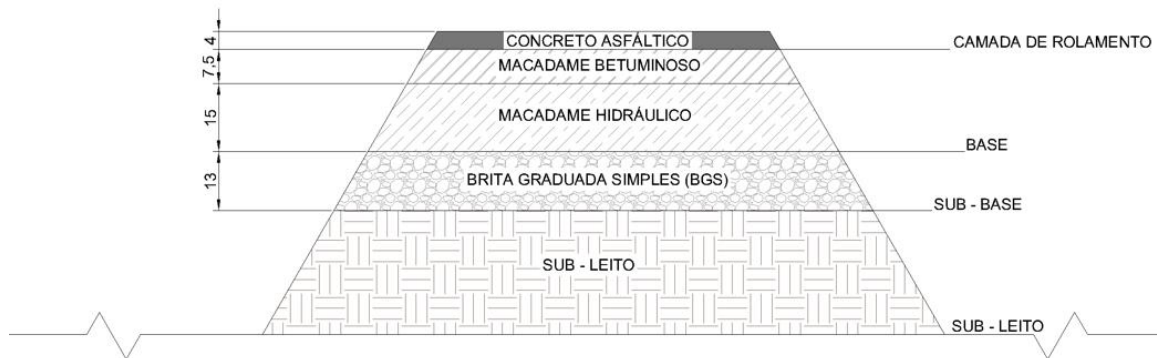
A representação gráfica dos cortes para cada um dos pavimentos está mostrada abaixo nas figuras 97 e 98.

**Figura 97 – Seção transversal da estrutura do pavimento das vias locais**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

**Figura 98 - Seção transversal da estrutura do pavimento das vias estruturais**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

## 4.7 Estudo da drenagem de águas pluviais

### 4.7.1 Caracterização e descrição da área de estudo

No local foi identificado, além do córrego nos limites do loteamento, que não há instalações de sistemas de águas pluviais que possam ser aproveitados para o despejo. Além disso, da comparação do resultado das curvas de nível com a gerada pelo *software* teve-se um excelente resultado, com uma representação muito fiel com o que era visto em campo.

#### 4.7.2 Escoamento superficial

No estudo do escoamento das águas superficiais, a indicação do sentido e direção do escoamento superficial ficou descrito conforme a figura 99.

**Figura 99 - Indicação da direção e sentido do escoamento superficial**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

#### 4.7.3 Traçado do sistema de drenagem de águas pluviais

Com base no resultado das direções e sentidos do escoamento superficial do loteamento, foi feita a locação dos elementos do sistema de drenagem juntamente com o traçado das galerias conforme o ANEXO F e definição do ponto de despejo.

O ponto de despejo foi inserido nos limites da área de estudo, onde encontra-se um córrego, que também ser visto no ANEXO F. Em virtude de estar num local mais baixo que toda área loteada, além de estar no sentido do escoamento do superficial. Sendo assim, a escolha desse ponto é favorável para o todo sistema.

Com isso, foi possível chegar a quantidade de bocas de lobo, caixa de ligação, galerias e poços de visitas proposto para o sistema de drenagem urbana do loteamento, representados na figura 100.

**Figura 100 - Elementos do sistema de drenagem**

Elementos do Sistema de Drenagem		Qtde
Poços de Visita	unid	18
Boca de Lobo	unid	94
Caixa de Ligação	unid	47
Galeria	metros	3702,9

**Fonte: Autoria própria (2023)**



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do trabalho desenvolvido, sobre as áreas propícias para implantação de loteamentos na cidade de Santo Antônio do Sudoeste, a partir dos dados levantados, foi possível determinar os locais que são possíveis de se implantar loteamentos. Por intermédio da exclusão de áreas inadequadas por fatores de uso e ocupação do solo. Sendo assim, evidenciando as áreas disponíveis para lotear.

A seleção da área de estudo foi julgada de acordo com quesitos de viabilidade mercadológica e técnica. Nesses quesitos, foram avaliados principalmente as proximidades com estruturas básicas, como saúde e educação, que torna o projeto praticável perante ao município, que não precisará investir na realocação de infraestruturas para atender o loteamento. Além de outros pontos como mercados e áreas de lazer, que também são considerados no momento de se adquirir um imóvel. Dessa forma, fica claro que uma análise macro da situação da implantação do loteamento garante longevidade maior para o empreendimento.

A partir da área de estudo definida, a elaboração do projeto urbanístico teve como alicerce o encaixe do loteamento no arranjo preexistente nas proximidades. O que teve continuidade na manutenção das caixas viárias dos arruamentos que se projetam para dentro do loteamento. Desse modo, infere-se que o loteamento se integra com as regiões circunvizinhas.

Do mesmo, o encaixe do sistema viário com o terreno do local é de suma importância. O planejamento do greide das vias possibilita economia e praticidade no momento da execução dessa etapa, evitando cortes ou aterros exacerbados, e que nas necessidades desses, o corte seja compensado com o aterro, e vice-versa. Ademais, nas vias paralelas, buscou-se manter um padrão nos desníveis preservando o alinhamento das quadras, se baseando nos perfis longitudinais das ruas principais que cortam o loteamento. Observado o exposto, o alinhamento longitudinal das vias se deve ao acompanhamento do terreno e aos principais acessos ao empreendimento.

Conforme a legislação municipal os novos loteamentos devem dispor da sua área total, em forma de doação pública, ao menos 25%. Além disso, 10% da área líquida loteada deve ser reservada para áreas verdes. Assim sendo, foi reservado para doação pública, contando com o sistema viário e áreas de uso comum, 48.145,08 m<sup>2</sup>,

o que representa 36,7% do loteamento. Já para as áreas verdes, 8781,41m<sup>2</sup> o que representa 10,50% da área líquida loteável. Logo, o empreendimento está de acordo com a legislação vigente.

Tendo em vista a área de estudo determinada, o primeiro passo para elaborar o projeto de pavimentação foi a coleta de amostras do solo existente no local, a fim de fazer sua caracterização e determinação de suas propriedades. A partir da realização de ensaios normatizados, foi possível determinar a resistência do solo, expressa por meio do índice de suporte.

Sabendo-se como o solo resiste frente à atuação do carregamento, foi pressuposto o tráfego existente na região para o período de projeto encontrado. Essa estimativa baseou-se em referências bibliográficas sobre o assunto e no conhecimento do fluxo de veículos que ocorre no município.

Haja visto essas colocações, as espessuras das camadas do pavimento foram dimensionadas buscando atender às solicitações de carga durante o período de projeto, de forma que o pavimento apresente boas condições durante sua vida útil.

Sobre o estudo do sistema de drenagem de águas pluviais, foi analisado o perfil do terreno em que a área de estudo se encontra, definindo a tendência do escoamento dessa região. Com o sistema viário definido, foi possível locar os pontos de recolhimento desse escoamento, podendo assim definir os demais elementos desse sistema, assim como o ponto de despejo. À vista disso, estimasse que se o empreendimento contemplar, 94 bocas de lobo, 47 caixas de ligação, 18 poços de visita e aproximadamente 3700m de galerias, ele possa garantir bom funcionamento do sistema de drenagem pluvial.

Como todo trabalho na engenharia apresenta desafios, esse não foi diferente. Começando pelo atípico formato de Trabalho de Conclusão de Curso em trio, que gerava disparidade de horários entre os integrantes. Que conciliavam além das tarefas de estudantes, rotina de casa e estágio. Paralelo a isso, a repentina necessidade de concluir a graduação, por parte de um dos integrantes do grupo, reduziu o cronograma do trabalho em alguns meses. Aliado a isso, a inexperiência com o software utilizado causou ainda transtornos. Sendo assim, mesmo com as dificuldades enfrentadas, foi possível chegar a um resultado satisfatório, em vista do que havia sido planejado

## 6 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros no loteamento em questão, citam-se os projetos de:

- Dimensionamento da rede de drenagem urbana
- Dimensionamento do sistema de iluminação
- Dimensionamento da rede de distribuição de água
- Dimensionamento da coleta de esgoto sanitário
- Paisagismo
- Sinalização
- Terraplanagem
- Estudo hidrológico do município
- Compatibilização de todos os projetos

## REFERÊNCIAS

ABIKO, Alex Kenya et al. **Urbanismo**: história e desenvolvimento. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1995. 43 p. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4405055/mod\\_resource/content/2/urbanismo-historiaedesenvolvimento.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4405055/mod_resource/content/2/urbanismo-historiaedesenvolvimento.pdf). Acesso em: 03 nov. 2022..

Agência Nacional de Águas (ANA) (2010). **OS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS: DESAFIOS PARA A GESTÃO**. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/>. Acesso em 5 de novembro de 2022.

ALBERGARDI, Meiriéli Tamiles Oliveira; ROSIN, Jeane Aparecida Rombi de Godoy. Impactos socioambientais decorrentes do processo de parcelamento do solo. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**: Tupã, [S.I.], v. 1, n. 2, p. 1-6, 2013. Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/issue/archive](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/issue/archive). Acesso em: 02 nov. 2022.

ALVES, L. A. Ponderações sobre a relevância dos espaços verdes urbanos para as condições de saúde e qualidade de vida. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S. I.], v. 5, n. 29, 2017. DOI: 10.17271/2318847252920171522. Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/1522](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1522). Acesso em: 7 nov. 2022.

ANTUNES, Lucas Machado. **Impacto ambiental nos loteamentos na área de expansão do perímetro urbano no município de Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil**. Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018. 59 p. Disponível em: [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22821/1/impactoloteamentosexpansao\\_urbano.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22821/1/impactoloteamentosexpansao_urbano.pdf). Acesso em: 01 set. 2022.

ARAÚJO, Marcelo Almeida; et. al. **Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto)**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, ANO 1. VOL. 10, Pp. 187-197. Novembro de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: Abnt, 1986. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e caracterização. 2 ed. Rio de Janeiro, 2016. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**: Solo - Determinação do Limite de Liquidez. 2 ed. Rio de Janeiro, 2016. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502**: Solos e Rochas - Terminologia. 2 ed. Rio de Janeiro, 2022. 44 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**: Solo - Determinação do Limite de Plasticidade. 2 ed. Rio de Janeiro, 2016. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Solo – Análise Granulométrica. 2 ed. Rio de Janeiro, 2016. 16 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7185**: Solo - Determinação de massa específica aparente, in situ, com emprego de frasco de areia. 2 ed. Rio de Janeiro, 2016. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9895**: Solo - Índice de suporte Califórnia (ISC) - Método de ensaio. 2 ed. Rio de Janeiro, 2016. 18 p.

AZEVEDO NETTO, J. M., (et al) – Manual de Hidráulica – 8a . Edição, São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 1998, 669p.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BATTISTI, Elir. As disputas pela terra no sudoeste do Paraná: os conflitos fundiários dos anos 50 e 80 do século xx. **Revista de Geografia Agrária**, Clevelândia, v. 1, n. 2, p. 65-91, ago. 2006. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/novembro2011/geografia\\_artigos/7art\\_sudoeste\\_pr.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/novembro2011/geografia_artigos/7art_sudoeste_pr.pdf). Acesso em: 02 nov. 2022.

BENEVOLO, L. **Storia dell'architettura moderna**. Bari, Editori Laterza, 1971.

BERNARDI ZIBETTI, Matheus Francisco; BEDIN, Janaína. **Proposta para elaboração de um loteamento residencial na cidade de céu azul –PR**. 5º Simpósio de sustentabilidade e contemporaneidade nas ciências sociais, 2017. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/contemporaneidade/anais/594c1661c99b7.pdf>. Acesso em: 07 nov 2022.

BERNUCCI, Liedi Bariani *et al*. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 2. ed. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2022. 759 p.

Bonetti, Juliane. ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA TAXA DE INFILTRAÇÃO NOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO. orientador, Pablo Heleno Sezerino, 2018. 221 p.

BOTELHO, Manoel. **Águas de chuva: Engenharia das águas pluviais nas cidades**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011

BRASIL, Ministério das Cidades. **Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana**: Transporte Coletivo. 2016. Disponível em: <https://observatoriodabiciçleta.org.br/acervo/caderno-tecnico-para-projetos-de-mobilidade-urbana-transporte-ativo/s>. Acessado em: 17 nov. de 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Câmara dos Deputados: Centro de Documentação e Informação, Brasília, 12 maio 2012. Disponível em:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 1 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Presidência da República: Casa Civil, Brasília: Subchefia para Assuntos Jurídicos, 19 dez. 1979. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6766.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm). Acesso em: 1 nov. 2022.

BRISKIEVICZ, M. A ORGANIZAÇÃO TERRITORIAL DO SUDOESTE PARANAENSE A PARTIR DA INSERÇÃO DOS MIGRANTES. **Sociedade e Território**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 19–36, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/3493>. Acesso em: 13 nov. 2022.

BROMBACH, Hansjoerg; WEISS, Gebhard; FUCHS, Stephan. A new database on urban runoff pollution: comparison of separate and combined sewer systems. **Water science and technology**, v. 51, n. 2, p. 119-128, 2005.

CALLEJAS, Ivan Julio Apolonio; FAEDA, Maria Laura Cavalari. Influência do traçado e malha nos custos de implantação de loteamentos horizontais urbanos: uma revisão sistemática. **ES Engineering and Science**, v. 10, n. 3, p. 61-75, 2021.

CAMPOS, Elisandra Aparecida de; BATTISTI, Max Nuni Cesca. As Transformações Agrícolas no Município de Santo Antônio Do Sudoeste- Paraná. In: Encontro Nacional De Geografia Agrária, 11., 2012, Uberlândia. **Territórios em disputas: Os desafios da Geografia Agrária nas contradições do desenvolvimento brasileiro**. Uberlândia: Universidade Federal Uberlândia, 2012. p. 1-19. Disponível em: [http://www.lagea.ig.ufu.br/xx1enga/anais\\_enga\\_2012/eixos/1149\\_1.pdf](http://www.lagea.ig.ufu.br/xx1enga/anais_enga_2012/eixos/1149_1.pdf). Acesso em: 02 nov. 2022.

CAMPOS, V.B.G. Planejamento de transportes: conceitos e modelos de análise, **Material didático IME** – Instituto Militar de Engenharia, 2013. Disponível em < <https://docplayer.com.br/7196762-Planejamento-de-transportes-conceitos-e-modelos-de-analise-vania-barcellos-gouvea-campos.html> > Acesso em 24 de outubro de 2022.

CANHOLI, Aluísio. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. Oficina de textos, 2014.

CANHOLI, Julio Fracarolli. **Medidas de controle in situ do escoamento superficial em áreas urbanas: análise de aspectos técnicos e legais**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988. 234 p.

CASARIL, C. C.; CROCETTI, Z. S. **Ocupação territorial e dinâmica atual da rede urbana do Paraná/Brasil**. CaderNAU, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 10–43, 2017. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/cnau/article/view/6578>. Acesso em: 2 nov. 2022.

CAVA, Felipe. Os 3 tipos de tratamentos superficiais. **Além da Inércia**. 26 de setembro de 2018. Disponível em: < <https://alemdainercia.com/2018/09/26/os-3-tipos-de-tratamentos-superficiais/>> Acesso em: 01 de novembro 2022.

COORDENAÇÃO GERAL DE ESTUDOS E PESQUISA (Brasil). Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes; CENTRO DE APOIO OPERACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Glossário de Termos Técnicos**: Ambientais Rodoviários. Rio de Janeiro: [s. n.], 2006. 120 p. Disponível em: [https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/glossario\\_tecnicos\\_ambientaisterrestrednit10-08-06.pdf](https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/glossario_tecnicos_ambientaisterrestrednit10-08-06.pdf). Acesso em: 1 nov. 2022.

CORGHI, Fernanda Nascimento. **Urbanização e segregação sócio-espacial em Bauru(SP)**: um estudo de caso sobre a Bacia hidrográfica do Córrego da Água Comprida. 2008. 197 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - UNICAMP, Campinas, 2008. Disponível em: [file:///C:/Users/Win10/Dropbox/My%20PC%20\(DESKTOP-LHC0H5B\)/Downloads/7+-+OS+LOTEAMENTOS+URBANOS+E+SEUS+IMPACTOS+AMBIENTAIS%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Win10/Dropbox/My%20PC%20(DESKTOP-LHC0H5B)/Downloads/7+-+OS+LOTEAMENTOS+URBANOS+E+SEUS+IMPACTOS+AMBIENTAIS%20(4).pdf). Acesso em: 02 nov. 2022.

COSTA, AR da; BRITO, VF de. Equações de chuva para Goiás e Sul do Tocantins. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, Belo Horizonte, CDRM**, 1999.

COSTA, L. M. S. A.. **Rios urbanos e o desenho da paisagem**. In: COSTA, L. M. S. A. (Org.). Rios e paisagem urbana em cidades brasileiras. Rio de Janeiro: Viana & Mosley Editora/Editora PROURB, 2006.

DAEE/CETESB, **Drenagem Urbana- Manual de Projeto**, 2ª ed, 1980, São Paulo, DAEE, 468 páginas.

DE OLIVEIRA, Luiz Fernando Coutinho et al. INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA DE CHUVAS INTENSAS PARA LOCALIDADES NO ESTADO DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 1, p. 13, 2007. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/2277>. Acesso em: 12 nov. 2022.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **ET DE P00/026**: Pré – Misturado a Quente. Curitiba, 2006. 34 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **ME 093**: Solos: Determinação da Densidade Real. Rio de Janeiro, 1994.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Publicação Ipr - 719, 2006. 274 p.

DOTTORI, Francesco et al. Increased human and economic losses from river flooding with anthropogenic warming. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 9, p. 781-786, 2018.

FARIAS JUNIOR, J. E. F.; BOTELHO, RGM. Análise comparativa do tempo de concentração: estudo de caso rio Cônego, município de Nova Friburgo/RJ. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS**, v. 19, 2011.

FARR, Douglas. **Urbanismo sustentável**: desenho urbano com natureza. Porto Alegre: Bookman, 2013. 338 p. Tradução: Alexandre Salvaterra. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582600801/pageid/1>. Acesso em: 07 nov. 2022.

FERREIRA, Francisco Carlos Soares; MARDINI, Giovana Luiza Das Neves. **O concreto betuminoso usinado a quente aplicado a frio e suas vantagens frente a aplicação tradicional**. Universidade de São Francisco, São Paulo. 20 p.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Licenciamento ambiental**. 14. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

FUNDAÇÃO VANZOLI (Brasil). R Técnico de Certificação. Guia. Sistema de Gestão do Bairro/Loteamento. **Referencial técnico de certificação – Processo AQUA**: Bairros e Loteamentos, São Paulo, ano 23, setembro 2011. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/wp-content/uploads/2021/07/AQUA-HQE-Bairros-e-Loteamentos-2011-SGB-v2.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2022.

GEWEHR, Juliano. CBUQ x PMF. **Asfalto de Qualidade**, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 25 de setembro de 2015. Disponível em: < <http://asfaltodequalidade.blogspot.com/2015/09/cbuq-x-pmf.html>> Acesso em: 01 de novembro de 2022.

GEWEHR, Juliano. Tratamento Superficial e Microrrevestimento. **Asfalto de Qualidade**, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 24 de novembro de 2018. Disponível em: < <http://asfaltodequalidade.blogspot.com/2018/> > Acesso em: 01 de novembro de 2022.

GOLDENGEIO, Mapeamento e Consultoria. 10 coisas que você não sabe sobre faixa de domínio: e que são importantes. **Goldengeio**, [S. l.], p. 1-2, 11 set. 2018. Disponível em: <http://goldengeio.com.br/noticias/10-coisas-sobre-faixa-de-dominio/>. Acesso em: 1 nov. 2022.

GOMES, Maria de Fátima Moura et al. Loteamentos irregulares em área de risco no município de São José dos Campos/SP, Brasil. **Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo (Online)**, [S.L.], v. 19, p. 1-19, 24 jun. 2021. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/1984-4506.risco.2021.169571>.

HAMMAMI, Salma et al. Application of the GIS based multi-criteria decision analysis and analytical hierarchy process (AHP) in the flood susceptibility mapping (Tunisia). **Arabian Journal of Geosciences**, v. 12, n. 21, p. 1-16, 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico do Paraná e Rio Grande do Sul de 1920, 1940, 1960, 1980, 2000, 2006, 2010, 2011**.



JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. 3. ed. São Paulo: Wmfmartinsfontes, 2014. 296 p. Tradução de Carlos S. Mendes Rosa. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3843818/course/section/923498/JACOBS-Jane-1961-Morte-e-Vida-de-Grandes-Cidades%20%281%29.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2022.

LI, Yu et al. Design of low impact development in the urban context considering hydrological performance and life-cycle cost. **Journal of Flood Risk Management**, v. 13, n. 3, p. e12625, 2020.

LOURES, Marcia Macedo da Rocha. **O Centro de Quarteirão como Espaço Urbano**. 2001. 268 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curitiba, 2001. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/222928/001065232.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 nov. 2022.

MAIDMENT, David R. **Handbook of hydrology**. McGraw-Hill,, New York – USA ,1993.

MASCARÓ, Juan Luis. **Loteamentos Urbanos**. Porto Alegre: Cip-Brasil, 2003. 210 p.

MASCARÓ, Juan Luis; YOSHINAGA, Mário. **Infra-estrutura urbana**. Porto Alegre: Masquatro Esitora, 2005.207 p.

MASCARÓ, Juan. **Manual de Loteamentos e urbanização**. 2ª edição. Porto Alegre : D. C. Luzzatto, 1989.

MATTOS, Tiago Souza et al. Improving Urban Flood Resilience under Climate Change Scenarios in a Tropical Watershed Using Low-Impact Development Practices. **Journal of Hydrologic Engineering**, v. 26, n. 12, p. 05021031, 2021.

MENEZES FILHO, Frederico Carlos Martins de; COSTA, Alfredo Ribeiro da. Sistemática de cálculo para o dimensionamento de galerias de águas pluviais: uma abordagem alternativa. 2012.

MILLER, James D. et al. Assessing the impact of urbanization on storm runoff in a peri-urban catchment using historical change in impervious cover. **Journal of Hydrology**, v. 515, p. 59-70, 2014.

MILLER, James David; HESS, Tim. Urbanisation impacts on storm runoff along a rural-urban gradient. **Journal of Hydrology**, v. 552, p. 474-489, 2017.

MINISTÉRIO PÚBLICO (Estado de Santa Catarina); CENTRO DE APOIO OPERACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Guia do Parcelamento do Solo Urbano: Perguntas e Respostas, Consultas e Modelos**. Florianópolis, SC: [s. n.], 2010. 289 p. Disponível em: [https://urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/guia\\_parcelamento\\_web.pdf](https://urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/guia_parcelamento_web.pdf). Acesso em: 1 nov. 2022.

MOTA, Suetônio. **Urbanização e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999. 347 p.

NETO, Antonio Cardoso. **Sistemas urbanos de drenagem**. 2009.

Norma DNIT 031/2006 – ES. **Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico – Especificação de Serviço**. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

PAULA, Ruan Marcus de. **Projetos de infraestrutura urbana em loteamento residencial popular no município de Aquari- SC**. 2018. 179 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Infraestrutura, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2018

Pavimentação CBUQ. **Construfenix**, Caieiras, São Paulo, 2019-2022. Disponível em: < <https://www.construfenix.com.br/pavimentacao-cbuq.php> > Acesso em: 01 de novembro de 2022.

PEIXOTO, M. C. D. Expansão urbana e proteção ambiental: um estudo a partir do caso de Nova Lima/MG. **XI Encontro Nacional da Associação Nacional de PósGraduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR**. Salvador, Bahia, 2005.

PEPLAU, Guilherme R. Proposta metodológica para análise de viabilidade sobre a consideração prévia de sistema misto para ações em saneamento na bacia do riacho reginaldo em Maceió-AL - **XVII simpósio brasileiro de recursos hídricos**. Anais 2007. p. 17

PEREIRA, Renata Baesso. Tipologia arquitetônica e morfologia urbana: uma abordagem histórica de conceitos e métodos. In: **Revista Online Vitruvius**. v.146.04, Julho, 2012. Disponível em: . Acesso em: 10 nov. 2022.

PINTO, Eduardo da Silva; CHAMMA, Paula Valéria Coiado. OS LOTEAMENTOS URBANOS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS E TERRITORIAIS: O CASO DO LOTEAMENTO VILLAGGIO II NA CIDADE DE BAURU-SP. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, Bauru/São Paulo, v. 01, n. 03, p. 95-113, 2013.

Disponível em:

[https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/457/483](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/457/483). Acesso em: 10 nov. 2022.

PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica básica**. São Carlos: EESC-USP. Acesso em: 29 nov. 2022., 2004

PRANDO, Alzemiro. A ocupação do espaço rural do sudoeste do Paraná a partir dos movimentos sociais e da luta dos trabalhadores rurais. **Geoingá**, Maringá, v. 2, n. 2, p. 01-26, 03 ago. 2012. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Geoinga/article/view/49135>. Acesso em: 02 nov. 2022.

Prefeitura da Cidade de São Paulo. **Passeio Livre: conheça as regras para arrumar a sua calçada**. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/>. Acesso em: 10 nov. 2022.

Prefeitura Municipal de São Paulo. **Dimensionamento de pavimentos flexíveis para o tráfego leve e médio**. IP-04/2004. São Paulo, 2004.

Prefeitura Municipal de São Paulo. **Dimensionamento de pavimentos flexíveis para o tráfego meio pesado, pesado, muito pesado e faixa exclusiva de ônibus**. IP-05/2004. São Paulo, 2004.

PROCOPIO, Elóide Fátima Fiorese. Paraná: **Colonização, ocupação humana e uso econômico da terra**. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense: produção didático-pedagógica, 2007. Curitiba: SEED/PR., 2011. V.2. (Cadernos PDE). Disponível em: <<http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=20>>. Acesso em: 02 nov 2022. ISBN 978-85-8015-038-4.

REGO, Renato Leão; MENEGUETTI, Karin Schwabe. A respeito de morfologia urbana. Tópicos básicos para estudos da forma da cidade. **Acta Scientiarum. Technology**, [S.L.], v. 33, n. 2, p. 123-127, 20 abr. 2011. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actascitechnol.v33i2.6196>.

ROEDEL, Tamily; DIAS, Lucas de Oliveira. Impactos ambientais de loteamentos: análise de estudos ambientais simplificados da instrução normativa nº 4 da fundema, em brusque :: sc. **Revista de Direitos Difusos**, [s. l], v. 70, n. 2, p. 9-11, 01 jan. 2019. Disponível em: <http://ibap.emnuvens.com.br/rdd/article/view/146>. Acesso em: 08 nov. 2022.

SANTO ANTONIO DO SUDOESTE. **Lei nº 1850, de 5 de outubro de 2007**. Dispõe sobre a Política de Proteção, Conservação e Recuperação do Meio Ambiente. Santo Antônio do Sudoeste: Câmara Municipal de vereadores, 2007. Disponível em: <https://www.pmsas.pr.gov.br/plano-diretor>. Acesso em: 5 set. 2022.

SANTO ANTONIO DO SUDOESTE. **Lei nº 1881, de 25 de fevereiro de 2008**. Dispõe sobre a hierarquização e traçado básico do Sistema Viário, e traça as diretrizes para o arruamento do Município de Santo Antônio do Sudoeste, e dá outras providências. Santo Antônio do Sudoeste: Câmara Municipal de vereadores, 2008. Disponível em: <https://www.pmsas.pr.gov.br/plano-diretor>. Acesso em: 5 set. 2022.

SANTO ANTONIO DO SUDOESTE. **Lei nº 1882, de 29 de fevereiro de 2008**. Dispões sobre o Parcelamento do Solo, o Remembramento, o Desmembramento e a implantação de Condomínios Horizontais. Santo Antônio do Sudoeste: Prefeitura Municipal, 2008. Disponível em: <https://www.pmsas.pr.gov.br/plano-diretor>. Acesso em: 5 set. 2022.

SANTO ANTONIO DO SUDOESTE. **Lei nº 1907, de 8 de maio de 2008**. Dispõe sobre o Zoneamento do Uso e de Ocupação do Solo do Perímetro Urbano da Sede, do Município de Santo Antonio do Sudoeste e da outras providências. Santo Antônio do Sudoeste: Prefeitura Municipal, 2008. Disponível em: <https://www.pmsas.pr.gov.br/plano-diretor>. Acesso em: 5 set. 2022.

SANTOS, Angela Cristina Quadros dos. **Manual de Calçadas Seguras**: para novos loteamentos em chapecó/sc. 2021. 25 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021. Disponível em:

[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/220750/Manual%20Cal%C3%A7adas%20Seguras\\_Angela%20dos%20Santos\\_13103953\\_2020.1.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/220750/Manual%20Cal%C3%A7adas%20Seguras_Angela%20dos%20Santos_13103953_2020.1.pdf?sequence=1). Acesso em: 10 nov. 2022.

SEIBT, Ana Carolina et al. Comparação das vazões de projeto pelo método racional e método tempo área para bacias urbanas do município de Goiânia–GO. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 4, n. 2, 2012.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2007. 761 p.

SHUSTER, William D. et al. Impacts of impervious surface on watershed hydrology: A review. **Urban Water Journal**, v. 2, n. 4, p. 263-275, 2005.

SILVA, Karla Alcione da et al. **Análise da eficiência de métodos de controle de Enchentes na atenuação de picos de cheias utilizando o modelo computacional SWMM Storm Water management model**. 2007.

SILVEIRA, André Luiz Lopes da. Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais. **Rbrh: revista brasileira de recursos hídricos. Porto Alegre, RS: ABRH. Vol. 10, n. 1 (jan./mar. 2005)**, p. 5-23, 2005.

STEFFEN, Jorge Luiz; RONDON, Manoel Afonso Costa. Determinação da vazão de projeto em bacias urbanas. In: **Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre–RS**. 2000.

TUCCI, C. E. M.; URBANAS, Inundações. Impactos da urbanização. **Porto Alegre: Ed. ABRH/RHAMA**, p. 87-124, 2007.

TUCCI, Carlos EM. Água no meio urbano. **Livro água doce**, p. 1-40, 1997.