

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTO ANTÔNIO DO PALMA - RS

DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL E ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APPs DOS CURSOS HÍDRICOS DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO

Julho de 2023

Sobre a DuoTeB Engenharia

MISSÃO

Fornecer soluções ambientais voltadas as peculiaridades de cada projeto, com qualidade, eficiência e economia, visando a satisfação do cliente e o desenvolvimento sustentável de empresas e da sociedade.

VISÃO

Ser referência em soluções ambientais, visando uso sustentável dos recursos naturais, em conjunto com a geração de benefícios socioeconômicos.

VALORES

Respeito, ética e compromisso com a sustentabilidade; Atuação sistêmica; Transparência nas relações; Adaptabilidade e criatividade para entrega de resultados individualizados



RESPONSABILIDADE E DIREITO AUTORAL

O presente trabalho foi elaborado de acordo com a legislação e as normas técnicas aplicáveis e vigentes para a presente data, com o objetivo exclusivo da formalização dos estudos nele mencionados, em contrato firmado entre a contratante e a contratada.

A DuoTeB Engenharia e Meio Ambiente Ltda. isenta-se de quaisquer responsabilidades perante a contratante ou terceiros caso o presente documento seja utilizado de forma indevida, indiscriminada e fora do objetivo a que se propõe, reservando-se o direito de ser informada e previamente autorizar alterações, cópias ou a sua apresentação, ainda que por terceiros, integral ou parcialmente.

O presente trabalho está protegido pela **Lei nº 9.610 de 19/02/1998** - Direitos Autorais da República Federativa do Brasil.

SUMÁRIO

1. INFORMAÇÕES CADASTRAIS	6
1.1. CONTRATANTE	6
1.2. LOCAL DOS SERVIÇOS	6
1.3. EMPRESA E TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO	6
FASE DE DIAGNÓSTICO	7
2. INTRODUÇÃO	7
3. MEIO FÍSICO	10
3.1. OBJETIVO	10
3.2. GEOMORFOLOGIA	10
3.3. GEOLOGIA REGIONAL	11
3.4. GEOLOGIA LOCAL	13
3.5. GEOTECNIA	14
3.6. CONCLUSÃO	19
4. MEIO BIÓTICO	20
4.1. FLORA	20
4.1.1. A VEGETAÇÃO DO MUNICÍPIO	20
4.1.2. METODOLOGIA UTILIZADA	21
4.1.3. RESULTADOS	22
4.1.4. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DO LAUDO DE COBERTURA VEGETAL	30
4.2. LAUDO DE FAUNA	39
4.2.1. METODOLOGIA	39
4.2.2. RESULTADOS	40
4.2.3. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DO LAUDO DE FAUNA	43
4.3. CONCLUSÃO	43
5. ESTUDO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO	45
5.1. INTRODUÇÃO	45
5.2. OBJETIVO	45
5.3. ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO	45
5.3.1. FONTE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS	45
5.3.2. PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS E RELAÇÃO I-D-F	47
5.4. CARACTERIZAÇÃO DOS ARROIOS E DA BACIA HIDROGRÁFICA	50
5.4.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL	50
5.5. PONTOS DE AVALIAÇÃO	52

5.5.1. CARACTERIZAÇÃO DOS PAS	53
5.6. RELATÓRIO TÉCNICO – VAZÕES MÁXIMAS.....	63
5.7. RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDOS HIDRÁULICOS E A CAPACIDADE MÁXIMA DAS TUBULAÇÕES	65
5.8. CONCLUSÃO	66
6. QUANTO DA OCUPÇÃO HUMANA DAS ÁREAS	68
6.1. IDENTIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA URBANA E DE SANEAMENTO BÁSICO IMPLANTADOS, OUTROS SERVIÇOS E EQUIPAMENTOS PÚBLICOS	68
6.2. IMPACTO SOCIAL.....	72
7. OBSERVAÇÕES E RECOMENDAÇÕES.....	73
FASE DE CONSOLIDAÇÃO DO ZONEAMENTO	76
8. ZONEAMENTO AMBIENTAL	76
8.1. ELABORAÇÃO	76
8.2. RESULTADO	77
FASE DE PROGNÓSTICO.....	79
9. INTRODUÇÃO.....	79
10. PROGRAMAS.....	79
10.1. NA ÁREA DE DRENAGEM	79
10.1.1. P1 - PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS PARA IMPLANTAÇÃO DE NOVOS LOTEAMENTOS.....	79
10.1.2. P2 - LIMPEZA E MANUTENÇÃO DOS CANAIS E GALERIAS.....	80
10.1.3. P3 - INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL.....	81
10.1.4. P4 - ATUALIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM	82
10.2. IMÓVEIS.....	82
10.2.1. P5 - PROGRAMA DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA.....	82
10.2.2. P6 - PROGRAMA DE ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO DE IMÓVEIS	83
10.2.3. P7 - PLANO DIRETOR E ÍNDICES CONSTRUTIVOS	84
10.3. OBJETIVOS E METAS.....	84
11. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS.....	86
12. BIBLIOGRAFIA	87
ANEXOS	90

1. INFORMAÇÕES CADASTRAIS

1.1. CONTRATANTE

Nome: Município de Santo Antônio do Palma
CNPJ: 92.412.832/0001-33
Endereço: Av. 20 de Março, n°808, Bairro Centro, CEP 99.265-000
Fone: (54) 3394-1110 ou 1111
E-mail: admin@pmpalma.com.br
Prefeito Municipal: Srº Gilberto Szimainski
Contrato n°: 013/2023

1.2. LOCAL DOS SERVIÇOS

Endereço: Cursos hídricos presentes na área urbana municipal.

1.3. EMPRESA E TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO

Razão Social: DuoTeB Engenharia e Meio Ambiente
CNPJ: 31587643/0001-07 **site:** www.duoteb.com
Registros: CREA/RS 234633; CRBio 001118/03-D; CFTA 31587643000107; IBAMA 7299104.

Equipe Técnica:

- **Engenheiro Ivan Cesar Tremarin** – Me. Tecnologia Ambiental, Engenheiro Ambiental, Técnico em Agropecuária, CREA RS 140.332, CFTA 80891616004, e-mail: ivtremarin@duoteb.com, Fone: +55 51 99253 3157.
- **Engenheiro Cleberton Diego Bianchini** – Engenheiro Ambiental, especialista em Engenharia Geotécnica, CREA RS 216.536, e-mail: clebertonbianchini@duoteb.com, Fone: +55 51 99130 5093.
- **Biólogo Giovani Canossa** – Biólogo, CRBio 110605/03-D,
- **Pablo Souto Palma** – Geólogo, CREA/RS 124.381
- **Arquiteto e Urbanista Giovani Piva** – CAU-A 46834-7
- **Advogado Cassiano Black** – OAB/RS 84.580

FASE DE DIAGNÓSTICO

2. INTRODUÇÃO

A colonização da área urbana do território de Santo Antônio do Palma iniciou-se no final do século XIX e nos primeiros anos do século XX, com a vinda de imigrantes italianos, poloneses de Nova Prata, Veranópolis, Antônio Prado, Muçum e Guaporé. O Município possui acesso pela Rodovia RS 324, que liga o município de Casca a Marau e, também, a ligação da RS 324 até a Rodovia BR 285, passando pelo interior do Município até o município de Gentil. Ademais, outro fator a considerar é a passagem da ferrovia pelo município.

Nos registros históricos, consta do surgimento do povoado da Vila Palma como ponto de atendimento de carroceiros que transportavam mercadorias. Em 1914 há o registro da primeira escola municipal, o que consolida a ocupação do local. Em 1962, criou-se oficialmente o Distrito de Santo Antônio do Palma, que a época pertencia ao Município de Casca, passando a se tornar o Município de Santo Antônio do Palma no ano de 1992, com a instalação ocorrendo em 1º de janeiro de 1993.

Os primeiros povoados tinham a necessidade de instalação próximo aos cursos hídricos, devido à necessidade de água das famílias, dos animais, incluindo a necessidade de dessedentação dos cavalos dos viajantes. A ocupação próxima aos córregos ocorria naturalmente, como fator preponderante ao estabelecimento da população, como pontos de abastecimento de água e de escoamento de despejos humanos e animais.

A zona urbana de Santo Antônio do Palma é constituída por córregos afluentes, que formam o Arroio Gabriel. Todo histórico de ocupação da cidade deu-se às margens destes cursos hídricos. Com o passar dos anos, as moradias e atividades socioeconômicas ocuparam as faixas marginais destes cursos hídricos. Atualmente, ocorrem trechos urbanos com córregos tubulados, retificados e/ou desassoreados, sendo uma mescla de canais de escoamento com galerias, abertos com eixo retificado e tubulados.

Com a expansão urbana histórica sobre as faixas marginais destes cursos hídricos, gerou-se a ocupação, em grande parte, das Áreas de Preservação Permanente (APPs), definidas atualmente pela Lei n°. 12.651/2012 e anteriormente pela Lei n°. 4.771/1965 (revogada). No geral, conforme definido pela legislação vigente, as faixas de APPs estão definidas em 30 metros considerando a largura do

curso de água de até 10 metros. Tal fato gera um conflito socioeconômico e ambiental, cujo cumprimento legal torna-se inviável devido, principalmente, ao grande número de benfeitorias construídas sobre estas áreas, assim como, sua histórica ocupação e função social atrelada.

Assim, os estudos apresentados neste documento têm como objetivo elaborar o diagnóstico socioambiental citado na Resolução do CONSEMA nº 485/2023 e no Art. 4º, Inciso III-B da Lei nº 6.766/1979 no Art. 4º, Inciso III-B), servindo como embasamento para definição das faixas não edificáveis e das faixas marginais das Áreas de Preservação Permanente (APPs), distintas daquelas estabelecidas no Art. 4, inciso I da Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal). Cabe destacar, que a viabilidade da realização deste trabalho deve-se a publicação da Lei nº. 14.825/2021, alterando as faixas estabelecidas na Lei nº 12.651/2012, conforme determina:

“...Art. 2º A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, passa a vigorar com as seguintes alterações:

Art. 3º ...

XXVI – área urbana consolidada: aquela que atende os seguintes critérios:

- a) estar incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica;
- b) dispor de sistema viário implantado;
- c) estar organizada em quadras e lotes predominantemente edificados;
- d) apresentar uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou direcionadas à prestação de serviços;
- e) dispor de, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:
 1. drenagem de águas pluviais;
 2. esgotamento sanitário;
 3. abastecimento de água potável;
 4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública; e
 5. limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos;

...

Art. 4º

§ 10. Em áreas urbanas consolidadas, ouvidos os conselhos estaduais, municipais ou distrital de meio ambiente, lei municipal ou distrital poderá definir faixas marginais distintas daquelas estabelecidas no inciso I do caput deste artigo, com regras que estabeleçam:

I – a não ocupação de áreas com risco de desastres;

II – a observância das diretrizes do plano de recursos hídricos, do plano de bacia, do plano de drenagem ou do plano de saneamento básico, se houver;

e

III – a previsão de que as atividades ou os empreendimentos a serem instalados nas áreas de preservação permanente urbanas devem observar os casos de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental fixados nesta Lei.

...

Art. 3º O art. 22 da Lei nº 11.952, de 25 de junho de 2009, passa a vigorar acrescido do seguinte § 5º:

Art. 22

§ 5º Os limites das áreas de preservação permanente marginais de qualquer curso d'água natural em área urbana serão determinados nos planos diretores e nas leis municipais de uso do solo, ouvidos os conselhos estaduais e municipais de meio ambiente.”

...

Art. 4º O art. 4º da Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, passa a vigorar com as seguintes alterações:

Art. 4º ...

III-A - ao longo da faixa de domínio das ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não edificável de, no mínimo, 15 (quinze) metros de cada lado;

III-B - ao longo das águas correntes e dormentes, as áreas de faixas não edificáveis deverão respeitar a lei municipal ou distrital que aprovar o instrumento de planejamento territorial e que definir e regulamentar a largura das faixas marginais de cursos d'água naturais em área urbana consolidada, nos termos da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, com obrigatoriedade de reserva de uma faixa não edificável para cada trecho de margem, indicada em diagnóstico socioambiental elaborado pelo Município; ...

Vale mencionar que a área foco do estudo são os cursos hídricos urbanos do Município e que este documento faz parte de um processo legal que deverá passar pela apreciação do Conselho Municipal de Meio Ambiente, para posterior elaboração do projeto de lei a ser apreciado e votado pela Câmara Municipal de Vereadores.

As avaliações sobre os cursos hídricos foram realizadas durante os meses de fevereiro, março e abril de 2023, cujos resultados e estudos serão apresentados no decorrer deste documento.

3. MEIO FÍSICO

3.1.OBJETIVO

Apresentar o Laudo do Meio Físico (geológico), contemplando aspectos geológicos e geotécnicos quanto à estabilidade do terreno para o uso proposto (ocupação urbana).

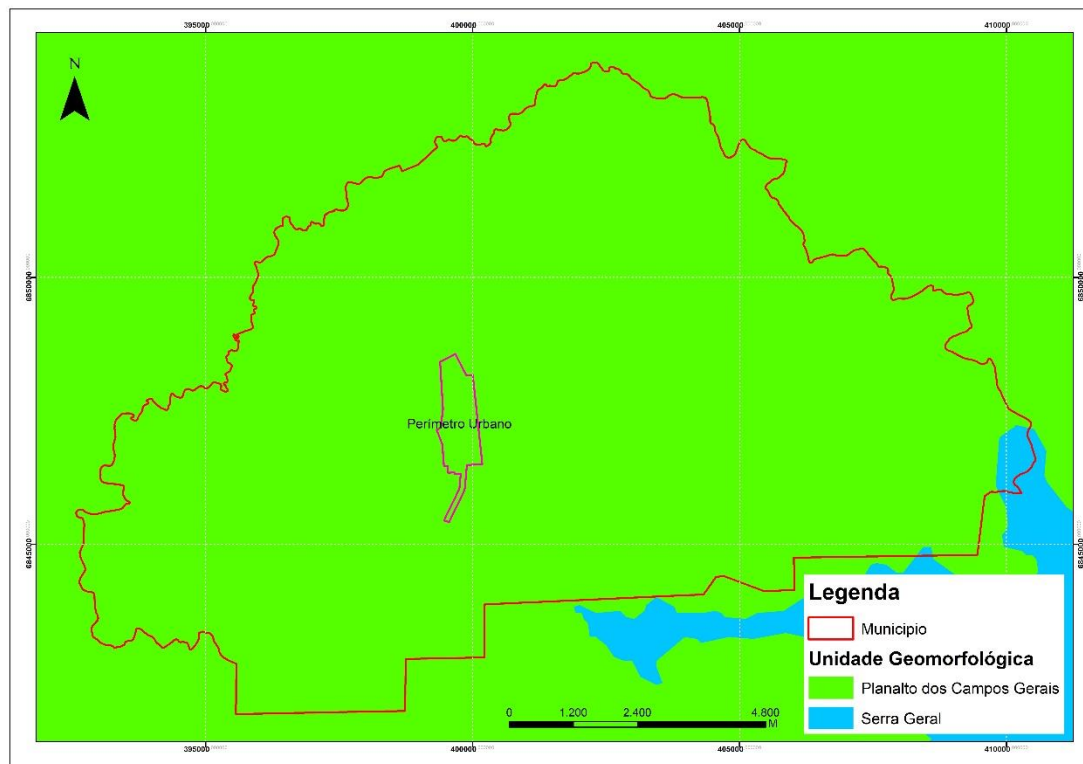
3.2.GEOMORFOLOGIA

O Município de Santo Antônio do Palma, sobretudo a sua área urbana, está inserida no Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares, na Região Geomorfológica Planalto das Araucárias, na Unidade Planalto dos Campos Gerais (IBGE, 1986), conforme apresentado na figura 1.

Esta unidade caracteriza-se por apresentar ampla área elevada, espacialmente descontínua, separada por áreas de relevo dissecado. As formas do relevo desenvolveram-se especialmente nas rochas efusivas da Formação Serra Geral. Estas formas caracterizam-se por colinas intensamente dissecadas, isoladas entre si por amplos vales de fundo semi-planificado com médio entalhamento fluvial. Os topos das colinas apresentam-se geralmente planificados, observando-se declives médios nas encostas. Os lineamentos estruturais possuem uma orientação preferencial NE-SW, e normalmente encontram-se ocupados por incipientes drenagens.

A área urbana do município está localizada em um vale com declividade natural variável, onde a ocupação urbana está posta em sua maioria em pontos de declividade baixa, associadas a recursos hídricos de pequeno porte.

Figura 1: Mapa geomorfológico regional da área indicado em verde o Planalto dos Campos Gerais.



Fonte: IBGE 2021.

3.3.GEOLOGIA REGIONAL

A região é formada geologicamente por um tipo litológico predominante, de idades gonduânicas pertencentes ao Grupo estratigráfico São Bento: as rochas efusivas básicas da Formação Serra Geral. A principal litologia ocorrente na região pertence ao Grupo São Bento (Bacia do Paraná), sendo compostas basicamente pelas rochas de origem vulcânica da Formação Serra Geral.

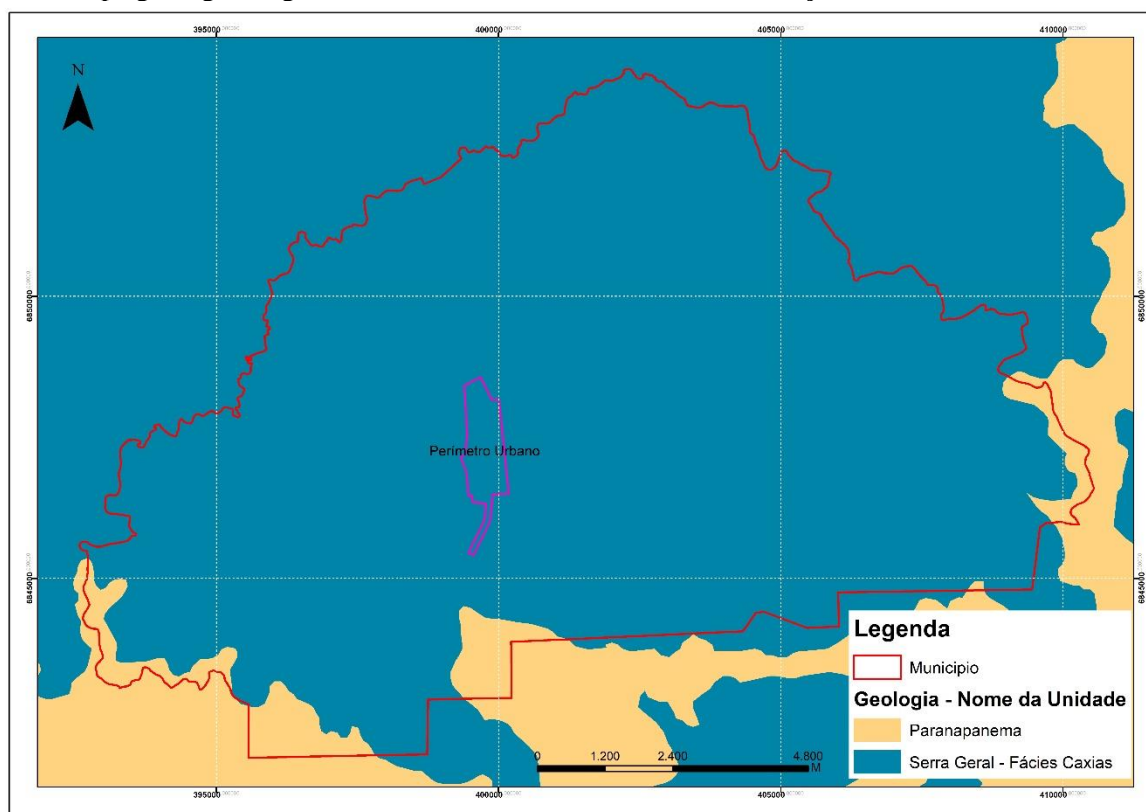
Essas rochas se caracterizam por extrusões de lavas básicas toleíticas, através de vulcanismo fissural. Representam a mais expressiva manifestação deste tipo de vulcanismo em todo o mundo, abrangendo uma área com cerca de 1.200.000 Km², com espessura média na região entre 20,00 e 150,00 metros. A Formação Serra Geral é representada principalmente sob a forma de derrames basálticos toleíticos, na base, que evolui para lavas de composição dacítica no topo. As duas principais fácies apresentadas por esta formação podem ser individualizadas nas fácies Gramado e Caxias.

A fácies Caxias apresenta características distintivas marcantes, apresentando os derrames mais espessos de todo o conjunto vulcânico Serra Geral, podendo alcançar espessuras de 80 metros por derrame. Apresentam um contato basal com disjunção tabular incipiente e irregular, uma porção central bem desenvolvida e maciça com disjunção colunar difusa, e uma porção de topo espessa e

com disjunção tabular extremamente bem desenvolvida. Esta fácies assenta-se diretamente sobre os basaltos tipo Gramado, sendo que o contato entre estas se dá por uma zona de erosão responsável pela geração de espessos depósitos de sedimentos vulcanogênicos, e de um paleorelevo formado por canais fluviais escavados sobre horizontes de conglomerados e platôs, revelando a existência de hiatos temporais na transição entre estes dois tipos de magmatismo. Os derrames são de composição predominantemente ácida (riodacitos), compondo rochas mesocráticas cinza claro a esbranquiçado, microfaneríticas, com dominância de uma matriz vítrea onde se encontram imersos cristálitos de feldspatos e clinopiroxênio. Processos de devitrificação geram arranjos esferulíticos que emprestam um aspecto mosqueado às rochas, conhecido como textura sal-e-pimenta, típica desta fácies.

A composição mineralógica é praticamente a mesma, formada essencialmente por plagioclásios e clinopiroxenos em proporções equivalentes, com ligeira predominância dos plagioclásios. O plagioclásio mais frequente é a labradorita sendo augita e pigeonita os clinopiroxenos mais comuns. Segundo o mapa geológico disponível, figura 2, a área urbana de Santo Antônio do Palma está localizada sobre a fácies Caxias.

Figura 2: Mapa geológico regional da área indicando as rochas da Formação Serra Geral em azul.



Fonte: IBGE 2021.

3.4.GEOLOGIA LOCAL

A área urbana municipal possui substrato rochoso formado unicamente por rochas ígneas vulcânicas de composição básicas, recobertas por um horizonte de alteração composto por solos em diferentes estágios evolutivos (ver exemplos abaixo). Devido a extensão da área de estudo, não há como definir de maneira geral as condições do maciço rochosos com exatidão, restando apenas a indicação, por amostragem que o maciço de maneira geral não é fator impeditivo para instalação de qualquer tipo de empreendimento.

O substrato rochoso constitui-se de rochas basálticas de textura afanítica, coloração cinza claro, com fraturamentos em diversas direções. Na área urbana são observados diversos afloramentos rochosos, sobretudo por intervenção antrópica, assim como, perfis de solo. A interpretação dos perfis de solos, identificados na etapa de vistoria visual, são pouco definitivas, pois a amostragem disponível é pequena e o local antropizado. As coberturas de alteração presentes na área urbana correspondem a solos em diferentes estágios evolutivos, ocorrendo horizontes de solos residuais, coluvionares, aluvionares e de aterro.

Os **solos residuais jovens** possuem coloração castanha, composição argilo-siltosa, com presença de clastos de rocha alterada.

Os **solos coluvionares/aterro** possuem coloração castanha, composição argilo-siltosa com presença de clastos de rocha alterada.

Os **solos aluvionares** possuem coloração variada, composição de clastos de rocha com matriz argilosa.

Os **solos de aterro** possuem coloração variada, composição variada sem determinação específica, dependendo da origem do material, podendo ser material natural e/ou resíduos.

Esses quatro tipos de solos, são uma representação dos tipos de solo existentes na área urbana. Foram identificados alguns pontos do município com o perfil em exposição, nos demais lotes não são observáveis as condições de subsuperfície o que dificulta a identificação das condições de cada lote. Usualmente as ocupações nesse tipo de condição geológica, quando da edificação em um terreno, se dão pela retirada do solo existente executando a construção sobre a rocha sã e/ou aterro para nivelar o terreno.

Os solos coluvionares e aluvionares parecem estar restritos a pontos isolados, não havendo maiores volumes na área de estudo, assim como o solo residual que está localizado sobre as áreas ainda não ocupadas.

Importante salientar que existem poucos casos relatados de problemas estruturais nas construções do município, indicando que as condições geológicas do local são favoráveis a ocupação humana, obviamente que avaliando caso a caso.

Embora o histórico da ocupação urbana às margens dos cursos hídricos no local não indique a ocorrência de instabilidades geológicas naturais, as ocupações futuras ou pontos específicos, devem ser efetuados estudos específicos demandados pelo setor de avaliação no momento adequado. Devendo o município prover-se de meios para que se possa avaliar cada situação em particular.

Figura 3: Detalhe dos afloramentos rochosos presentes no leito dos cursos hídricos.



Figura 4: Detalhe dos afloramentos rochosos presentes no leito dos cursos hídricos.



3.5.GEOTECNIA

Quanto aos impactos ambientais gerados na área urbana sobre o meio físico, os mesmos podem ser analisados tendo em vista a fase de projeto de cada lote e/ou intervenção (implantação e operação), conforme a tabela 1, a seguir.

Tabela 1: Levantamento dos impactos ambientais.

Impacto	Fase	Nível de Alteração	Reversibilidade
Erosão hídrica	Implantação	Desprezível	Reversível
Escorregamento	Implantação	Desprezível	Reversível
Escorregamento	Operação	Significativa	Irreversível
Transporte de Sedimentos	Implantação	Pouco significativa	Reversível
Transporte de Sedimentos	Operação	Desprezível	Reversível
Escoamento da água superficial	Implantação	Pouco significativa	Irreversível
Escoamento da água superficial	Operação	Pouco significativa	Irreversível
Retirada do solo orgânico	Implantação	Desprezível	Irreversível
Geração de poeiras	Implantação	Pouco significativa	Reversível
Geração de poeiras	Operação	Desprezível	Reversível

Erosão Hídrica: Processo de carreamento da fração fina do solo exposto por ação das águas pluviais. Este processo ocasiona alteração da qualidade das águas pluviais quanto à carga sedimentar em suspensão. Os recursos hídricos apresentam pontos onde a erosão hídrica de maneira pouco significativa, associada de maneira direta a ocupação urbana e suas obras de intervenção, na infraestrutura e na ocupação dos terrenos. Não há material fino em quantidade perceptível na água, uma vez que a coloração da mesma não remete a carreamento de finos.

Escorregamentos: Este processo estará relacionado aos taludes a serem constituídos, onde os taludes a ser executados, devem continuar tendo a sua condição de estabilidade e segurança analisados e aprovados pela prefeitura municipal.

Transporte de Sedimentos: Este processo se relaciona à erosão hídrica, podendo ocorrer o aumento da carga sedimentar em suspensão durante eventos de grande pluviosidade, em terrenos onde estiver exposto o solo. Existem vários pontos com acúmulo de materiais minerais grosseiro (matacão, cascalho, areia, etc..), visualizados em vários pontos da drenagem urbana, sobretudo nos locais onde há uma quebra no relevo, via de regra pela instalação de tubulações na passagem de estrada/ruas/avenidas.

Escoamento das Águas Superficiais: A alteração do escoamento das águas superficiais se dá pela alteração da configuração topográfica da área. O incremento da ocupação urbana originou descargas de fluxo linear concentrado, em vez de um fluxo difuso como na condição natural. Conforme relatos dos moradores, existe a necessidade de reavaliação do sistema de drenagem e esgotamento sanitário da cidade para um cenário de longo prazo, uma vez que o atual se encontra

subdimensionado. Importante salientar que alguns pontos vistoriados indicam que o sistema de drenagem existente (tubulação e canal) não foram corretamente dimensionados, ou seja, foram instalados de forma arbitrária, sendo que há indícios de tubulações instaladas em níveis acima do nível médio dos cursos hídricos, gerando fluxo de água por baixo das estruturas instaladas.

Retirada do Solo Orgânico: A retirada parte do solo orgânico é um processo pouco significativo, visto que os solos a serem movimentados são de baixa monta no contexto geral da cidade.

As figuras a seguir foram realizadas em 16 de março de 2023, e ilustram as condições dos pontos vistoriados.

Figura 5: Curso hídrico natural no limite da zona urbana.

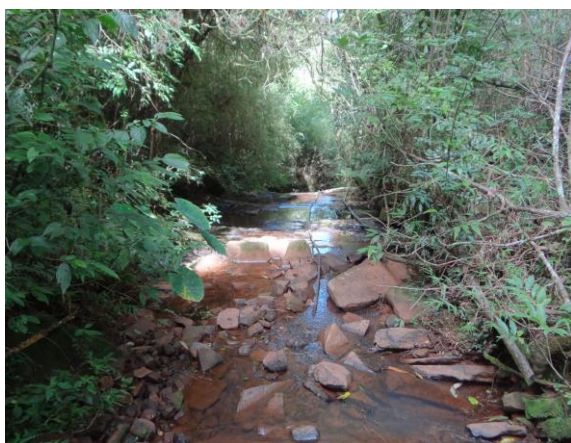


Figura 7: Local no afluente a montante do Ponto 11, com Recurso hídrico retificado e uso de APP para plantio.



Figura 6: Ponto PA13, com a APP aterrada e ocupação residencial.



Figura 8: Vista da área de mineração existente nos limites da zona urbana, na porção norte.



Figura 9: Aspecto geral das tubulações encontradas no PA 12, se apresentando sem manutenção.



Figura 10: Drenagem pluvial com necessidade de readequação para minimizar erosão, no PA 11.



Figura 11: Ocupação em APP com construção de muro de contenção, sem problemas aparentes



Figura 12: Contenção executada para conter escorregamento da via pública.



Figura 13: Trecho com solo aluvionar, ponto onde existe risco de desabamento de um galpão da prefeitura.



Figura 14: Ocupação particular sobre o recurso hídrico.



Figura 15: Captação irregular de água do arroio.



Figura 16: Drenagem assoreada sem manutenção.



Figura 17: Exemplo de ligação de esgoto direto para o Arroio.



Figura 18: Ocupação sendo preparada em APP.



A área urbana apresenta condições geotécnicas adequadas para receber a ocupação, desde que sejam efetuadas obras com o correto dimensionamento de drenos e taludes, que os cortes tenham geometria adequada e os aterros sejam construídos dentro da técnica, respeitando a finalidade a que se propõem. Todas as obras devem ser devidamente analisadas e aprovadas na prefeitura, por equipe multidisciplinar. A execução das obras deverá ocorrer sob a supervisão de um responsável técnico. A tabela 2, sintetiza os fatores, riscos e suas observações.

Tabela 2: Riscos nas APPs da área urbana do Município.

Fator	Risco	Observação
Instabilidade de taludes	Existente	Atentar para os locais de declividade moderada a alta.
Corrida de Massa	Baixo	Associados a locais com maior massa de solo.
Erosão hídrica	Existente	Otimizar o sistema de drenagem pluvial e de esgotamento sanitário.
Movimento de Massa	Existente	Associados a declividade acentuada.
Enchente	Existente	Verificar laudo hidrológico.

3.6. CONCLUSÃO

Considerando os dados levantados, a área em estudo oferece, de maneira geral, condições geológicas/geotécnicas adequadas para a ampliação da ocupação urbana, desde que sigam as condições e restrições aqui propostas, assim como, nos estudos técnicos presentes no processo em tela e nos laudos técnicos e condições de cada pedido específico de intervenção.

Considerando as avaliações de campo, a área urbana do município não apresenta condições que indiquem, de maneira geral, riscos graves e iminentes. No entanto, há risco de queda de blocos nos locais onde a rocha está exposta devido a alterações antrópicas, mas são pontos onde a altura é insignificante. Existe um ponto na ocupação da prefeitura onde um galpão corre risco iminente de queda, devendo ser removido e o talude readequado e protegido para conter o avanço da erosão no local, isso através de autorização e projetos próprios. Importante chamar a atenção ao ponto onde houve ruptura de uma via pública, e execução de uma contenção no arroio, devendo o mesmo ter manutenção e vistorias periódicas. Salientar também a necessidade de readequar as drenagens pluviais nos pontos de desague no arroio, com instalação de mecanismos de diminuição da velocidade do fluxo da água para minimizar a erosão provocada, e criar um plano de manutenção para as tubulações.

Considerando os dados de campo e as informações repassadas pelos moradores, deverá ser observado os apontamentos de riscos do laudo hidrológico, quanto a alagamentos e/ou inundação e/ou enchente. Nos demais aspectos, a área urbana, não apresenta aspectos associados a movimentos de massa, como trincas e/ou rachaduras, conforme relatos e verificações *in loco* (em benfeitorias, calçadas e ruas).

4. MEIO BIÓTICO

Neste capítulo será abordado o estudo biológico, contendo informações sobre a cobertura vegetal e a fauna nas Área de Preservação Permanente do perímetro urbano do município de Santo Antônio do Palma, com base em observações, relatos e bibliografia.

4.1.FLORA

4.1.1. A VEGETAÇÃO DO MUNICÍPIO

O município de Santo Antônio do Palma está localizado na região fitoecológica da Floresta Ombrófila Mista, com elementos das Florestas Estacional Decidual e Semidecidual.

De acordo com a Lei Federal nº 11.428/06, a área está inserida no Bioma Mata Atlântica, conforme demonstrado na figura 19, devido a formação florestal que recobre a região ser a Floresta Ombrófila Mista. No entanto, está fora da poligonal da Mata Atlântica, conforme Decreto Estadual nº 36.636/96. Nas regiões onde ainda existe, tendo sido reduzida a 12% de seu território original, a Mata Atlântica caracteriza-se pela exuberância e presença de espécies vegetais higrófitas, além de grande variedade de anfíbios, aves e mamíferos. As regiões deste bioma são muito suscetíveis a precipitação devido às elevações de suas serras e planaltos.

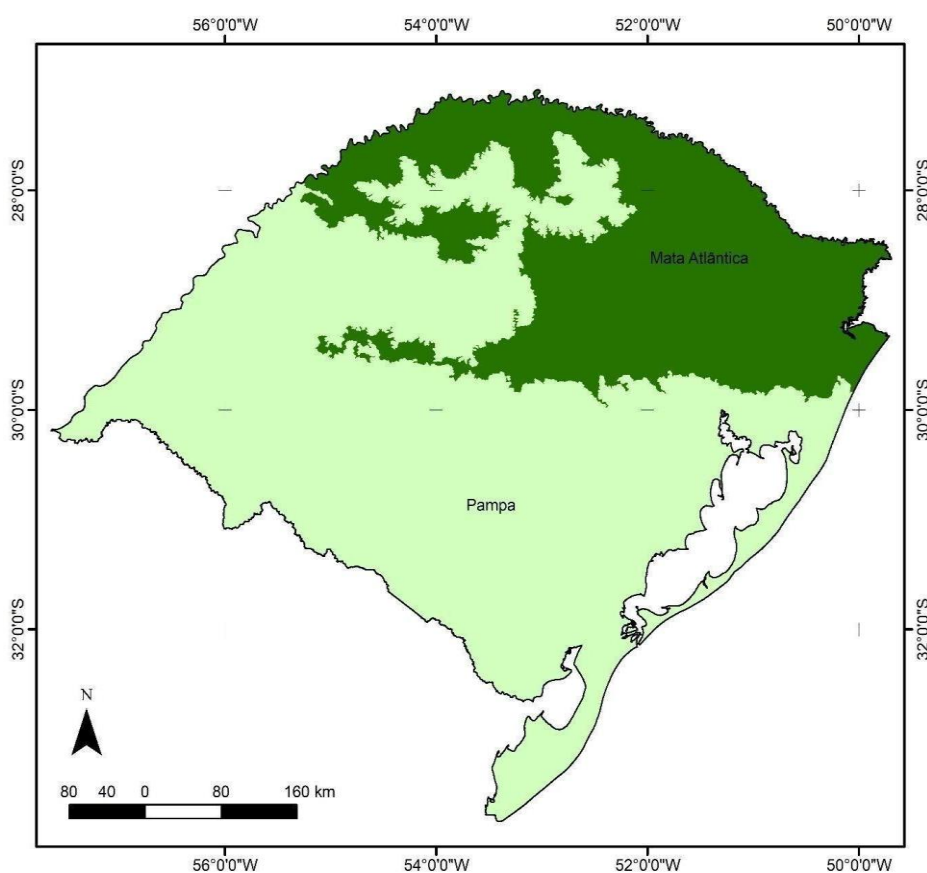
A Floresta Ombrófila Mista caracteriza-se pelas matas com araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. no estrato emergente, em associação com outras espécies nos demais estratos. As principais espécies encontradas são *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze, *Cryptocarya aschersoniana* Mez., *Ocotea pulchella* Mart., *Ocotea puberula* Nees, *Prunus myrtifolia* (L.) Urb., *Mimosa scabrella* Benth., entre outras, enquanto a submata é formada por *Lithraea brasiliensis* L. March., *Calyptrothos concinna* DC, *Myrceugenia euosma* (O. Berg) Legrand., *Myrciaria tenella* (DC.) Berg., *Ilex paraguariensis* St. Hil. e outras. Na porção sul dessa vegetação ocorre interpenetração com as Florestas Estacional Decidual e Semidecidual, com as quais faz limite, portanto podem ser encontrados elementos destas outras formações dentro da Floresta Ombrófila Mista, representados principalmente por *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Luehea divaricata* Mart., *Myrocarpus frondosus* Allemão, *Cabralea canjerana* (Vell) Mart. e *Patagonula americana* L.

A Floresta Ombrófila Mista, assim como a Mata Atlântica, já teve seus limites originais muito alterados pela ocupação humana, restando apenas uma parte do que existia originalmente. Atualmente existem raros remanescentes de florestas primárias, geralmente localizados em áreas de difícil acesso, o que se destaca é o predomínio de florestas secundárias originadas, em sua maior parte, pelo

abandono de lavouras após o esgotamento do solo devido ao manejo rudimentar feito pelos primeiros colonizadores. A modernização da agricultura e a utilização de áreas mais favoráveis ao emprego de maquinário, também favoreceram o abandono de pequenas lavouras e de trechos que exigem trabalho braçal.

Além do intenso desmatamento promovido pela colonização no sul do Brasil, a araucária despertava, e ainda desperta, grande interesse madeireiro. Tendo sido fortemente explorada, o que provocou uma drástica redução no número de exemplares, fazendo com que atualmente figure na lista das espécies ameaçadas de extinção, conforme a Lei Estadual nº 9.519/1992.

Figura 19: Biomas do Rio Grande do Sul.



Fonte: IBGE 2019.

4.1.2. METODOLOGIA UTILIZADA

O trabalho de campo foi realizado no dia 16 de março de 2023, figuras 20 e 21, por meio de caminhada para o reconhecimento geral da área e de seus arredores, bem como para identificar as espécies ocorrentes nas diferentes formas de cobertura vegetal.

A metodologia utilizada para o diagnóstico da vegetação da área de estudo baseou-se no método qualitativo, com a descrição das espécies presentes, somado com a classificação do estágio sucessional baseado na Resolução CONAMA nº 33/1994.

As espécies foram identificadas em campo, não sendo necessário realizar coletas de material vegetal para análise posterior. Para classificação das espécies vegetais usou-se a nomenclatura botânica atualizada pelo Projeto Flora do Brasil 2020, disponível em (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>).

Foram realizados 30 pontos de amostragem ao longo de todas as APP's existentes no perímetro urbano do município de Santo Antônio do Palma. Os pontos foram escolhidos através da análise prévia da cobertura vegetal, utilizando o Google Earth e a partir de mapas preliminares, elaborados com base nos dados cartográficos disponibilizados pela Prefeitura Municipal.

Figura 20: Trabalho técnico realizado no dia 16 de março de 2023.

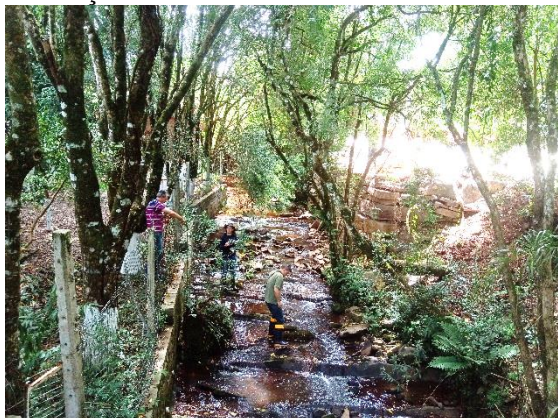


Figura 21: Trabalho técnico realizado no dia 16 de março de 2023.



4.1.3. RESULTADOS

Ao longo dos 30 pontos amostrados, apresentados na tabela 3 e figura 22, foi identificada, de forma geral, a presença de 55 espécies arbóreas, pertencentes a 30 famílias. Também pode-se perceber o aparecimento recorrente de 40 espécies arbustivas e/ou rasteiras, apresentadas nas tabelas 4 e 5. Ao todo, foram identificadas 63 espécies nativas e 32 espécies exóticas à vegetação do Rio Grande do Sul.

A partir da análise dos dados coletados classifica-se a vegetação em cinco grupos básicos, descritos como estágio inicial, estágio médio, estágio avançado de regeneração natural, árvores isoladas e banhado. Ainda, além dos grupos básicos, identificam-se subclassificações que não podem

ser desagregadas destes, uma vez que as áreas de preservação permanente do município formam um mosaico composto por pequenas formações vegetais nativas impactadas diretamente pela presença de monoculturas de espécies exóticas, espécies exóticas inseridas nos fragmentos remanescentes e antropização. A classificação de cada estágio encontra-se apresentado na tabela 3.

Tabela 3: Aqui são apresentados os pontos de amostragem de vegetação ao longo das APP's urbanas de Santo Antônio do Palma, apresentadas por Latitude, Longitude e sua classificação quanto à vegetação encontrada.

Ponto	Latitude	Longitude	Classificação
1	28°29'16.31"S	52° 1'30.55"W	Estágio inicial/*/NA
2	28°29'16.00"S	52° 1'27.00"W	Estágio médio/AN/ME
3	28°29'17.97"S	52° 1'31.46"W	Estágio inicial/*/NA
4	28°29'18.35"S	52° 1'32.56"W	Estágio inicial/*/NA
5	28°29'21.92"S	52° 1'27.09"W	Estágio médio/*/AN/ME
6	28°29'27.22"S	52° 1'29.34"W	Estágios médio/*/AN/ME
7	28°29'23.00"S	52° 1'30.00"W	Estágio inicial/*/AN/ME
8	28°29'13.00"S	52° 1'35.00"W	Estágio inicial/*/AN/ME
9	28°29'32.99"S	52° 1'29.96"W	Estágio médio/*/NA
10	28°29'38.13"S	52° 1'29.29"W	Estágio inicial/*/NA
11	28°29'39.47"S	52° 1'28.06"W	Estágio médio/*/NA
12	28°29'48.01"S	52° 1'26.57"W	Estágio inicial/*/NA
13	28°29'47.83"S	52° 1'24.41"W	Estágio médio/AN/ME
14	28°29'43.58"S	52° 1'28.24"W	Estágio inicial/*/NA
15	28°29'42.42"S	52° 1'28.57"W	AI/*/NA
16	28°29'42.71"S	52° 1'31.53"W	AI/*/NA
17	28°29'41.51"S	52° 1'36.61"W	Estágio inicial/*/AI/AN/ME
18	28°29'43.85"S	52° 1'38.41"W	Estágio inicial/*/NA
19	28°29'35.06"S	52° 1'16.37"W	Estágio avançado/AN/ME
20	28°29'52.98"S	52° 1'27.94"W	Banhado/*/NA
21	28°30'7.00"S	52° 1'28.00"W	Estágio avançado/*/NA
22	28°30'2.17"S	52° 1'26.68"W	Estágio médio/*/AN/ME
23	28°30'3.02"S	52° 1'25.45"W	Estágio inicial/*/AN/ME
24	28°29'57.94"S	52° 1'31.43"W	AI/*/NA
25	28°29'56.71"S	52° 1'33.40"W	AI/*/NA
26	28°29'54.19"S	52° 1'36.28"W	AI/*/NA

27	28°29'53.53"S	52° 1'38.74"W	Estágio inicial/*/AN/ME
28	28°29'52.94"S	52° 1'40.08"W	Estágio médio/*/NA
29	28°30'9.99"S	52° 1'18.39"W	Estágio inicial/AN/ME
30	28°30'3.81"S	52° 1'23.27"W	Estágio avançado/NA

Legenda: ME – monocultura de exóticas, * - Presença de espécies exóticas em meio à vegetação nativa, AN – Antropização, AI – Árvores isoladas.

Figura 22: Localização dos 30 pontos amostrados ao longo das APP's urbanas do município de Santo Antônio do Palma, conforme coordenadas apresentadas no tabela 3.



Tabela 4: Levantamento qualitativo da vegetação arbórea encontrada nas amostras feitas ao longo dos 30 pontos analisados nas APP's urbanas do município de Santo Antônio do Palma, representados por família botânica, espécie (nome científico), nome comum e sua origem.

Família	Espécie	Nome comum	Origem
Annonaceae	<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	Araticum	N
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	Erva-mate	N
	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	Aroeira brava	N
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Aroeira salsa	N
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira vermelha	N
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucária	N
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	N
Asteraceae	<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.	Vassourão branco	N
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê rosa	N
	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Ipê amarelo	E
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling &	Guajuvira	N
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Grandiúva	N
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Xaxim	N
Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i> L.f.	Caqui	E
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	Branquilho	N
	<i>Calliandra brevipes</i> Benth.	Caliandra	N
	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Farinha seca	N
Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Farinha seca	N
	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Bracatinga	N
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico	N
	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J.Presl	Canela canforeira	E
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela de cheiro	N
Lauraceae	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Canela sassafrás	N
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela guaicá	N
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	Canela-preta	N
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita cavalo	N
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	N
	<i>Melia azedarach</i> L.	Cinamomo	E
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	Amora	E+
	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	Sete-capotes	N
	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	E+
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cereja	N
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	N
	<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand	Guabiju	N
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Araçá	N
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	Ligustro	E+
Pinaceae	<i>Pinus</i> sp. L.	Pinus	E+

Poaceae	<i>Bambusa tacuara</i> Arechav.	Taquara	N
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Capororoquinha	N
	<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.	Capororoca	N
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Uva-do-Japão	E+
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nêspera	E+
	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Pêssego	E
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp. L.	Laranja	E
	<i>Citrus</i> sp. L.	Bergamota	E
	<i>Citrus</i> sp. L.	Limão	E
Salicaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica de cadela	N
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Guaçatonga	N
	<i>Salix babylonica</i> L.	Chorão	E
Sapindaceae	<i>Allophylu edulis</i> Hieron. ex Niederl.	Chal-chal	N
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá vermelho	N
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá branco	N
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-bravo	N
Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	Sete sangrias	N
Theaceae	<i>Camellia japonica</i> L.	Camélia	E

Legenda: N – nativa, E – exótica, + - espécie exótica invasiva.

Tabela 5: Levantamento qualitativo da vegetação herbácea/arbustiva recorrente nas amostras feitas ao longo dos 30 pontos analisados nas APP's urbanas do município de Santo Antônio do Palma, representados por família botânica, espécie (nome científico), nome comum e sua origem.

Família	Espécie	Nome comum	Origem
Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i> Malme	Caraguatá	N**
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Taro	E
Araliaceae	<i>Hedera helix</i> L.	Hera	E
Asparagaceae	<i>Yucca gigantea</i> Lem.	Yuca	E
Asteraceae	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Marcela	N
	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Vassourinha	N
	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	Carqueja	N
	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	Flor das almas	N
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Buva	N
	<i>Taraxacum officinale</i> Wiggers	Dente-de-leão	E
	<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão	E
Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.)	Unha de gato	N
Combretaceae	<i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz	Escova de macaco	N
Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp. L.	Trapoeaba.	N
Convolvulaceae	<i>Dichondra macrocalyx</i> Meisn	Corda de viola	N
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A.Mey.) Soják	Junco	N**
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium esculentum</i> (Kaulf.) Thomson	Samambaia do campo	N
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Mandioca	N
Fabaceae	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	Soja	E

Lamiaceae	<i>Leonurus japonicus</i> Houtt.	Chá de frade	E
Malvaceae	<i>Callianthe striata</i> (Dicks. ex Lindl.) Donnel	Lanterna chinesa	N
Melastomataceae	<i>Leandra regnellii</i> (Triana) Cogn	Pixirica	N
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i> L.	Uva de rato	E
Piperaceae	<i>Piper amalago</i> L.	Pariparoba	N
	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Gramma	E
	<i>Zea mays</i> L.	Milho	E
	<i>Cortaderia selloana</i> Asch. & Graebn.	Capim dos pampas	N
	<i>Paspalum conjugatum</i> P.J.Bergiu	Capim gordo	N
	<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv. ex Ham.)	Capim rabo de burro	N
	<i>Eragrostis polytricha</i> Nees	Capim peludo	N
Poaceae	<i>Eragrostis bahiensis</i> Schrad. ex Schult.	Capim açúcar	N
	<i>Cenchrus purpureus</i> (Schumach.)	Capim elefante	E
	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Capim bandeira	E
Rosaceae	<i>Rubus selowii</i> Cham. & Schltldl.	Amora	E
	<i>Rubus niveus</i> Thunb.	Framboesa	E
Talinaceae	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Beldroega	N
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	Urtigão	N
	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	Urtigão manso	N
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	Uva	E
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i> J.Koenig	Lírio do brejo	E+

Legenda: N – nativa, E – exótica, ** – vegetação característica de banhado, + – espécie exótica invasora.

Os fragmentos de vegetação em estágio inicial de regeneração foram os mais representativos nas amostragens, estando presentes em 13 amostras, correspondendo a 43,33% do total de pontos amostrados, conforme apresentados na tabela 6. Esta fisionomia define-se como a forma precursora da regeneração natural, normalmente caracterizada por espécies pioneiras que iniciam a ocupação do solo, distingue-se a vegetação herbácea/arbustiva, normalmente não ultrapassando os três metros de altura. A diversidade biológica nestes fragmentos tende a ser baixa, não apresentando serrapilheira significativa, o mesmo pode-se dizer sobre lianas e cipós que normalmente são ausentes. Os pontos que se enquadraram neste grupo básico foram 1, 3, 4, 7, 8, 10, 12, 14, 17, 18, 23, 27 e 29.

As amostragens caracterizadas como vegetação em estágio médio de regeneração natural somaram 26,67% do total de amostragens feitas e apresentadas na tabela 6, estando presentes nos pontos 2, 5, 6, 9, 11, 13, 22 e 28. A vegetação em estágio médio de regeneração é caracterizada como a sucessora da vegetação inicial, instalando-se quando o solo e a luminosidade já permitem que as espécies desta formação possam se desenvolver, normalmente com maior sombreamento. A diversidade biológica nesta fisionomia aumenta significativamente, com a presença de epífitas, cipós,

lianas e inúmeras espécies que atingem até oito metros de altura, formando dossel bem desenvolvido, sub-bosque significativo e serrapilheira presente.

A vegetação em estágio avançado representa o clímax das formações vegetais, quando a regeneração natural atinge seu pico. É caracterizada pela presença de espécies de grande porte, formando dossel superior bem definido, espécies emergentes formando sub-bosque em diferentes graus de desenvolvimento, podendo ou não ter vegetação herbácea. A biodiversidade é grande, com a presença de cipós lenhosos, epífitas, lianas e bromélias, além de serrapilheira abundante. Esta fisionomia de vegetação apareceu em três das 30 amostragens, nos pontos 19, 21 e 30, correspondendo a 10% do total de fragmentos analisados e apresentados na tabela 6.

As unidades amostradas caracterizadas como Árvores Isoladas estão diretamente ligadas ao avanço da antropização e da urbanização sobre as Áreas de Preservação Permanente do município, tendo a ocupação do solo às margens dos cursos hídricos impactado na forma como a vegetação se desenvolveu e/ou se recompôs, assim como o próprio avanço das ferramentas humanas no meio ambiente fez com que estas áreas se adaptassem. A forte antropização fez com que os fragmentos florestais dessem espaço a arruamentos e unidades familiares, comércio, arborização urbana e outras construções, deixando que alguns indivíduos arbóreos continuassem se desenvolvendo isoladamente ou mesmo inserindo indivíduos isolados, o que fez com que 16,67% dos pontos amostrados, cinco unidades amostrais, apresentadas como 15, 16, 24, 25 e 26, apresentassem este tipo de vegetação, conforme descrito na tabela 6. O fenômeno da antropização está presente em 100% das unidades amostradas, conforme apresentado na tabela 7, impactando e influenciando diretamente no desenvolvimento da vegetação como um todo, visto ser uma constante de perturbação ao meio ambiente.

Uma amostragem, a n° 20, com representatividade de 3,33% das parcelas do estudo, na tabela 6, diz respeito a um banhado. Esses ecossistemas são definidos pela presença de água rasa sob a superfície ou solo saturado, o que induz a presença de relativamente baixa diversidade biológica, com grande número de endemismos, além de espécies de animais e plantas adaptados a este tipo de ambiente. Essas áreas apresentam grande quantidade e acúmulo de matéria orgânica, chamados depósitos paludiais (folhas, troncos e sistema radicular, com até 66,5% de matéria orgânica em sua composição), provenientes, em sua maior parte, de vegetais em decomposição. Este ambiente tem grande importância nos ecossistemas uma vez que armazena muita água, logo, quando há seca, a água

é liberada aos poucos, garantindo suprimento para a fauna, para a flora e para todo ambiente que está próximo a esta região.

As espécies vegetais exóticas são um importante ponto a ser considerado para este estudo, uma vez que 23 amostras apresentaram pelo menos uma espécie exótica em meio à vegetação nativa e 11 amostras apresentaram a monocultura de espécies exóticas em seu entorno, como pinus e soja, presentes em 80% e 40%, respectivamente, das parcelas amostradas e apresentadas na tabela 7. As espécies exóticas desenvolvem-se com significativas taxas de crescimento, reprodução e dispersão, nem sempre a sua presença em determinado ambiente natural é problemática, entretanto elas podem representar problemas quando se tornam invasoras, isto é, quando já estão estabelecidas no hábitat nativo e se expandem a ponto de ameaçar a biodiversidade do local, os ecossistemas, os ambientes ou mesmo outras espécies, de acordo com a Convenção da Diversidade Biológica, aprovada pelo Decreto Legislativo nº 02 de 03/02/1994 e promulgada pelo Decreto nº 2.519 de 16/03/1998.

Tabela 6: Percentual de representatividade de cada grupo básico no total de amostras feitas ao longo das APP's urbanas do município de Santo Antônio do Palma.

Grupo básico	Quantidade de Amostras	%
Estágio inicial	13	43,33
Estágio médio	8	26,67
Estágio avançado	3	10
Árvores isoladas	5	16,67
Banhado	1	3,33
Total	30	100

Tabela 7: Porcentagem de aparecimento das influências analisadas sobre o total de 30 amostragens feitas ao longo das APP's urbanas do município de Santo Antônio do Palma.

Influências consideradas	Amostras	%
Antropização	30	100
Espécies exóticas	24	80
Monocultura de exóticas	10	40

4.1.4. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DO LAUDO DE COBERTURA VEGETAL

Figura 23: Ponto 1 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas e sinais de antropização.



Figura 24: Ponto 2 – vegetação em estágio médio, antropização e monocultura de espécie exótica (Eucalipto).



Figura 25: Ponto 3 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas e forte antropização.



Figura 26: Ponto 4 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas e antropização.



Figura 27: Ponto 5 – vegetação em estágio médio, espécies exóticas, antropização e monocultura de espécies exóticas (soja).



Figura 28: Ponto 6 – vegetação em estágio médio, espécies exóticas, antropização e monocultura de espécies exóticas (milho).



Figura 29: Ponto 7 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas, sinais de antropização e monocultura de espécies exóticas (soja).



Figura 30: Ponto 8 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas, antropização e monocultura de espécies exóticas (soja).



Figura 31: Ponto 9 – vegetação em estágio médio, espécies exóticas e sinais de antropização.



Figura 32: Ponto 9 – vegetação em estágio médio, espécies exóticas e sinais de antropização.

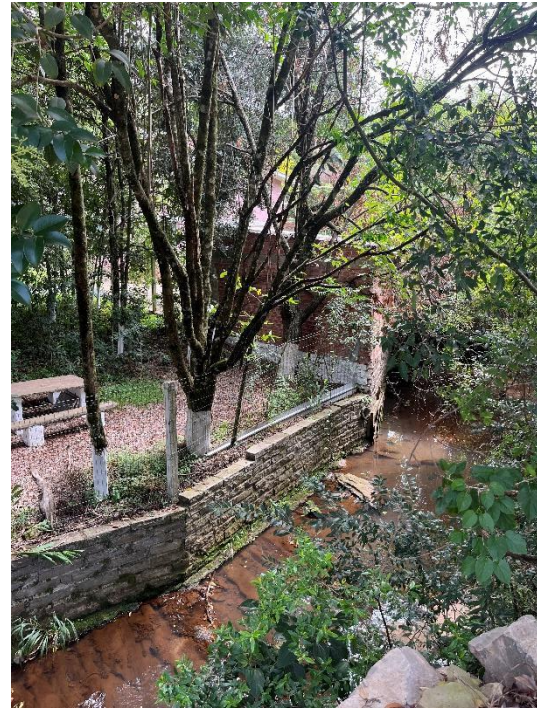


Figura 33: Ponto 10 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas e forte antropização.



Figura 34: Ponto 11 – vegetação em estágio médio, espécies exóticas e sinais de antropização.



Figura 35: Ponto 12 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas e forte antropização.



Figura 36: Ponto 13 – vegetação em estágio médio, monocultura de espécie exótica (Pinus) e sinais de antropização.

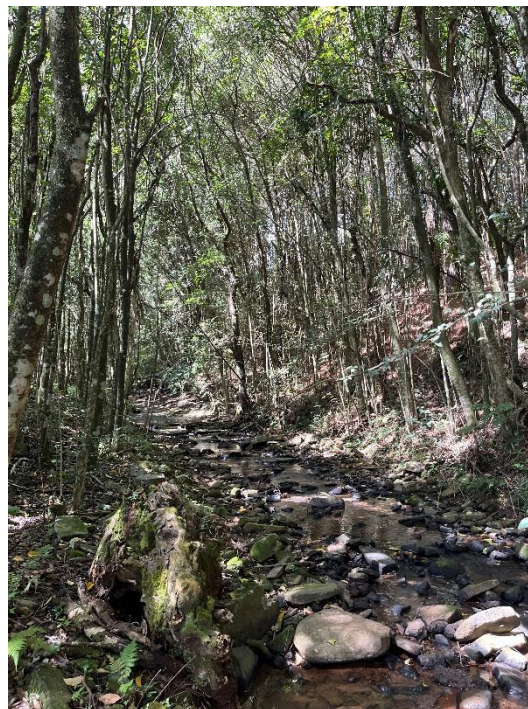


Figura 37: Ponto 14 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas e antropização.

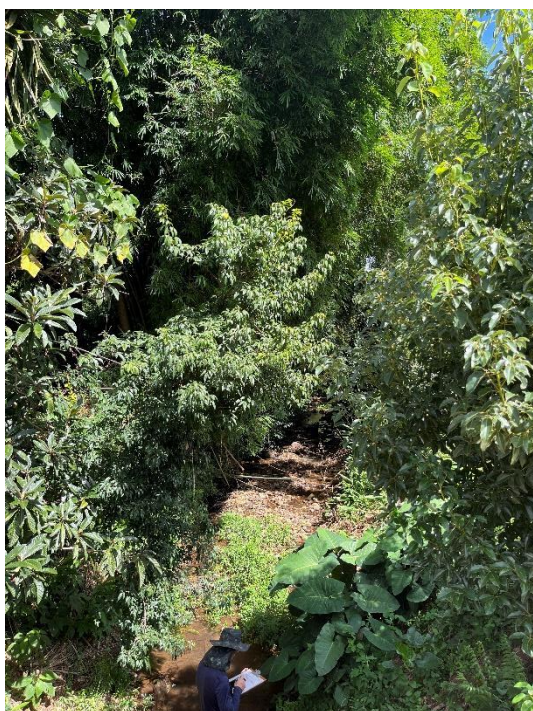


Figura 38: Ponto 15 – árvores isoladas, espécies exóticas antropização.

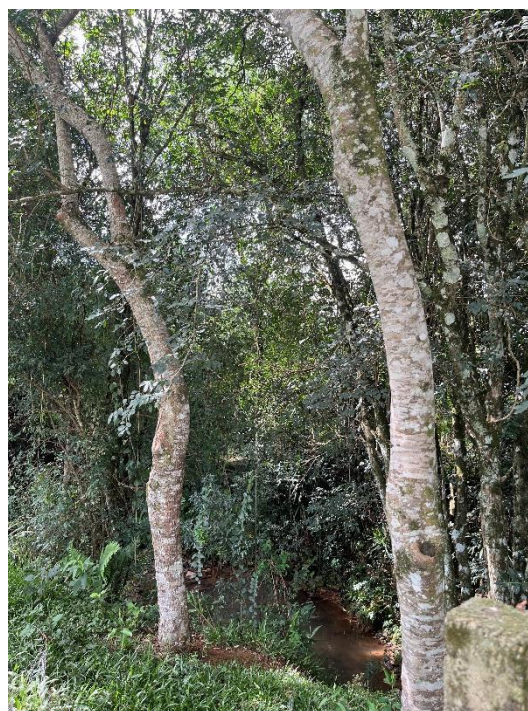


Figura 39: Trecho entre os pontos 15 e 16 – vegetação predominantemente exótica e forte antropização.



Figura 40: Ponto 16 – árvores isoladas, espécies exóticas e forte antropização.



Figura 41: Trecho entre os pontos 16 e 17 – árvores isoladas, predominância de espécies exóticas e forte antropização.



Figura 42: Ponto 17 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas, sinais de antropização e monocultura de espécies exóticas (milho)



Figura 43: Trecho subsequente ao Ponto 17 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas e antropização.



Figura 44: Ponto 18 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas e antropização.



Figura 45: Ponto 19 – vegetação em estágio avançado, monocultura de espécies exóticas (Pinus) e antropização.

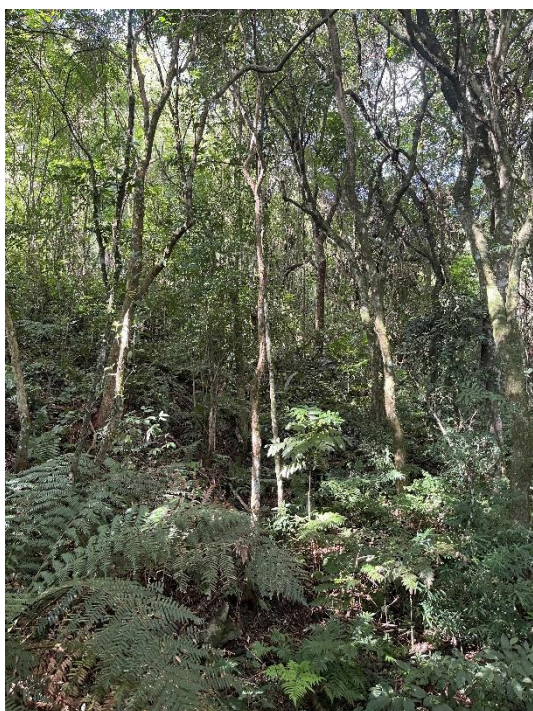


Figura 46: Trecho entre os pontos 19 e 11 – canalização do curso hídrico, forte antropização e arborização urbana.



Figura 47: Ponto 20 – Banhado.



Figura 48: Ponto 21 – vegetação em estágio avançado, espécies exóticas e antropização.



Figura 49: Nascente protegida encontrada dentro do fragmento florestal em estágio avançado de regeneração natural apresentado como Ponto 21.



Figura 50: Trecho entre os pontos 21 e 22 – área aberta, antropização e monocultura de espécies exóticas (soja).



Figura 51: Ponto 22 – vegetação em estágio médio, espécies exóticas, monocultura de espécies exóticas (soja) e antropização.

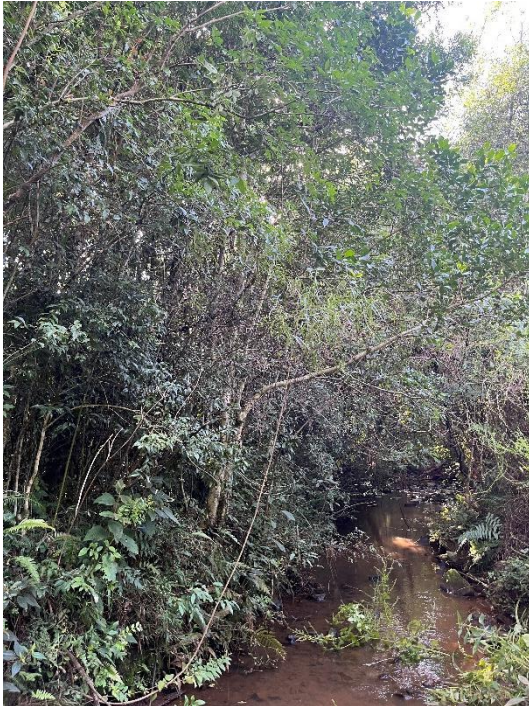


Figura 52: Ponto 23 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas, monocultura de espécies exóticas (soja) e antropização.



Figura 53: Ponto 24 – árvores isoladas, espécies exóticas e forte antropização.



Figura 54: Ponto 25 – árvores isoladas, espécies exóticas e forte antropização.



Figura 55: Ponto 28 – vegetação em estágio médio, espécies exóticas e antropização.



Figura 56: Ponto 29 – vegetação em estágio inicial, espécies exóticas, monocultura de espécies exóticas (soja) e antropização.



Figura 57: Ponto 29 – vegetação em estágio inicial, monocultura de espécies exóticas (Pinus) e antropização.

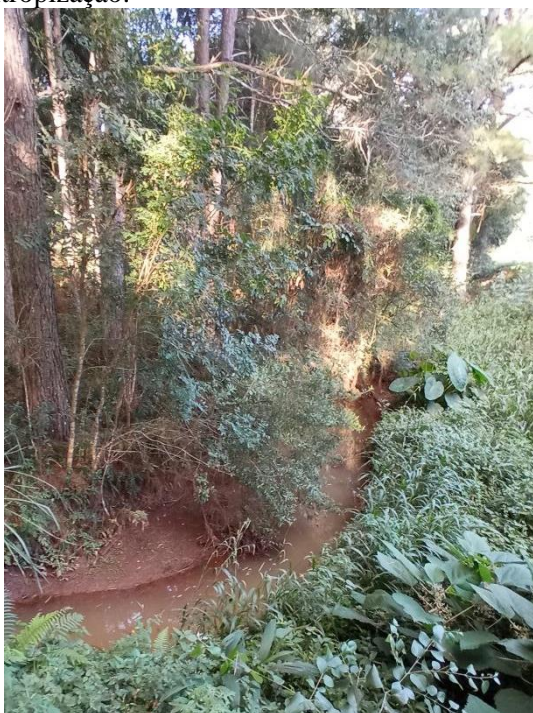
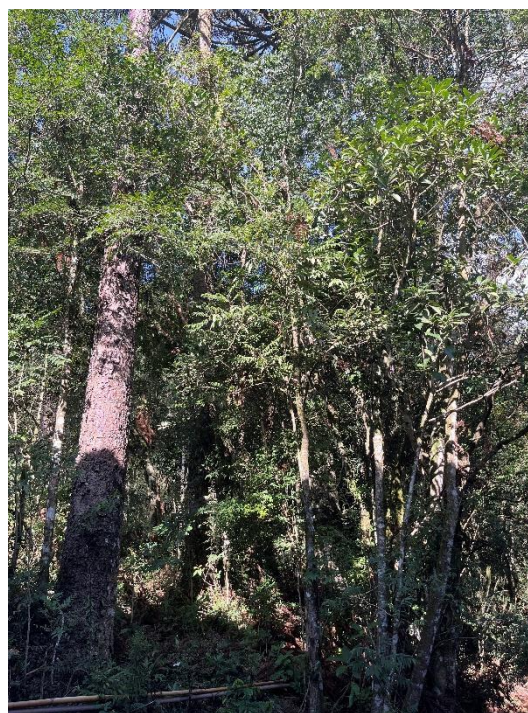


Figura 58: Ponto 30 – vegetação em estágio avançado e antropização.



4.2.LAUDO DE FAUNA

Como já mencionado, o município de Santo Antônio do Palma está localizado na região fitoecológica da Floresta Ombrófila Mista, com elementos das Florestas Estacional Decidual e Semidecidual. Estas formações vegetais abrigam uma grande variedade de animais, que se desenvolvem a partir da utilização do refúgio vegetal, do alimento e dos corredores formados pelos fragmentos remanescentes nestas formações.

Sabe-se que o Rio Grande do Sul abriga uma ampla variedade de espécies em sua fauna, englobando mais de 700 espécies de aves e 100 de mamíferos, muitas delas endêmicas e ainda ameaçadas de extinção.

Muitos animais não se restringem a um único ambiente, podendo deslocar-se por uma grande área dentro do território gaúcho, apresentando assim um grande mosaico de distribuição das espécies.

As matas de araucárias como são comumente chamadas as formações da Floresta Ombrófila Mista abrigam algumas espécies que se beneficiam do pinhão, oriundo da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, podendo-se citar a cutia (*Dasyprocta aguti*), a gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*) e o migratório papagaio-charão (*Amazona pretrei*).

4.2.1. METODOLOGIA

Para a obtenção de dados referente às espécies com provável ocorrência na região de Santo Antônio do Palma foram realizados dois tipos de pesquisa e empregado o método de caminhamento por transecto não linear na área de estudo.

O primeiro método consistiu na listagem de espécies por meio de dados bibliográficos, compilando informações oriundas de livros, artigos científicos, dissertações e teses produzidos na região. De maneira geral buscou-se também referências bibliográficas de outros municípios e estados do sul do Brasil que apresentassem fitofisionomias e características ambientais semelhantes.

O segundo método utilizado foi o de Avaliação Ecológica Rápida (AER), onde os dados gerados são obtidos durante vistorias *in loco* e estas foram realizadas no concomitantemente ao levantamento de flora anteriormente descrito.

Para a classificação das espécies da fauna consideradas ameaçadas de extinção foi utilizada a Lista Vermelha da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), além da Portaria IBAMA n° 444/2014, que reconhece a Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de

Extinção e do Decreto Estadual nº 51.797/2014, que declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul.

4.2.2. RESULTADOS

Considerando-se os registros visuais (pegadas, vocalização ou ninho) e os dados constantes na literatura, podem e/ou poderão ser encontradas no perímetro das Áreas de Preservação Permanente urbanas do município de Santo Antônio do Palma 52 espécies de aves, 14 espécies de répteis e anfíbios e 14 espécies de mamíferos, conforme descrito na tabela 8.

A matriz da paisagem que compõe a área de estudo, bem como seu entorno, é composta basicamente por fragmentos de Floresta Ombrófila Mista descaracterizados e ocupados pela agricultura, pela monocultura de espécies exóticas e pelo avanço urbano, o que provavelmente dificulta que a fauna se desenvolva de forma constante e contínua, no entanto, estes fragmentos podem servir como corredores ecológicos, uma vez que se encontram em meio a grandes remanescentes florestais.

A ocorrência de espécies de grande porte da mastofauna e de espécies ameaçadas torna-se difícil nestes fragmentos, uma vez que são fragmentos pequenos e antropizados, tornando mais provável o aparecimento destes animais em regiões com maior concentração de vegetação ciliar.

Tabela 8: Espécies de aves, anuros e mamíferos presentes e/ou de ocorrência ao longo das APP's urbanas do município de Santo Antônio do Palma.

Classe	Família	Espécie	Nome comum	Registro	
A VI FA U N A	Anatidae	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	Ananaí	Vocalização	
	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garça pequena	Bibliografia	
	Cardinalidae	<i>Cyanoloxia brissonii</i>	Azulão	Bibliografia	
	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Urubu	Visualização	
	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	Visualização	
	Columbidae		<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha roxa	Bibliografia
			<i>Columba picazuro</i>	Asa-branca	Bibliografia
			<i>Columbina picui</i>	Rolinha-picuí	Vocalização
			<i>Zenaida auriculata</i>	Avoante	Vocalização
	Corvidae	<i>Cyanocorax caeruleus</i>	Gralha-azul	Bibliografia	
	Cuculidae		<i>Coccyzus melacoryphs</i>	Papa-lagarta	Bibliografia
			<i>Guira guira</i>	Anu-branco	Visualização
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	Visualização		

Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Carcará	Bibliografia
	<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro	Bibliografia
Fringillidade	<i>Spinus magellanica</i>	Pintassilgo	Bibliografia
Furnariidae	<i>Sclerurus scansor</i>	Vira-filha	Bibliografia
	<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro	Visualização
	<i>Leptasthenura setaria</i>	Grimpeiro	Visualização
	<i>Lochmias nematura</i>	João-de-porca	Visualização
Icteridae	<i>Cacicus haemorrhous</i>	Guache	Bibliografia
	<i>Molothrus bonariensis</i>	Vira bosta	Bibliografia
	<i>Gnorimopsar chopi</i>	Chupin	Bibliografia
Nyctibiidae	<i>Nyctibius griseus</i>	Urutau	Bibliografia
Parulidae	<i>Setophaga pitayumi</i>	Mariquita	Visualização
Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	Visualização
	<i>Veniliornis spilogaster</i>	Pica-pau carijó	Bibliografia
Picidae	<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau do campo	Visualização
	<i>Colaptes melanochloros</i>	Pica-pau-verde-barrado	Visualização
Psittacidae	<i>Amazona vinacea</i>	Papagaio-peito-roxo	Bibliografia
	<i>Pionus maximiliani</i>	Maritaca	Bibliografia
	<i>Amazona pretrei</i>	Papagaio charão	Bibliografia
Ramphastidae	<i>Ramphastos dicolorus</i>	Tucano de bico verde	Bibliografia
Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	Corujinha do mato	Bibliografia
	<i>Athene cunicularia</i>	Coruja buraqueira	Bibliografia
Thraupidae	<i>Hemithraupis quira</i>	Saíra-de-papo-preto	Visualização
	<i>Saltator similis</i>	Trinca-ferro	Vocalização
	<i>Sporophila caerulescens</i>	Coleirinho	Vocalização
	<i>Tersina viridis</i>	Saí-andorinha	Vocalização
Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cavennensis</i>	Coró-coró	Visualização
	<i>Theristicus caudatus</i>	Curicaca	Vocalização
Trochilidade	<i>Leucochloris albicollis</i>	Beija-flor-papo-branco	Bibliografia
	<i>Thalurania glaucopis</i>	Beija-flor violeta	Bibliografia
Turdidae	<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	Visualização
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca	Vocalização
Tyrannidae	<i>Machetornis rixosus</i>	Suiriri-cavaleiro	Bibliografia
	<i>Satrapa icterophrys</i>	Suiriri-pequeno	Bibliografia
	<i>Megarhynchus pitangua</i>	Nei-nei	Bibliografia
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	Bibliografia

		<i>Empidonomus varius</i>	Peitiça	Bibliografia
		<i>Tyrannus savana</i>	Tesourinha	Visualização
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	Visualização
Class e	Família	Espécie	Nome comum	Registro
H E R P E T O F A U N A	Colubridae	<i>Chironius bicarinatus</i>	Cobra-cipó	Bibliografia
	Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura schreibersii</i>	Lagartixa-marrom	Bibliografia
	Hylidae	<i>Dendropsophus minutus</i>	Pererequinha-do-brejo	Bibliografia
		<i>Boana faber</i>	Rã martelo	Bibliografia
		<i>Scinax fuscovarius</i>	Perereca-de-banheiro	Bibliografia
	Leptodactylidae	<i>Physalaemus biligonigerus</i>	Rã-chorona	Bibliografia
		<i>Pseudopaludicola falcipes</i>	Rãzinha	Bibliografia
		<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rã-assobiadeira	Bibliografia
		<i>Leptodactylus gracilis</i>	Rã	Bibliografia
		<i>Physalaemus cuvieri</i>	Rã cachorro	Bibliografia
	Odontophrynidae	<i>Odontophrynus americanus</i>	Sapo de jardim	Bibliografia
	Teiidae	<i>Salvator merianae</i>	Lagarto-de-papo-amarelo	Visualização
	Viperidae	<i>Bothrops jararaca</i>	Jararaca	Bibliografia
		<i>Bothrops pubescens</i>	Jararaca-pintada	Bibliografia
	Class e	Família	Espécie	Nome comum
M A S T O F A U N A	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Graxaim-do-mato	Pegada
	Caviidae	<i>Cavia aperea</i>	Preá	Visualização
	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Veado-mateiro	Bibliografia
	Chlamyphoridae	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu	Toca
	Cuniculidae	<i>Agouti paca</i>	Paca	Bibliografia
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta aguti</i>	Cutia	Bibliografia
	Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	Bibliografia
	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Gambá	Bibliografia
	Erethizontidae	<i>Coendou spinosus</i>	Ouriço	Bibliografia
	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Lebre	Bibliografia
	Mustelidae	<i>Galictis cuja</i>	Furão	Bibliografia
	Phyllostomidae	<i>Sturnira lilium</i>	Morcego-frugívoro	Bibliografia
	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão pelada	Bibliografia
		<i>Nasua nasua</i>	Quati	Pegada

4.2.3. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DO LAUDO DE FAUNA

Figura 59: Ponto 05 – representa a fragmentação e a perturbação de monocultura exótica em um pequeno núcleo de vegetação, o que dificulta o aparecimento e desenvolvimento da fauna.



Figura 60: Ponto 21 – Vegetação em estágio avançado, apresentando dossel formado por *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, e sub-bosque bem desenvolvido, que possivelmente serve de abrigo à fauna



4.3. CONCLUSÃO

Considerando os dados sobre o meio biótico, conclui-se que a matriz da paisagem urbana do município de Santo Antônio do Palma é composta majoritariamente por áreas antropizadas devido ao avanço da ocupação humana, com a presença de pequenos fragmentos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista que compõem pequena parte das APP's e estas, possivelmente servem como corredor ecológico às espécies da fauna listadas.

Entende-se por APP, considerando o que diz a lei 12.651/2012, “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”, logo, as áreas de APP na área urbana do município de Santo Antônio do Palma, no geral, não cumprem esta função ecológica, apresentando, em sua maior parte, grandes perturbações e alterações irreversíveis. A vegetação como um todo se apresenta

alterada e mesmo nas áreas onde as manchas foram classificadas como estágio médio e avançado de regeneração, foi possível observar algum grau de perturbação, seja pelo efeito de borda causado por lavouras ou pelo plantio de monoculturas de espécies exóticas. Desta forma, ratifica-se o fato de que as APP's não estão cumprindo totalmente seu papel no ambiente.

Os resultados obtidos são de fácil entendimento, uma vez que o estudo trata justamente de Áreas de Preservação Permanente do perímetro urbano do município, logo, áreas totalmente ocupadas e alteradas ao longo dos anos.

Analisando os dados apresentados neste capítulo, conclui-se que a vegetação remanescente apresenta inúmeros exemplares de espécies exóticas, algumas delas invasoras. Neste sentido, o poder público deverá realizar orientações e esclarecimentos para a comunidade quanto aos problemas relacionados à ocorrência de espécies exóticas invasoras. Ainda, o poder público deverá adotar procedimentos visando a supressão destes espécimes ao longo dos cursos hídricos a fim de evitar a proliferação das citadas espécies invasoras.

Pode-se concluir que o meio biótico na área urbana analisada sofreu e continuamente sofre influência da ocupação antrópica, sendo irreversíveis a grande maioria dos impactos, visto que já descaracterizaram todos os pontos de APP's analisados. Recomenda-se que o poder público adote medidas que visem a recomposição da mata ciliar nos pontos possíveis, aqueles não tubulados e não construídos, que atualmente contam com pequenas faixas de vegetação, a fim de recuperar de 5 a 10 metros da formação vegetal nos taludes, conforme a indicação do mapa em anexo (folha 2/2) e, em especial, sugere-se a adoção de medidas a fim de preservar e recuperar os cursos hídricos e suas APP's nos pontos não ocupados, mantendo a faixa de preservação e não ocupação em 30 metros, principalmente em pontos importantes para a manutenção da biodiversidade e de cursos hídricos, como é o caso das nascentes, dos banhados e das formações em estágio avançado de desenvolvimento.

5. ESTUDO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

5.1. INTRODUÇÃO

Os estudos hidrológicos e hidráulicos compreendem análises sobre diversos fatores a fim de determinar as condições atuais, e tentar prever as futuras, dos cursos hídricos e das microbacias delimitadas na cidade. Além do mais, os estudos nestas áreas também identificarão os pontos com potenciais riscos hidrológicos.

O estudo hidrológico realizou análise sobre a precipitação e as vazões nos diferentes cursos hídricos da cidade. Realizou-se análise sobre os registros históricos das precipitações e o cálculo do Tempo de Retorno para as precipitações máximas considerando os tempos de retorno de 5, 10, 20, 50 e 100 anos. A escolha destes tempos de retorno se baseou no “Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem”, publicação IPR – 715/2005 e normas vigentes para serviços dessa natureza. Para a realização da análise das vazões máximas, realizou-se caracterização da bacia hidrográfica e das características de cada curso hídrico existente na cidade. A análise sobre as vazões máximas considerou os tempos de retorno de 5, 10, 20, 50 e 100 anos. Também, realizou-se a análise sobre as áreas de risco para inundação e/ou enchentes e/ou enxurradas.

O estudo hidráulico compreendeu a análise sobre todas as tubulações, pontes, galerias e canais existentes nos cursos hídricos da cidade. Avaliou-se as máximas vazões que cada um destes equipamentos suporta e comparou-se com as vazões máximas nos diferentes tempos de retorno.

5.2. OBJETIVO

O objetivo do estudo hidrológico é realizar análise sobre as precipitações históricas e determinar as vazões máximas dos cursos hídricos presentes na área urbana do município de Santo Antônio do Palma, para diferentes tempos de retorno. Ainda, pretende-se realizar a caracterização da bacia hidrográfica, determinação do perfil dos cursos hídricos e estudos hidráulicos de capacidade de escoamento para os TRs. Quanto aos estudos hidráulicos, objetiva-se analisar a situação atual dos canais, dos problemas encontrados e possíveis soluções.

5.3. ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

5.3.1. FONTE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

A análise do índice pluviométrico iniciou pela busca por estações pluviométricas no município e entorno. No município de Santo Antônio do Palma não há nenhuma estação pluviométrica com

dados disponíveis no HidroWeb. Desta forma, procedeu-se a busca por estações no entorno. As estações mais próximas e com registros maiores que 30 anos são a estação Passo Migliavaca (02851022), Trinta e Cinco (02851028) e Vilta Três Passos (02852031).

A estação Passo Migliavaca encontra-se em altitude de 380m e distante 20,5km da cidade de Santo Antônio do Palma. Apresenta registros históricos de 1957 a 2006, ou seja, com 49 anos de registros pluviométricos. A estação Trinta e Cinco encontra-se em altitude de 650m e a pouco mais de 20km da cidade de Santo Antônio do Palma, no município de David Canabarro. Apresenta registros de 1962 a 2012, sendo série com 50 anos de dados. Já a estação Vila Três Passos encontra-se na altitude de 510m e cerca de 33km de distância da cidade de Santo Antônio do Palma. Esta possui dados históricos de 1959 a 2012, sendo 53 anos de registros históricos de precipitações. Abaixo um resumo das estações, disponibilizado pelo site hidroweb.

Figura 61: Informações da estação Vila Três Passos (02852031).

Dados Estação	
Código	2852031
Nome Estação	VILA TRÊS PASSOS
Código Adicional	
Bacia	8 - ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE
SubBacia	85 - RIO JACUÍ
Rio	
Estado	RIO GRANDE DO SUL
Município	MARAU
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-28.4808
Longitude	-52.3667
Altitude (m)	510
Área de Drenagem (Km²)	

Figura 62: Informações da estação Trinta e Cinco (02851028).

Dados Estação	
Código	2851028
Nome Estação	TRINTA E CINCO
Código Adicional	
Bacia	8 - ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE
SubBacia	86 - RIO TAQUARI
Rio	
Estado	RIO GRANDE DO SUL
Município	DAVID CANABARRO
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-28.3911
Longitude	-51.8489
Altitude (m)	650
Área de Drenagem (Km²)	

Figura 63: Informações da estação Passo Migliavaca (02851022).

Dados Estação	
Código	2851022
Nome Estação	PASSO MIGLIAVACA
Código Adicional	
Bacia	8 - ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE
SubBacia	86 - RIO TAQUARI
Rio	
Estado	RIO GRANDE DO SUL
Município	CASCA
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-28.6194
Longitude	-51.8667
Altitude (m)	380
Área de Drenagem (Km²)	

Fonte: Hidroweb - ANA

A cidade de Santo Antônio do Palma está localizada na altitude aproximada de 680m, estando sua área urbana num baixio topográfico. Através da delimitação dos polígonos de Thiessen foi possível determinar a zona de influência de cada estação. Desta forma, tem-se maior peso as estações que se encontram mais próximas da área de estudo. Tendo esta delimitação como base, percebe-se que as estações de Trinta e Cinco e Migliavaca possuem maior influência sobre a cidade de Santo Antônio do Palma. Ainda, para afinar ainda mais a importância de cada estação, atribuiu-se peso maior para a estação Trinta e Cinco visto que a mesma se encontra em altitude muito próxima a

altitude da cidade. Assim, foi possível gerar uma série de dados pluviométricos para a cidade, bem como realizar a determinação das precipitações máximas.

5.3.2. PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS E RELAÇÃO I-D-F

A análise da precipitação máxima para uma determinada área, urbana ou não, é importante para identificar as condições de risco e impacto sobre a drenagem. Tendo como base a distribuição temporal e espacial da precipitação máxima, além das características da bacia hidrográfica, é possível determinar o hidrograma correspondente. Este é característico do escoamento ao longo do tempo de uma determinada seção de um curso hídrico. Realizando o ajuste dos parâmetros de modelos hidrológicos de escoamento superficial, é possível obter o hidrograma de projeto. Sendo assim, conhecendo o hidrograma de projeto é possível conhecer o risco de vazões máximas. O hidrograma de projeto pode ser obtido através de métodos diretos (registros pluviométricos) ou métodos indiretos (basicamente pela transformação da precipitação em vazão).

Os métodos indiretos são empregados em caso de escassez ou inexistência de registros de vazões no local desejado. Consistem na transformação da precipitação ocorrente sobre uma bacia em vazão. Esta transformação pode ser feita através de modelos puramente empíricos, no qual as relações matemáticas não possuem relação com o comportamento físico dos processos, ou por modelos físicos ou conceituais. No presente caso, não se tem registros de vazões para a região de estudo. Sendo que, a precipitação se constitui na causa direta do hidrograma de projeto, portanto, utilizou-se dados de precipitação para determinação das vazões máximas.

As chuvas intensas, também chamadas de chuvas ou precipitação de projeto, caracterizam-se pela variabilidade temporal associada a uma determinada probabilidade de ocorrência. Geralmente, quanto mais intensas, mais raras são as chuvas. As precipitações de curta duração e de alta intensidade são o tipo que mais contribui para vazões significativas em bacias de drenagens puramente urbanas e, frequentemente, pequenas. Conhecer a relação de Intensidade (I), duração (D) e frequência (F) é imprescindível para projetos de drenagem urbana. Assim, com base nos eventos ocorridos no passado, é possível estimar a intensidade máxima de uma determinada chuva, com determinada duração e com certo tempo de retorno. Trata-se das relações I-D-F, ou curva I-D-F.

Como mencionado anteriormente, a cidade de Santo Antônio do Palma não possui dados de precipitações. Desta forma, utilizou-se as estações mencionadas acima para determinação da relação I-D-F para a cidade. Abaixo a equação I-D-F genérica.

$$I = \frac{a \times Tr^b}{(t + c)^d}$$

Em que: I = intensidade da precipitação em mm.h/dia; Tr é o tempo de retorno em anos; t é a duração em minutos; a, b, c e d são parâmetros ajustados para cada localidade ou estação de medição.

A equação I-D-F para a cidade foi calculada utilizando dados da precipitação máxima diária anual entre 1974 e 2006, ajustada para o Município. Os registros anuais foram inseridos na ferramenta *Genetic Algorithm Methodology* – GAM for IDF, produzida pelo Grupo de Pesquisa em Hidrologia e modelagem hidrológica em bacias hidrográficas da UFPEL. A IDF foi gerada utilizando a função automática com melhor ajuste de Função Densidade de Probabilidade – FDP. O ajuste apresentou 0,9975 para Nash – *Sutcliffe*, sendo que quanto mais próximo de 1 melhor é o ajuste. A seguir encontra-se a equação I-D-F para a cidade de Santo Antônio do Palma, tendo como base a série de chuvas ajustada:

$$I = \frac{687,835 \times TR^{0,190}}{(t + 9,214)^{0,707}}$$

Tendo como base a equação I-D-F para a cidade de Santo Antônio do Palma, calculou-se a intensidade da precipitação para diferentes durações e tempos de retorno. Os resultados encontram-se apresentados na tabela 9.

Tabela 9: Resultados das intensidades das precipitações para os diferentes tempos de retorno e durações de chuva.

Duração (min.)	Intensidade precipitação (mm/h)					
	TR 2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos
1440	4,6	5,5	6,2	7,1	8,5	9,6
360	12	14,3	16,4	18,7	22,2	25,4
60	39,3	46,8	53,4	60,9	72,5	82,8
30	58,7	69,9	79,8	91	108,4	123,6
20	72,3	86,1	98,2	112,1	133,4	152,2
15	82,6	98,3	112,2	128	152,3	173,8
10	97,2	115,7	132,1	150,7	179,4	204,7
5	120,3	143,2	163,4	186,5	222	253,3

Conforme informações dos moradores e de pesquisa histórica, o maior evento recente de inundação na cidade ocorreu em 20 de outubro de 2016. Alguns moradores relataram que tiveram as águas dos arroios do centro invadindo suas residências. A lâmina de água no interior das construções

variou bastante conforme a localização. Também o posto central teve água em seu interior. Conforme relatos, neste evento ocorreu um represamento das águas na galeria que atravessa a ferrovia. Isso ocasionou o acúmulo de água a montante. O município não dispõe de estação pluviométrica com registros. A título de comparação, usou-se os dados da estação de Campo do Meio, localizada a 18km da área urbana de Santo Antônio do Palma. Mas os registros de precipitação que antecederam esta data foram 25,6mm no dia 16, 9,6mm no dia 17, 56,2mm no dia 18, 96,3mm no dia 19 e 69,2mm no dia 20. No acumulado, foram 256,9mm em apenas 5 dias e o acumulado do mês de outubro de 2016 foi de 412,9mm para esta estação. Valor consideravelmente superior para a média do mês. Na imagem abaixo é possível observar a situação da cidade no evento ocorrido em outubro de 2016. Na imagem é possível perceber uma máquina escavadeira abrindo uma vala para direcionar as águas do arroio para ao túnel viário. Conforme informações, isso contribuiu para o escoamento das águas com maior rapidez.

Figura 64: Imagem da situação da área central do município no evento ocorrido em 20 de outubro de 2016. Percebe-se que praticamente toda a área mais baixa do centro foi afetada pela elevação do nível das águas dos arroios.



Fonte: arquivo da Rádio Alvorada (<https://www.tuaradio.com.br/Tua-Radio-Alvorada/noticias/geral/20-10-2016/enchente-gera-prejuizos-de-dois-milhoes-em-santo-antonio-do-palma>)

Este evento pode ser classificado como excepcional. Foi ocasionado pela soma de fatores, principalmente pela precipitação extrema (único registro desta magnitude em 60 anos) e entupimento do canal sob a ferrovia. Ainda, dada as características, este evento pode ser enquadrado como alagamento em virtude do entupimento do canal de escoamento.

5.4. CARACTERIZAÇÃO DOS ARROIOS E DA BACIA HIDROGRÁFICA

5.4.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL

A área urbana do Município de Santo Antônio do Palma encontra-se inserido na Bacia Hidrográfica do Arroio Gabriel. Aqui vale uma ressalva, visto que todos os arroios do município são conhecidos e tratados pelo nome de Arroio Gabriel. No presente, documento, será nomeado de arroio Grabiél Norte o curso hídrico que tem suas nascentes ao norte da cidade e arroio Gabriel Sul o curso hídrico que tem suas nascentes ao sul da área urbana. A junção dos Arroios Gabriel Norte e Sul foram o Arroio Gabriel. Os demais cursos hídricos menores foram nomeados para facilitar o entendimento e encontram-se apresentados no mapa da figura 65. O arroio Gabriel é afluente do Rio Jordão, que é afluente do Rio Guaporé que é afluente do Rio Taquari. Portanto, o Arroio em questão encontra-se inserido na Bacia Hidrográfica Taquari Antas. Conforme SEMA-RS, o código da presente bacia é G40. O arroio em questão encontra-se inserido no segundo trecho da Bacia Hidrográfica Taquari Antas. Este trecho do Rio das Antas, compreendido entre a foz do rio Quebra-Dentes e a foz do rio Guaporé, tem a direção predominante nordeste-sudoeste, com uma extensão de 207 km e uma declividade média de 1,6 m/km, caracterizando-se por uma declividade menos acentuada que o primeiro trecho, mas ainda apresentando vales encaixados e algumas corredeiras. No entanto, conforme a Agência Nacional de Águas – ANA, o presente arroio encontra-se na Região Hidrográfica Atlântico Sul, unidade Hidrográfica do Guaíba e na sub-Bacia Hidrográfica do Taquari Antas (86). Utilizou-se neste estudo, o código da ANA para identificação da bacia.

Neste documento, será realizada análise sobre as vazões dos corpos hídricos de maneira separada. Isso se deve ao fato da necessidade de avaliação da capacidade de escoamento de cada um dos trechos/canais. Portanto, será realizada abordagem individualizada e ao mesmo tempo cumulativa de alguns pontos. Desta forma, inicialmente será realizada caracterização geral da bacia hidrográfica. A bacia hidrográfica está predominantemente situada em área urbana, sendo que, as nascentes dos diversos pequenos cursos hídricos situam-se fora dos limites da área urbana. A ocupação da bacia é predominantemente por construções, sendo que pequena porção junto aos limites se encontram áreas de lavouras e matas/florestas.

Para reconhecimento e caracterização das condições da bacia hidrográfica, foi realizada uma vistoria no dia 16 de março 2023. O tempo encontrava-se com sol e temperatura na casa dos 30°C. Estava a mais de dois dias sem chuva. O mês de março foi de pouca chuva. No dia da vistoria, observou-se fluxo de água intermitente em todos os cursos hídricos.

Conforme relatos de moradores, testemunhos no leito dos cursos hídricos e análise de imagens históricas de satélite, percebe-se que a maior parte dos trechos dos cursos hídricos dentro do perímetro urbano são modificados. Percebe-se que muitos trechos sofreram grandes intervenções ao longo dos anos. Existem vários trechos retificados, tubulados e com galerias, perdendo suas características originais. No entanto, também existem porções com características naturais. As características de cada trecho analisado serão detalhadas na análise hidráulica.

Figura 65: Imagem de satélite com a indicação dos cursos hídricos e da área urbana do município.



A bacia hidrográfica total está inserida na formação geológica Serra Geral, composta por derrames de basalto. A vegetação é composta por Floresta Estacional Decidual – FED, inserida no Bioma Mata Atlântica. O clima se enquadra na “Cf” zona fundamental temperada, estando muito próximo da interface entre “Cfa” e “Cfb”. A altitude varia entre 780 metros de altitude nos limites da bacia hidrográfica e 672 metros na foz do Arroio Gabriel, na ferrovia. Algumas porções do leito do Arroio Gabriel Norte possuem lajeado em sua base. Característica esta, que permitiu a construção de galeria sem concretar a base (ou leito), sendo construídas diretamente na rocha. Em alguns pontos as próprias paredes das galerias são constituídas de rochas basálticas.

Conforme informações dos moradores do local, os arroios costumam elevar e diminuir rapidamente o nível da lâmina de água quando da ocorrência de chuvas intensas. Normalmente as águas dos arroios mantêm-se dentro de suas calhas, somente em eventos extremos ocorre o extravasamento. Nas vistorias, alguns moradores relataram problemas com invasão das águas no evento ocorrido em 2016, conforme já mencionado anteriormente.

5.5.PONTOS DE AVALIAÇÃO

As informações sobre a bacia hidrográfica total, apresentada no item anterior, serviram de base para a determinação das vazões máximas. Para tal, separou-se a bacia hidrográfica total em pequenas bacias considerando os pontos de estrangulamento, de canalização, de tubulação, de galeria ou de retificação do canal. Estes locais receberam o nome de Pontos de Avaliação – PA. Ao todo, foram determinados 16 PAs, conforme indicado na tabela 10.

Para a determinação da bacia de drenagem, a partir do PA, foi utilizada carta topográfica em escala 1:50.000 do exército brasileiro (digitalizada por Hasenack e Weber, 2010), o software Google Earth Pró, o levantamento planialtimétrico disponibilizado pela prefeitura e os dados de campo da equipe. A partir das curvas de nível, foi possível traçar os divisores d’água e calcular a área da bacia de drenagem total de cada um dos PAs.

Tabela 10: Informações sobre os Pontos de Avaliação – PA utilizados para desenvolvimento das análises hidrológicas e hidráulicas.

Bacia	PAs	Talvegue (m)	Talvegue (km)	Cota de crista (m)	Cota de base (m)	Desnível do Talvegue (Δh) m	Área Bacia (m ²)	Área Bacia (km ²)
Bacia 1	PA 01	2.079,83	2,08	760	678	82	2.575.963,10	2,58
Bacia 2	PA 02	2.375,13	2,38	760	674	86	2.759.923,41	2,76

Bacia 3	PA 03	2.533,29	2,53	760	673	87	2.867.528,62	2,87
Bacia 4	PA 04	2.638,13	2,64	780	684	96	1.796.923,86	1,80
Bacia 5	PA 05	2.712,79	2,71	780	681	99	1.805.749,10	1,81
Bacia 6	PA 06	2.829,26	2,83	780	677	103	1.816.825,89	1,82
Bacia 7	PA 07	547,41	0,55	760	698	62	327.689,17	0,33
Bacia 8	PA 08	1.549,31	1,55	760	700	60	1.553.504,29	1,55
Bacia 9	PA 09	1.728,60	1,73	760	698	62	1.668.956,97	1,67
Bacia 10	PA 10	1.216,95	1,22	780	703	77	782.698,13	0,78
Bacia 11	PA 11	2.166,67	2,17	760	683	77	2.689.901,79	2,69
Bacia 12	PA 12	2.391,98	2,39	760	682	78	2.780.955,05	2,78
Bacia 13	PA 13	2.483,75	2,48	760	681	79	2.802.156,11	2,80
Bacia 14	PA 14	2.703,44	2,70	780	676	104	5.122.361,16	5,12
Bacia 15	PA 15	3.016,20	3,02	780	673	107	5.181.637,05	5,18
Bacia 16	PA 16	3.466,42	3,47	780	672	108	8.527.956,91	8,53

5.5.1. CARACTERIZAÇÃO DOS PAS

A seguir serão caracterizados todos os Pontos de Avaliação – PAs, sendo que todos também encontram-se demarcados nos mapas em anexo.

5.5.1.1.PA 01

Este PA está localizado no Arroio Gabriel Sul, a montante da Avenida Luiz Spolti. Este curso tem suas nascentes a sul e sudeste da área urbana, já fora dos limites do perímetro urbano. No PA 01 é o primeiro ponto que realiza o cruzamento de uma via da cidade. Até este ponto, apresenta características predominantemente rurais com seu canal sem maiores alterações. Possui vegetação no trecho imediato a montante bem como não foram observados lançamentos de efluentes domésticos deste o início do perímetro urbano até este ponto. A tubulação que atravessa a via é composta por dois tubos de concreto com diâmetro de 2m.

Figura 66: Vista do PA01, a montante da Avenida, com sentido de jusante para montante.



Figura 67: Vista do PA01, A jusante da Avenida, com sentido de jusante para montante.



5.5.1.2. PA 02

Este PA está localizado a montante da Avenida 20 de Maio, no Arroio Gabriel Sul. O local apresenta taludes verticalizados, com alguns muros na margem. O cruzamento da avenida é realizado através de 2 tubos de concreto com diâmetros de 2 metros. No trecho imediato a montante e a jusante, não há vegetação ciliar. O canal do arroio apresenta largura e altura de talude de margem variada. Do mesmo modo, a altura da lâmina de água também é variada.

Figura 68: Vista do PA02, a montante da Avenida, com sentido de jusante para montante.



Figura 69: Vista do PA02, a jusante da Avenida, com sentido de jusante para montante.



A canalização neste PA encontra-se com muito material sedimentar em seu interior, interrompendo cerca de 30% da tubulação. Necessita de limpeza imediata para garantir o bom funcionamento da tubulação.

Figura 70: Vista do PA02, de montante para jusante.



Figura 71: Vista do PA02, porção no final da tubulação.



5.5.1.3. PA 03

O PA 03 está localizado no Arroio Gabriel Sul, a montante da Rua Jacó Chiodelli. As margens do arroio neste ponto, encontram-se sem vegetação ciliar, sendo que seu canal apresenta características de retificação. Os taludes apresentam altura de cerca de 3m com inclinação variada, sendo que alguns pontos possuem ângulo de 90°. Alguns trechos do leito do arroio apresentam bastante sedimentação de material carreado.

Figura 72: Vista do PA03, a montante da Rua Jacó Chiodelli, com sentido de montante para jusante.



Figura 73: Vista do PA03, a jusante da Rua Jacó Chiodelli, com sentido de montante para jusante.



Pouco a montante deste PA, tem-se a entrada de uma tubulação que direciona as águas do banhado localizado no centro.

Figura 74: Vista da tubulação das águas do banhado localizado no centro, trata-se de tubo de concreto com diâmetro de 60cm. A montante da Rua Jacó Chiodelli, com sentido de jusante para montante, mostrando a tubulação do banhado e o canal do arroio.



5.5.1.4. PA 04

Este Ponto de Avaliação está localizado no arroio Central, a montante da Avenida Luiz Spolti. O arroio possui suas nascentes a leste da área urbana do município, em área rural. Este PA é composto por duas tubulações de concreto, sendo um tubo de 2m de diâmetro mais um de 1m. A montante deste ponto, o curso hídrico apresenta características naturais, com vegetação e boa parte do leito coberto por rochas basálticas.

Figura 75: Vista do PA 04, localizado a montante da Av. Luizz Spolti, com sentido de montante para jusante, mostrando em detalhe a tubulação.



Figura 76: Vista do PA 04, localizado a montante da Av. Luizz Spolti, com sentido de jusante para montante. Percebe-se canal natural e rochas em seu leito.



5.5.1.5. PA 05

O PA 05 está localizado ao lado do parque de máquinas da Prefeitura. Trata-se de uma tubulação, com 2m de diâmetro, que cruza a Rua Carlos João Grando. O ponto de avaliação está localizado logo a jusante do PA04, no mesmo arroio. Suas margens encontram-se completamente modificadas, sendo que foram retificadas a cerca de 50 anos conforme informações repassadas pelo Srº Dirceu Giglioli. O trecho apresenta taludes variados, sendo que pouco a montante há uma construção do parque de máquinas que possui pilar suspenso devido à queda do talude.

Figura 77: Vista do PA 05, localizado a montante da Rua Carlos João Grando, vista da tubulação do PA05, de montante para jusante.



Figura 78: Vista do PA 05, localizado a montante da Rua Carlos João Grando, vista do canal do Arroio Central, a montante do PA05, com detalhe do galpão da prefeitura.



5.5.1.6. PA 06

O PA 06 está localizado a montante da Rua Ângelo Perin, estando localizado pouco a montante da foz do arroio central no arroio Gabriel Norte. O PA possui diâmetro de 2m, com um canal retificado com taludes de margem com cerca de 2m de altura e inclinação variada. No trecho imediato a montante do PA06, percebeu-se a entrada de tubulações com esgoto doméstico e pouco ou nada de vegetação na margem.

Figura 79: Vista do PA 06, localizado a montante da Rua Carlos João Grando, de montante para jusante.



Figura 80: Vista do PA 06, localizado a montante da Rua Carlos João Grando, a montante do PA06, com detalhe do galpão da prefeitura.



5.5.1.7. PA 07

O PA07 está localizado no limite leste do perímetro urbano, no arroio do centro esportivo. Este arroio tem suas nascentes fora dos limites do perímetro urbano. Quando alcança o perímetro urbano recebe canalização, tendo seu traçado pela Rua Ernesto Szymanski, até poucos metros da sua foz. Apresenta tubulação de 1m de diâmetro em toda a sua extensão. A montante deste ponto, o arroio apresenta características naturais.

Figura 81: Vista do PA 07, localizado a montante do perímetro urbano, de montante para jusante.



Figura 82: Vista do PA 07, localizado a montante do perímetro urbano, situação do canal e das margens.



5.5.1.8. PA 08

O PA08 está localizado no Arroio Gabriel Norte, início do perímetro urbano na porção norte da cidade. Trata-se de tubulação com diâmetro de 1,5m sob a rua que acessa a pedreira. O arroio possui pequena porção de vegetação ciliar, bastante alterada. Neste trecho, o canal do arroio apresenta características naturais. Possui taludes com altura e inclinação variada.

Figura 83: Vista do PA 08, localizado a montante do perímetro urbano. Vista da tubulação do PA08, de jusante para montante.



Figura 84: Vista do PA 08, localizado a montante do perímetro urbano. Vista do canal do Arroio e da vala de recebimento das águas pluviais da rua, com sentido de jusante para montante.



5.5.1.9. PA 09

O PA09 está localizado a jusante do ponto de avaliação 08, no Arroio Gabriel norte. Trata-se de tubulação com 1,5m de diâmetro sob a rua que dá acesso a algumas residências. O arroio apresenta largura de canal e altura de taludes de margem variada. Apresenta pouca vegetação na margem, com alguns exemplares arbóreos e muita capoeira. Além do mais, no leito do arroio é possível perceber o desenvolvimento de vegetação. Isso acarreta diminuição da velocidade da água e facilita o entupimento da drenagem.

Figura 85: Vista do PA 09, localizado a montante do perímetro urbano. Vista da tubulação do PA09, de montante para jusante. Percebe-se a quantidade de material vegetal em suas margens, mas poucos indivíduos arbóreos.



Figura 86: Vista do PA 09, localizado a montante do perímetro urbano com canal aberto.



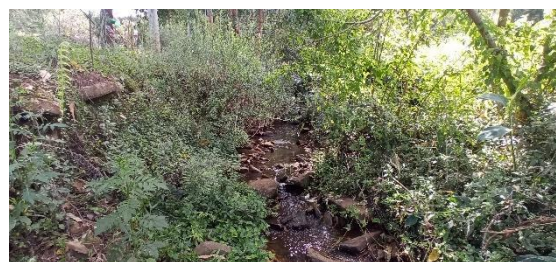
5.5.1.10. PA 10

O PA 10 está localizado no curso hídrico que tem suas nascentes fora do perímetro urbano, a nordeste da cidade. Nasce a nordeste e tem sua foz no arroio Gabriel Norte. A maior parte de suas margens encontram-se preservadas, sendo que apresenta vegetação em praticamente toda sua extensão. A montante do PA, o curso hídrico apresenta leito com características naturais e com boa parte com lajeado. O PA é composto por uma tubulação sobre uma estrada interna, com diâmetro de 1,5m.

Figura 87: Vista do PA 10, localizado a montante do perímetro urbano. Vista da tubulação do PA10, de montante para jusante.



Figura 88: Vista do PA 10, localizado a montante do perímetro urbano. Trecho aberto a montante do PA.



5.5.1.11.PA 11

O PA 11 está localizado no Arroio Gabriel norte, próximo ao cemitério municipal. O curso hídrico, no treco do PA, apresenta taludes verticalizados e com 1,5m de altura. A vegetação na margem é de poucos metros, composta predominantemente por arbustos. Percebe-se, no trecho imediatamente a montante, bastante galharia no leito e sobre as águas. O arroio apresenta largura variada, na ordem de 4 a 5 metros. A lâmina de água no dia da vistoria era de cerca de 20 cm. O PA apresenta dois tubos de concreto com diâmetro de 2m. A passagem do tubo da direita, sentido de montante para jusante, está comprometida devido ao acúmulo de material na entrada e em seu interior. Da mesma forma, a saída da água também se encontra obstruída com bastante material e arbustos se desenvolvendo. Deve ser providenciada a limpeza o mais breve possível.

Figura 89: Vista do PA 11, localizado a montante do perímetro urbano. Vista da tubulação do PA11, de montante para jusante. Percebe-se a quantidade de material vegetal obstruindo a entrada.



Figura 90: Vista do PA 11, localizado a montante do perímetro urbano. Saída da tubulação, é possível visualizar a quantidade de material dentro da tubulação da esquerda da fotografia.



5.5.1.12.PA 12

O PA 12 encontra-se localizado sob a Rua Professor Germano Laroceski. Trata-se de dois tubos de concreto de 2 m de diâmetro. A montante dos tubos, tem-se pequena estrutura de alvenaria que direciona para um tubo de 0,4m, que, segundo morador, era utilizada por antigo moinho/serraria. As águas desta tubulação podem ser vistas novamente ao lado da Rua João Pressi.

Figura 91: Vista do PA 12, sobre a Rua Professor Germano Laroceski.



Figura 92: Vista do PA 12, sobre a Rua Professor Germano Laroceski, saída da tubulação.



5.5.1.13.PA 13

O PA 13 é composto inicialmente por uma galeria com 4m de largura por 2,7m de altura. A galeria sofre um estrangulamento cerca de 15 metros a jusante. Há uma redução na altura da galeria, reduzindo para altura em torno de 1,5m. A galeria é construída diretamente sobre o lajeado no leito do rio. Após a redução da altura, ocorre nova redução com direcionamento de toda a água para dois tubos de concreto, um com 2m de diâmetro e outro com 1m de diâmetro.

Figura 93: Vista do PA 13, localizado sob a Rua João Pressi, entrada da galeria.

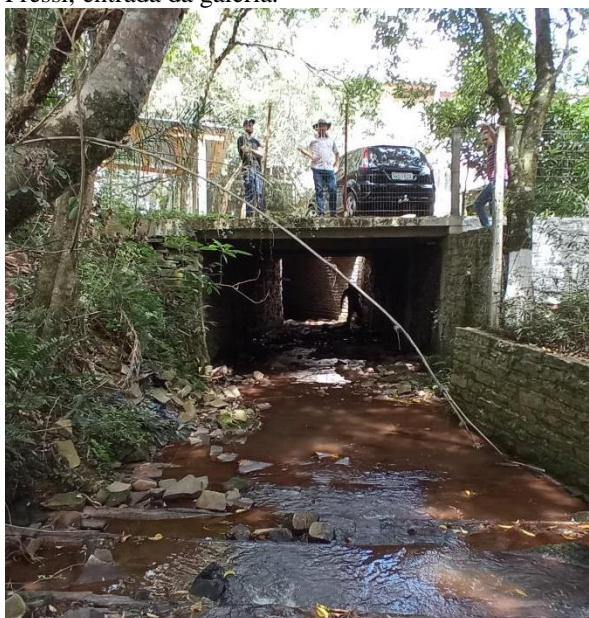


Figura 94: Vista do PA 13, localizado sob a Rua João Pressi, vista da redução da galeria.



Para fins de cálculo, utilizou-se somente a tubulação de concreto. Na imagem abaixo é possível observar também a tubulação pluvial da Rua João Pressi, mais à direita.

Figura 95: Vista do PA 13, localizado a montante do perímetro urbano.



5.5.1.14.PA 14

O PA 14 está localizado sob a Av. 20 de Março, esquina com a Rua Ângelo Perin. O PA é uma ponte com dimensões de 4m de largura por 2,8m de altura. A montante da ponte o curso apresenta margens com altura e inclinação variada, além de bastante vegetação arbustiva. A jusante o curso hídrico possui taludes com muros de alvenaria, com altura variada e na ordem de 70 a 90° de inclinação. No trecho compreendido entre a Av. 20 de Março e a Av. Jacó Chiodelli tem-se registros de invasão das águas do arroio nas residências localizadas no entorno. A dona Levi mencionou lâmina de água na ordem de 60cm na inundação de 2016. Já seu Teixeira, do restaurante, mencionou lâmina de água na casa de 20cm na mesma inundação.

Figura 96: Vista do PA 14, localizado a montante do perímetro urbano. Vista da ponte a montante da Av. 20 de Março.



Figura 97: Vista do PA 14, localizado a montante do perímetro urbano. Vista da galeria a jusante da Av. 20 de Março.



5.5.1.15.PA 15

O PA 15 está localizado sob a Av. Jacó Chiodelli. O PA é uma ponte com dimensões de 4m de largura por 3m de altura. A montante da ponte o curso apresenta margens com altura e inclinação variada, além de bastante vegetação arbustiva.

Figura 98: Vista do PA 11, localizado a montante do perímetro urbano. Vista da tubulação do PA11, de montante para jusante. Percebe-se a quantidade de material vegetal obstruindo a entrada.



Figura 99: Vista do PA 11, localizado a montante do perímetro urbano. Saída da tubulação, é possível visualizar a quantidade de material dentro da tubulação da esquerda da fotografia.



5.5.1.16.PA 16

O PA 16 está localizado no ponto mais a jusante de toda a drenagem da área urbana. Trata-se do único ponto de saída das águas que incidem na bacia hidrográfica. O PA apresenta dimensões de 3,1 m de largura e 3,2m de altura. A galeria é construída em formato de porta arredondada na parte superior. Conforme relatos dos moradores, em 2016 ocorreu o barramento de material neste ponto e ocasionou o represamento das águas.

Figura 100: Vista do PA 16, localizado a montante do perímetro urbano. Vista do PA em formato de porta arredondada.



Figura 101: Vista do PA 16, localizado a montante do perímetro urbano. Vista do PA, podendo perceber as margens concretadas.



Em virtude do represamento das águas no PA, houve a abertura de uma vala que direciona as águas do Arroio para o túnel que é utilizado para passagem de veículos e pedestres. Este túnel é uma saída de emergência, visto que não foi construído para esta finalidade. O túnel apresenta dimensões de 2m de largura por 2,15m de altura.

Figura 102: Vista do túnel que atravessa a ferrovia. Vista da entrada do túnel, com carro passando.



Figura 103: Vista do túnel que atravessa a ferrovia. Vista do túnel usado para passagem de pedestres e veículos.



5.6. RELATÓRIO TÉCNICO – VAZÕES MÁXIMAS

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos levando-se em consideração as metodologias preconizadas no “Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem”, publicação IPR – 715/2005 e normas vigentes para serviços dessa natureza. Conforme este manual, são adotados tempos de retorno conforme o tipo e a importância da obra. No entanto, vale enfatizar que o fator econômico e as características do local também são importantes de serem consideradas. Com isso, o presente estudo considerará o tempo de retorno de 100 anos para os cálculos caso alguma tubulação não comportar esta vazão, outros cálculos serão realizados. Com base nas vazões e no tempo de retorno, permite-se o adequado dimensionamento das tubulações, galerias e pontes instaladas na cidade.

Os corpos hídricos da cidade não possuem dados históricos de vazão. Na ausência de estações de monitoramento de dados fluviométricos, mecanismos de estimativa têm sido largamente utilizados para transferir dados de uma região para outra. Dentre os mecanismos, os métodos baseados em modelos de chuva-vazão e de regionalização de informações hidrológicas têm sido utilizados com maior frequência. Entretanto, um ponto de relevante importância é o tamanho da bacia hidrográfica, quando esta for de tamanho reduzido o erro associado pode ser significativo dependendo do método a ser utilizado.

O método racional é amplamente utilizado para determinar as vazões de projeto de pequenas bacias hidrográficas. Trata-se de método chuva-vazão utilizado para bacias hidrográficas com tamanho inferior a 2km². Quando este método é aplicado para áreas de contribuição maiores, começa a superestimar a vazão de projeto, sendo substituído por outros métodos. Buscando a aplicação do método racional para áreas de até 10km², porém com resultados mais aderidos a realidade, foi desenvolvido o método racional modificado. Este método leva consigo um coeficiente de retardo além das variáveis já conhecidas do método racional. Considerando o exposto acima, utilizou-se o método racional modificado para calcular as vazões máximas para cada um dos PAs.

Para cálculo das vazões utilizando o método racional modificado, identificou-se o comprimento e a inclinação do talvegue, bem como identificou-se a altitude do ponto mais alto e mais baixo de cada PA. Com base nestas informações, foi possível calcular a declividade média do talvegue.

Também foram identificadas as áreas de contribuição total de cada PA e o tempo de concentração utilizando a fórmula de KIRPICH. Nos casos em que o resultado do tempo de

concentração apresentava valor inferior a 10, utilizou-se 10min. Para a inclinação do canal, adotou-se coeficiente “n” considerando o seguinte: inclinação menor que 0,50% valor de “n” igual a 4; inclinação de maior que 0,50% e menor que 1,00%, valor de “n” igual a 5; inclinação de maior que 1,00% valor de “n” igual a 6. Dadas as características dos cursos hídricos e da bacia hidrográfica, todos os valores de inclinação foram superiores a 1% de inclinação, desta forma utilizou-se valor de “n” igual a 6 em todos os cálculos de coeficiente de retardo. Este por sua vez, foi calculado considerando a seguinte equação $\phi = 1/\text{raiz}(100 \cdot A)$.

Também, calculou-se o coeficiente de runoff para cada uma das bacias hidrográficas dos PAs. O coeficiente de runoff é definido como a razão entre o volume de água precipitado e o volume de água escoado superficialmente e está intimamente ligado a ocupação do solo na referida bacia. Desta forma, definiu-se a utilização da bacia hidrográfica e fez a média da utilização do solo pela proporção de área utilizada para cada uso, resultado no valor de CN para a bacia de contribuição do PA. Ainda, com base na equação i-d-f calculada para o Município, calculou-se a precipitação para os tempos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos.

Por fim, calculou-se a vazão máxima para cada PA considerando os diferentes tempos de retorno, 50 e 100 anos. Os resultados encontram-se apresentados na tabela 11.

Tabela 11: Resultados das vazões máximas para os diferentes tempos de retorno, calculadas através do método racional modificado.

Bacia	PAs	Vazão - método Racional modificado (m ³ /s)	
		TR 100 anos	TR 50 anos
Bacia 1	PA 01	35,02	30,70
Bacia 2	PA 02	34,35	30,11
Bacia 3	PA 03	33,94	29,75
Bacia 4	PA 04	23,22	20,36
Bacia 5	PA 05	23,01	20,17
Bacia 6	PA 06	22,66	19,87
Bacia 7	PA 07	9,34	8,19
Bacia 8	PA 08	25,68	22,51
Bacia 9	PA 09	25,73	22,56
Bacia 10	PA 10	17,18	15,06
Bacia 11	PA 11	34,84	30,54
Bacia 12	PA 12	33,73	29,57
Bacia 13	PA 13	33,10	29,02
Bacia 14	PA 14	54,02	47,35
Bacia 15	PA 15	50,86	44,58
Bacia 16	PA 16	70,19	61,53

5.7. RELATÓRIO TÉCNICO – ESTUDOS HIDRÁULICOS E A CAPACIDADE MÁXIMA DAS TUBULAÇÕES

A avaliação da capacidade de escoamento máximo das tubulações fez-se necessário em função dos diversos diâmetros e dimensões de galerias e canais atualmente instalados nos cursos hídricos da cidade.

O cálculo amplamente utilizado para determinar o escoamento de condutos é por meio da Equação de Manning-Strickler. Para canais com escoamento uniforme com valor de declividade superior a 0,5%. Ainda, através desta equação é possível determinar vazões de condutos retangulares e circulares, como é o presente caso.

O escoamento ocorre sob pressão atmosférica, necessariamente por gravidade. Sendo assim, diz-se que o escoamento é uniforme. A declividade ao longo do trecho pouco muda, visto que utilizou-se a média da declividade ao longo do trecho avaliado.

Para utilização da equação de Manning-Strickler, é necessário conhecer a rugosidade do material do canal. O coeficiente de rugosidade “n” é tabelado, sendo utilizados valores de 0,015 para os bueiros de concreto e 0,035 para as galerias construídas sobre a rocha. Utilizou-se o coeficiente de runoff definido nos estudos hidrológicos mencionados anteriormente.

Ainda, calculou-se: a área molhada que é toda a área da seção reta do escoamento; o perímetro molhado que é o perímetro de contato entre o conduto e o líquido, considerando fundo e paredes e; o raio hidráulico que é razão entre a área molhada e o perímetro molhado.

Os resultados das capacidades máximas das vazões em cada um dos PAs encontram-se apresentados na tabela 12. Ainda, foram analisadas as vazões máximas de cada conduto e comparadas com as vazões máximas para cada PA considerando os diferentes tempos de retorno. Esta análise e comparação resultou na indicação da situação final de cada conduto para os diferentes tempos de retorno. Portanto, quando o canal comporta a vazão para o determinado tempo de retorno, indicou-se “Comporta” na tabela. Quando o canal não comporta a vazão para o determinado tempo de retorno, indicou-se “Não Comporta” na tabela.

Tabela 12: Resultados das vazões máximas para cada um dos condutos dos PAs, utilizando a equação de Manning.

Bacia	PAs	Situação Final da vazão no conduto/canal	
		TR 100 anos	TR 50 anos
Bacia 1	PA 01	Comporta	Comporta
Bacia 2	PA 02	Comporta	Comporta
Bacia 3	PA 03	Comporta	Comporta

Bacia 4	PA 04	Comporta	Comporta
Bacia 5	PA 05	Comporta	Comporta
Bacia 6	PA 06	Comporta	Comporta
Bacia 7	PA 07	Comporta	Comporta
Bacia 8	PA 08	Comporta	Comporta
Bacia 9	PA 09	Comporta	Comporta
Bacia 10	PA 10	Comporta	Comporta
Bacia 11	PA 11	Comporta	Comporta
Bacia 12	PA 12	Comporta	Comporta
Bacia 13	PA 13	Comporta	Comporta
Bacia 14	PA 14	Comporta	Comporta
Bacia 15	PA 15	Comporta	Comporta
Bacia 16	PA 16	Não Comporta	Comporta

5.8. CONCLUSÃO

Realizando análise sobre a hidrologia do município foi possível concluir que não se tem registros históricos consistentes de precipitações e muito menos de vazões dos cursos hídricos. A ausência destes dados é extremamente prejudicial para planejamento futuro da cidade, repetindo os erros do passado. Recomenda-se a instalação de estação pluviométrica na cidade, ou próximo dela, desde que a montante do curso hídrico da cidade.

No quesito hidrológico, foram utilizados métodos consagrados na literatura para determinação das vazões máximas nos diferentes tempos de retorno. Todos os pontos de avaliação hidrológica apresentam boas condições de vazão, com tempos de retorno superior a 100 anos. Os canais apresentam inúmeras situações que dificultam o fluxo de água, como a disposição de galharia sobre os canais e assoreamento. Conforme descrito neste capítulo, houve alguns incidentes de eventos hidrológicos extremos registrados no município. O único evento marcante ocorreu em 2016, em que diversos proprietários relataram problemas com invasão das águas em seus lotes e residências. Conforme relatos, algumas residências tiveram 20 e 60cm de lâmina de água em seu interior. Conforme relatos, a invasão das águas ocorreu devido ao represamento de galharia na passagem das águas sob a ferrovia. Desta forma, recomenda-se a implantação de um programa de limpeza e manutenção periódica dos canais para evitar problemas de entupimento.

Conforme os estudos hidrológicos e hidráulicos, não foi possível realizar a espacialização da mancha de inundação na área urbana do município. Esta impossibilidade está relacionada ao elevado percentual de canalização, tubulação e retificação dos cursos hídricos presentes na área urbana. Ainda, as diversas bitolas dos tubos e tipos de pontes e das características distintas das galerias

contribuíram para este fato. Além do mais, o levantamento planialtimétrico disponibilizado pelo município não estava georreferenciado, restando impossibilitada a modelagem. Com isso, realizou-se a análise da capacidade máxima das tubulações para nortear as ações futuras do município.

No quesito hidráulico, da mesma forma, foram utilizados métodos consagrados na literatura para determinação das máximas vazões para cada um dos pontos avaliados e os diferentes tempos de retorno. Após a determinação da vazão máxima, comparou-se com a máxima vazão hidrológica nos diferentes tempos de retorno para concluir se a tubulação comportaria ou não. Única exceção é o PA 16, localizado na porção mais a jusante de todos os cursos hídricos da cidade. Este resultado é muito preocupante visto que as opções para ampliar a capacidade de escoamento é reduzida. Desta forma, recomenda-se ações para reduzir o pico da vazão, diminuindo o escoamento superficial.

6. QUANTO DA OCUPÇÃO HUMANA DAS ÁREAS

6.1. IDENTIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA URBANA E DE SANEAMENTO BÁSICO IMPLANTADOS, OUTROS SERVIÇOS E EQUIPAMENTOS PÚBLICOS

Conforme mencionado na introdução deste documento (item 1), a ocupação humana deu-se no início dos anos 1900 as margens do Arroio Gabriel e posteriormente expandindo-se para o entorno de seus afluentes. Podendo, já no ano de 1984 ser observada uma mancha urbana. No entanto, o grande aumento da expansão urbana ocorreu após a década de 1990 e 2000, com aumentos expressivos após a criação de programas habitacionais federais, segundo as informações coletadas com o Setor de Engenharia e Arquitetura do Município. A possibilidade de financiamento dos imóveis e pagamentos a longo prazo alavancou a construção civil. Aliado a isso, investimentos de empresários e investimentos de agricultores na área urbana, que dispunham de reserva de valores e viam a expansão urbana como forma de rendimentos e/ou local para morar após a aposentadoria.

Não há estatísticas oficiais sobre a população urbana anteriores ao ano de 1992, devido a Santo Antônio do Palma emancipar-se do Município de Casca e instalar-se no ano de 1993. Os dados demográficos do IBGE constam do ano de 1996. Conforme a tabela 13 é possível observar a população total e urbana dos diferentes censos demográficos.

Tabela 13: População residente conforme os CENSOS, considerando zona urbana e rural.

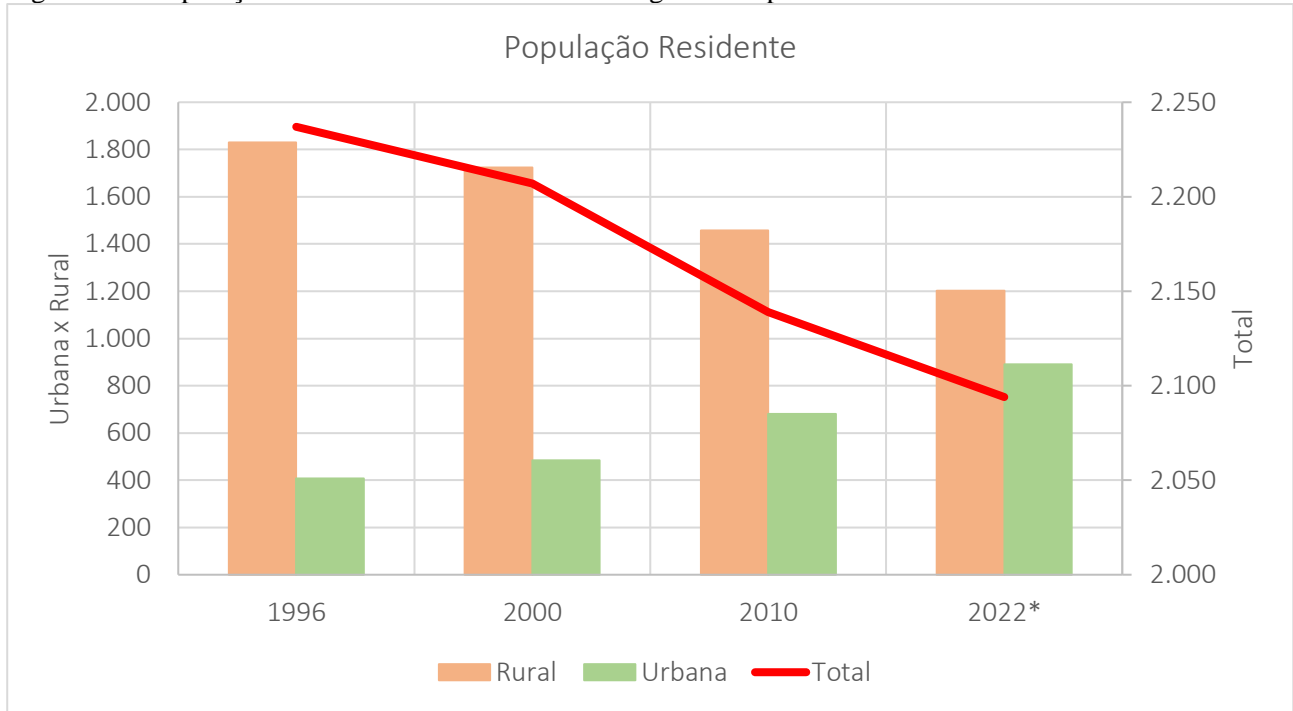
População	1996	2000	2010	2022*
Urbana	408	484	681	891
Rural	1.829	1.723	1.458	1.203
Total	2.237	2.207	2.139	2.094

*Resultados preliminares do CENSO 2022. Fonte IBGE.

Na figura 104 é possível observar o aumento do percentual da população urbana versus a população rural. Também é possível observar o decréscimo da população total residente no município. No entanto, a taxa de inversão da população rural para a urbana é maior do que a taxa de decréscimo da população total. É possível afirmar que nos próximos anos o município tende a ter

mais habitantes residentes na área urbana do que na área rural. Esta situação merece atenção e planejamento.

Figura 104: População zona urbana x zona rural ao longo do tempo.



Ainda, nas figuras abaixo é possível observar através de imagens de satélite de baixa resolução a ocupação e expansão da área urbana do município. Sendo que para o melhor detalhamento pode ser observado no mapa em anexo (folhas 1-2), com imagem de alta resolução para o ano de 2023.

Figura 105: Imagem da região onde se localiza a área urbana do município, com data de 1984.

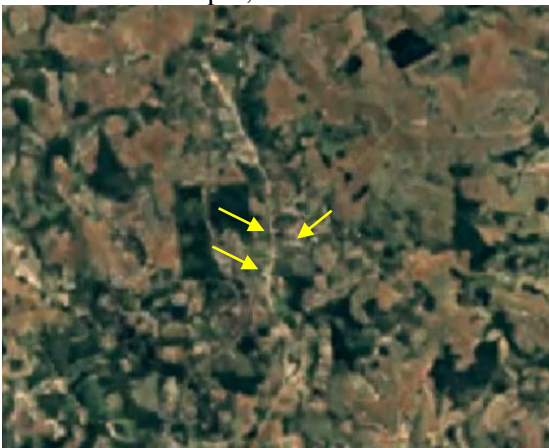


Figura 106: Imagem da região onde se localiza a área urbana do município, com data de 1994.



Figura 107: Imagem da região onde se localiza a área urbana do município, com data de 2004.



Figura 108: Imagem da região onde se localiza a área urbana do município, com data de 2014.



Figura 109: Imagem da região onde se localiza a área urbana do município, com data de 2020.



Fonte: Google Earth Engine (earthengine.google.com)

A expansão da área urbana traz consigo uma série de serviços, infraestrutura e equipamentos públicos a serem fornecidos à população. Assim, conforme determina a Lei 12.651/2012 e a Resolução CONSEMA n° 485/2023, para regularização da ocupação das APPs é preciso enquadrar-se no atendimento dos seguintes critérios (tabela 8), conforme o Art. 3º, Inciso XXVI da Lei 12.651/2012 e o Art. 2º, Inciso I da Resolução CONSEMA n° 485/2023 – área urbana consolidada: aquela que atende os critérios estabelecidos na tabela 14.

Nas áreas em que foram recomendadas as reduções das faixas de APP para 5, 10 e 15 m, os critérios estabelecidos e preconizados pela legislação estão sendo atendidos. É possível visualizar as infraestruturas existentes nas inúmeras figuras que compõem este documento, no entanto, como forma de melhor visualização, apresenta-se as infraestruturas no detalhe nas imagens 110 a 113.

Tabela 14: Atendimento de critérios para as áreas em estudo, especificamente dos cursos hídricos com redução da faixa para 5 metros, 10 metros e 15 metros, conforme o mapa em anexo (folha 2-2)

Critério definido pela legislação, alíneas do Inciso XXVI	Não atende	Atende
a) estar incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica		X
b) dispor de sistema viário implantado		X
c) estar organizada em quadras e lotes predominantemente edificados		X
d) apresentar uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou direcionadas à prestação de serviços		X
e) dispor de, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:		X
1. drenagem de águas pluviais;		X
2. esgotamento sanitário;	Parcial	
3. abastecimento de água potável;		X
4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública; e		X
5. limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos.		X

Figura 110: Infraestrutura e serviços urbanos. Ponto na Avenida Luiz Spolti, demonstrando a infraestrutura, a via corta dois afluentes do Arroio Gabriel – PA04 e PA07.



Figura 111: Infraestrutura e serviços urbanos. Vista da Avenida 20 de Março em direção ao PA01, demonstrando a infraestrutura urbana



Figura 112: Infraestrutura e serviços urbanos presente na Rua Jacob Chiodelli.



Figura 113: Infraestrutura e serviços urbanos presente na rua K.



6.2.IMPACTO SOCIAL

Através do levantamento com drone e contagem foi possível identificar a existência de 155 benfeitorias (residencial, comercial, públicas, quiosques, galpões, estufas de plantas, dentre outras) dentro das faixas de APP, inclusive com situações de construção sobre o leito dos cursos hídricos. Considerando cerca de 115 habitações, com uma média de ocupação de 3 pessoas por domicílio, são 345 pessoas impactadas, das diferentes classes sociais.

Com relação ao número de lotes, deverá ser contabilizado em estudo específico visando a regularização de cada situação, a ser apresentado e aprovado pelos setores competentes do Município, com posterior registro das APPs na matrícula de cada imóvel.

7. OBSERVAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Após avaliação geológica e geotécnica, recomenda-se adoção de procedimentos e diretrizes para instalação de novos empreendimentos na área urbana do município. Neste sentido, deve-se criar procedimentos internos na prefeitura para tramitação dos processos que solicitam avaliação para novas construções.

Recomenda-se a adoção de restrições e fiscalização para não ocupação das Áreas de Preservação Permanente – APPs ainda intactas. Deve-se adotar mecanismos que evitem esta ocupação e a fiscalização atue de forma rigorosa para diminuir as probabilidades de problemas futuros.

Considerando a importância ecológica da vegetação na margem dos cursos hídricos e da importância da vegetação na manutenção dos taludes, barrancos e encostas dos cursos hídricos, cabe destacar o papel fundamental da vegetação no controle das erosões e estabilidade dos taludes da calha dos cursos hídricos. Recomenda-se a recomposição da vegetação nativa nas áreas em que não há presença desta, devendo observar a legislação vigente e as orientações quanto a utilização de espécies recomendadas para o ambiente. Assim, deverão ser observadas as faixas não reduzidas das APPs e as faixas reduzidas (folha 2-2), incluindo a preservação e recomposição da vegetação destes locais, quando do canal aberto dos cursos hídricos.

Considerando os dados de campo quanto a presença de espécies exóticas, algumas consideradas invasoras, recomenda-se a criação e implementação de plano de manejo e retirada das espécies exóticas invasoras das APPs dos cursos hídricos presentes na área urbana do município. Ainda, recomenda-se que o poder público realize orientações e esclarecimentos para a comunidade quanto aos problemas relacionados à ocorrência de espécies exóticas invasoras.

Conforme as análises hidrológicas e hidráulicas, recomenda-se criar instruções normativas e diretrizes técnicas para padronizar o dimensionamento das tubulações e dos canais no município evitando a utilização de tubos e sempre optando por canais abertos. Recomenda-se a implantação de um programa de limpeza e manutenção periódica dos canais para evitar problemas de entupimento. Ainda, visando planejamento futuro, recomenda-se a instalação de estação pluviométrica na cidade, ou próximo dela, desde que a montante do curso hídrico da cidade.

Após análise da capacidade máxima das vazões das diferentes tubulações, percebeu-se que o ponto mais a jusante da bacia hidrográfica possui limite de escoamento. Esta informação é

preocupante e necessita de atenção redobrada e planejamento do município para evitar problemas com eventos extremos. Desta forma, recomenda-se ações para reduzir o pico da vazão, diminuindo o escoamento superficial. Neste sentido, recomenda-se adoção de medidas com infraestrutura verde e azul para retardar o pico das vazões. Estas medidas, além de contribuir para retardar e reduzir o pico da vazão, contribuirão para melhorar a qualidade de vida da população.

Alguns pontos dos cursos hídricos apresentam criticidade com suas tubulações/galerias. Ainda, diversas propriedades apresentam construções e/ou impedimentos de acesso ao curso hídrico canalizado/retificado, recomendando-se no presente estudo a faixa de livre acesso sobre os cursos hídricos canalizados e/ou tubulados. Ainda neste sentido, recomenda-se a criação de um plano e cronograma de vistorias, manutenções e limpezas nos trechos canalizados e/ou tubulados.

Considerando a avaliação geológica, geotécnica, hidrológica e hidráulica. Considerando ainda o relato dos moradores do entorno dos cursos hídricos, recomenda-se a criação e implementação de um plano de manutenção das drenagens pluviais do município. Neste sentido, recomenda-se também a criação e implementação de cronograma de limpeza e manutenção das tubulações instaladas nos cursos hídricos para evitar e/ou diminuir a probabilidade de ocorrência de desastres no futuro.

Levando em consideração os dados de campo, em que foram observadas diversas tubulações de esgotos domésticos ligadas diretamente nos cursos hídricos. Todavia, apesar de não ser o foco deste documento, recomenda-se a adoção e implementação de políticas públicas de educação ambiental sobre a importância do tratamento dos efluentes domésticos, bem como da fiscalização quanto a destinação irregular de efluentes domésticos sem tratamento. É importante que seja reduzido o lançamento de esgoto doméstico sem tratamento, a fim de melhorar a qualidade das águas dos cursos hídricos e a saúde da população. Logo, o município deverá adotar procedimentos para aprovação e fiscalização destes sistemas, devendo ser exigida a comprovação de instalação e a limpeza dos sistemas fossa séptica e filtro anaeróbio. Qualquer forma de tratamento adotada gerará menos impactos ambientais e a saúde pública do que o lançamento direto.

De maneira geral, recomenda-se a manutenção da APP de 30 metros nos locais em que esta faixa não foi ocupada e a regularização das faixas reduzidas, onde foram ocupadas de maneira irregular ao longo dos anos, realizando a regularização das benfeitorias ora existentes. Assim, para as benfeitorias dentro das faixas reduzidas, deverá ser prevista uma forma de regularização, com informações e avisos quanto aos riscos, devendo ser proibido aplicações e/ou construções nestes locais, principalmente sobre o eixo dos cursos hídricos canalizados.

Recomenda-se ainda, que o município mantenha estruturados os setores de planejamento/engenharia, meio ambiente e fiscalização, com equipes multidisciplinares para avaliação de novos projetos.

Por fim, recomenda-se a apreciação e aprovação deste estudo pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente, pelos poderes legislativo e executivo municipal, com a criação das devidas legislações pertinentes.

Salvo melhor juízo os recursos hídricos analisados nesse relatório foram descritos a partir das avaliações de campo feitas nas datas citadas, onde não houve uma avaliação temporal durante um ano onde podem aparecer recursos hídricos intermitentes não diagnosticados sobre os quais deve haver uma avaliação caso a caso

FASE DE CONSOLIDAÇÃO DO ZONEAMENTO

Este item apresenta a consolidação dos resultados do diagnóstico como base para o zoneamento ambiental das Áreas de Preservação Permanente – APPs dos cursos hídricos da área urbana do município. O zoneamento, por sua vez, servirá de base para o marco regulatório ambiental envolvendo as APPs do perímetro urbano. Portanto, neste item será apresentada a metodologia para desenvolvimento do zoneamento e as diretrizes para estabelecimento o marco regulatório.

8. ZONEAMENTO AMBIENTAL

8.1. ELABORAÇÃO

O zoneamento ambiental é um instrumento para organização de políticas e serviços públicos. Tal instrumento institui e estabelece indicadores de referência para ações governamentais e de ordenamento do território. Além do mais, permite melhor monitoramento e fiscalização do espaço. Na sua síntese, tem como objetivo a compreensão dos processos relacionados aos ambientes naturais e às ações humanas identificando as potencialidades e fragilidades desta relação. O zoneamento ambiental foi instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/1981) e referendado pelo Estatuto das Cidades (Lei Federal nº 10.257/2001). Embora a Lei Federal nº 14.285/2021 (conhecida popularmente como Lei das APPs urbanas) não mencione o zoneamento propriamente dito, no entanto, a elaboração deste instrumento facilitará o ordenamento das áreas de preservação permanente do município.

A elaboração de um zoneamento ambiental deve partir de um diagnóstico da situação socioambiental local. O zoneamento deve ser desenvolvido de forma integrada, com base cartográfica, plantas, mapas e imagens que incluam informações do território com todas as suas variáveis ambientais, indicando as potencialidades, limites e fragilidades das zonas. Deve ser apresentado de forma que seus resultados sejam claros quanto as restrições e necessidades de alternativas para ocupação e outros usos.

O presente zoneamento das APPs dos cursos hídricos do perímetro urbano foi elaborado a partir do diagnóstico, que revelou informações sobre:

- Geologia e geotecnia, indicando a situação da estabilidade dos taludes, processos erosivos, tipos de solos, inclinação do terreno, tipos de canais (se natural, retificado ou canalizado), presença ou ausência de vegetação ciliar;
- Hidrológico e hidráulicos com informações sobre a dinâmica das águas em eventos extremos, tipos de estruturas existentes, gargalos de vazão das estruturas, locais ou pontos com histórico de susceptibilidade a inundações/enchentes/alagamentos;
- Meio biótico trazendo informações acerca do tipo e condições da vegetação nas APPs, presença de fauna, conectividade dos fragmentos florestais;
- Área urbanística com informações sobre a quantidade e o tipo de construções, sistema viário, planejamento futuro de novos loteamentos e construções, saneamento adequado;

Através do cruzamento dos resultados do diagnóstico com material geográfico foi possível elaborar o zoneamento das APPs.

8.2.RESULTADO

O resultado do zoneamento encontra-se apresentado no mapa em anexo e os detalhes de cada área são descritos abaixo. Na elaboração do zoneamento foram consideradas a situação geral dos lotes e das edificações/construções. Foram considerados também as características geológicas, geotécnicas e pedológicas, bem como a situação da vegetação no local. Ainda, também foram considerados os riscos dos locais a serem atingidos por eventos hidrológicos extremos. Ainda, foram considerados também o fato das ações estabelecidas nos programas para a redução ou minimização dos riscos aos eventos.

Inicialmente foram definidos os locais em que não haverá alteração na largura da APP, mantendo-se o tamanho de 30 metros. Estes locais encontram-se localizados dentro do perímetro urbano, mas ainda mantêm características rurais ou possuem alto grau de preservação. Além do mais, estas áreas não atendem os critérios de área urbana consolidada, conforme inciso XXVI do Art. 3º da Lei Federal nº 12.651/2012, incluído pela Lei Federal nº 14.285/2021. Portanto, nestes locais deverão ser adotadas medidas de não ocupação, fiscalização e de recuperação destas áreas.

A faixa de APP de 15 metros foi estabelecida considerando as construções que estão dentro da faixa de APP, porém com ocupação de aproximadamente 50% da metragem (ou seja 15 metros).

A faixa de APP de 10 metros foi estabelecida devido a junção dos afluentes do Arroio Gabriel, com maior calha de drenagem, obedecendo assim, a capacidade de drenagem da bacia e necessidade de manutenções futuras.

A faixa de APP de 5 metros foi definida em virtude da proximidade das construções em relação aos cursos hídricos. A benfeitorias encontram-se construídas muito próximas ao curso hídrico, algumas sofrendo com as flutuações do nível da água. Além do mais, estabeleceu-se faixa de 5 metros como área não edificante considerando espaços de acesso e passagem para manutenções futuras.

FASE DE PROGNÓSTICO

9. INTRODUÇÃO

Considerando os dados de campo, os resultados das análises e o zoneamento ambiental para a área urbana do município, a presente equipe técnica recomenda os seguintes programas para atender as demandas mais urgentes.

10. PROGRAMAS

Os programas aqui apresentados foram pensados para atender as demandas provenientes do diagnóstico socioambiental realizado pela equipe técnica. No entanto, os programas não serão detalhados visto que demandam análises mais aprofundadas (mão de obra, material, investimentos, cronograma, etc.). Desta forma, serão apresentados para nortear as atividades e ações da prefeitura para os próximos anos.

10.1. NA ÁREA DE DRENAGEM

A tendência do processo de urbanização da cidade é aumentar a área impermeabilizada da cidade. Aliado a isso, tem-se histórico de projetos de drenagem urbana com filosofia de escoamento da água precipitada o mais rápido possível para fora da área projetada. Esse critério aumenta substancialmente a magnitude das vazões máximas, a frequência e o nível de das enchentes e/ou inundações a jusante.

10.1.1. P1 - PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS PARA IMPLANTAÇÃO DE NOVOS LOTEAMENTOS

Com intuito de alterar esta tendência é necessário adotar princípios e procedimentos de controle do pico da vazão, e redução das possibilidades de enchentes e/ou inundações a jusante. Como premissa básica deve-se adotar que o aumento da vazão devido a urbanização não deve ser transferido para a jusante na drenagem. As medidas de redução dos impactos das precipitações devem ser

aplicadas para implantação dos novos loteamentos. Ainda, devido a situação de somente um ponto de saída no final da área urbana, deve-se adotar sistemas que retardam o escoamento superficial.

Desta forma, recomenda-se a criação de plano para controlar inundações no perímetro urbano.

O plano poderá prever medidas:

- Estruturais: são obras de engenharia a serem implantadas para reduzir o risco de inundações de uma determinada área. Estas medidas podem ser extensivas ou intensivas. As medidas extensivas agem no contexto global da bacia, procurando modificar as relações de precipitação e vazão, como a alteração da cobertura vegetal do solo, que reduz e retarda os picos de inundações e controla a erosão na bacia e os assoreamentos dos cursos hídricos. As medidas intensivas agem em escala menor, diretamente nos cursos e podem ser obras de contenção (como diques ou pôlderes) ou de aumento da capacidade de escoamento (como retificações e ampliação de seções).
- Não estruturais: estas procuram reduzir os impactos e/ou danos sem modificar o risco das inundações naturais. São propostas ações de convivência com as inundações ou são estabelecidas diretrizes para a reversão ou minimização do problema. As medidas envolvem o zoneamento de áreas que sofrem com inundações periódicas, sistemas de previsão e alerta de eventos, seguro de inundações, impedimento de ocupações em áreas de risco, entre outros.

Como procedimento imediato, que demanda investimentos reduzidos, recomenda-se a elaboração e implantação de procedimento para novos loteamentos. Pode ser em forma de diretriz técnica, ou termo de referência, a ser adotada para a parte de drenagem, a fim de retardar o escoamento superficial e o pico da vazão. Neste documento serão elencadas diversas orientações e diretrizes para dimensionamento das drenagens, bacias de contenção de águas superficiais, índice de área permeável em cada lote, etc.

10.1.2. P2 - LIMPEZA E MANUTENÇÃO DOS CANAIS E GALERIAS

Como pode ser observado no diagnóstico, vários trechos dos canais dos cursos hídricos, incluindo tubulações e galerias, apresentam material em seu interior. Objetivando manter a fluidez da água no interior dos canais, recomenda-se criar um programa permanente de manutenções e limpezas

preventivas. Isso evitará entupimentos e, conseqüente, barramento das águas em períodos de elevada precipitação.

O programa de manutenção e limpeza dos canais deve considerar o seguinte:

- Criar programa interno da Prefeitura Municipal, com definição dos responsáveis pela realização das manutenções e limpezas;
- Criar cronograma de manutenções e limpezas, priorizando os locais em que os problemas são mais urgentes;
- Realizar as manutenções e limpezas dos canais em período de baixa pluviometria.
- Realizar a limpeza sempre de jusante para montante;
- A limpeza envolve a retirada de material depositado no leito dos canais, já a manutenção compreende a poda de material vegetação disposto sobre o leito do canal;
- Todo material retirado deverá ser segregado e destinado adequadamente. O material a ser retirado do leito do canal consiste em argila, cascalho, areia e galhadas.

10.1.3. P3 - INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL

No diagnóstico foram apresentados alguns problemas quanto a alagamentos, inundações e enchentes. Ainda, outro importante ponto a ser considerado é a impossibilidade de aumento da capacidade de vazão no trecho mais a jusante da bacia que abrange o perímetro urbano, ou seja, a galeria sobre a ferrovia. Neste sentido, recomenda-se a adoção de medidas e estruturas verde e azul no perímetro urbano do município.

A Infraestrutura verde e azul é o nome dado ao conjunto de sistemas naturais da cidade, estando relacionados as áreas verdes (com arborização) e as águas urbanas pluviais ou não. A função primordial da infraestrutura verde e azul é integrar as funções ambientais, hidráulicas, hidrológicas, paisagísticas e sociais da cidade. Quando conectadas entre si, como parte de uma rede, essas infraestruturas podem promover a conservação de funções ecossistêmicas, gerando benefícios ao meio ambiente natural e urbano, assim como diversos ganhos sociais. A infraestrutura verde e azul pode ser: biovaletas; canteiros pluviais; jardins de chuva; bacias de retenção; pavimentos permeáveis; parques lineares e engenharia natural nos cursos hídricos e cisternas. Todas as estas estruturas aumentarão a capacidade de absorver as águas pluviais e diminuirão o pico da vazão após a chuva.

10.1.4. P4 - ATUALIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM

O diagnóstico apresentou diversos pontos de avaliação com tamanhos e tipos diferentes de tubulações e galerias. Desta forma, recomenda-se a atualização da rede de drenagem e de todas as estruturas existentes. Podem ser considerados nas atualizações o tipo de material, profundidade, extensão da canalização ou galeria, última manutenção, etc. Isso permitirá maior rapidez nas respostas frente a eventos extremos.

10.2. IMÓVEIS

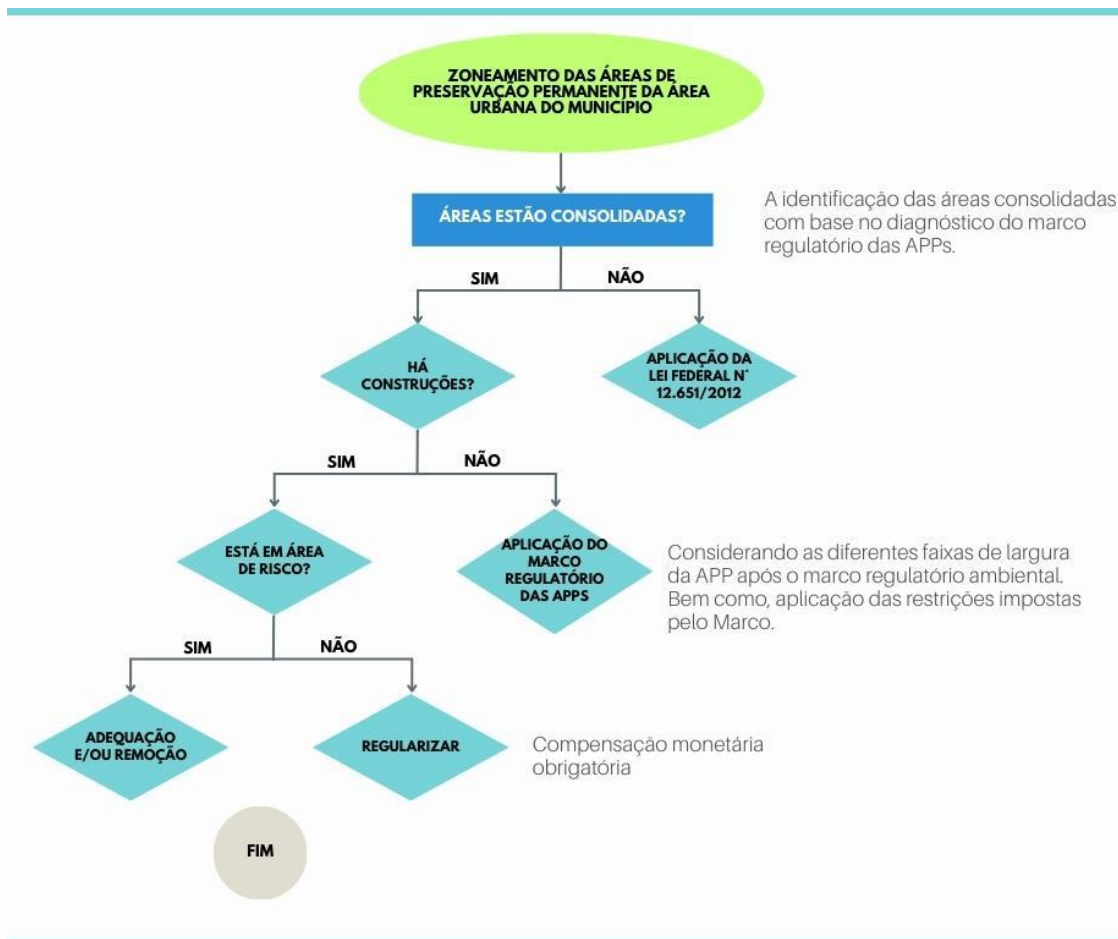
Conforme elencado no diagnóstico, existem inúmeras construções dentro da APP dos cursos hídricos da cidade. Estas construções foram erguidas ao longo dos anos, muitas vezes sem critério definido. Desta forma, é necessário olhar para estas construções e realizar a atualização do cadastro de imóveis do município, bem como a regularização fundiária.

10.2.1. P5 - PROGRAMA DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA

Como apresentado neste documento, foram identificadas inúmeras construções dentro das faixas de APP propostas pelo zoneamento. No entanto, este mesmo documento constitui-se uma pequena parcela do processo de regularização destas construções. No presente, foram identificadas as questões ambientais, áreas de risco e as faixas de APP. Entretanto, para a regularização de uma construção é necessário conhecer as condições estruturais da edificação, saneamento, infraestrutura básica do entorno imediato, detalhes documentais, uso da edificação, entre outros. Na imagem a seguir é apresentado um fluxograma orientativo do processo de regularização.

A regularização fundiária é exclusiva das áreas consolidadas até a data de 31 de dezembro de 2021. A prefeitura deverá estabelecer os procedimentos para a promoção do processo regularização. A exemplo: após o marco regulatório poderá realizar campanha de divulgação para que os proprietários com edificações dentro das faixas do marco compareçam na prefeitura para iniciar o processo de regularização. Neste momento, é importante que a prefeitura já tenha estabelecido os procedimentos internos para dar celeridade no processo de regularização. Inicialmente, recomenda-se a formação de um grupo de trabalho para definir as diretrizes gerais, realizar a campanha de divulgação e chamamento, analisar internamente caso a caso e proceder com a regularização.

Figura 114: Fluxograma orientativo do procedimento de regularização.



Vale mencionar que no momento da vistoria, a prefeitura deverá fornecer informações sobre as condições estruturais da edificação e do terreno. Também deverá localizar se a construção está dentro da faixa de APP definida neste documento. Estas informações serão transcritas para as plantas de cada lote/construção.

10.2.2. P6 - PROGRAMA DE ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO DE IMÓVEIS

Após a regularização dos imóveis é importante realizar a atualização do cadastro de imóveis do perímetro urbano. A atualização poderá ser feita por imagens de drones ou por vistoria, ou por ambos. Com o cadastro atualizado, pode-se implementar um sistema de informações que inclua as características dos terrenos, das edificações, da área ocupada, afetada ou não por eventos extremos, o tipo e o padrão da construção e outras que estejam relacionadas à base físico-territorial, substrato para o lançamento de valores tributários. Além das características dos imóveis, o cadastro deverá

conter também informações sobre o local em que se localiza o imóvel: localização da quadra em que estiver contido e identificação do setor fiscal, características da via ou logradouro público, como pavimentação.

10.2.3. P7 - PLANO DIRETOR E ÍNDICES CONSTRUTIVOS

Dadas as características restritivas de vazão e com o objetivo de buscar um crescimento ordenado e sustentável do município, faz-se necessário a elaboração de um Plano Diretor para regramento das futuras construções. Tal estudo deverá ser elaborado separando os usos dentro da malha urbana, regrando as novas construções para que não ajam usos conflitantes, como por exemplo, a instalação de indústrias ao lado de residências. É de extrema importância que haja o zoneamento de usos para que sejam eleitos locais adequados para cada fim tornando assim a convivência harmônica entre os diversos usos.

Percebe-se que é necessário elaborar estudo visando eleger índices construtivos adequados a situação atual e futura do município, apontando índices de permeabilidade dos lotes, recuos mínimos obrigatórios, entre outras características. Ainda na esteira do regramento das construções, é possível prever benefícios fiscais para lotes que adotarem técnicas que permitam a absorção das águas pluviais dentro do lote. Estas medidas por ser tomadas a curto, médio e longo prazo. As medidas coibirão o desenvolvimento desordenado da cidade, evitando problemas futuros. Ainda, o Plano Diretor indicará o caminho que o município deseja seguir, devendo ser elaborado por equipe técnica competente.

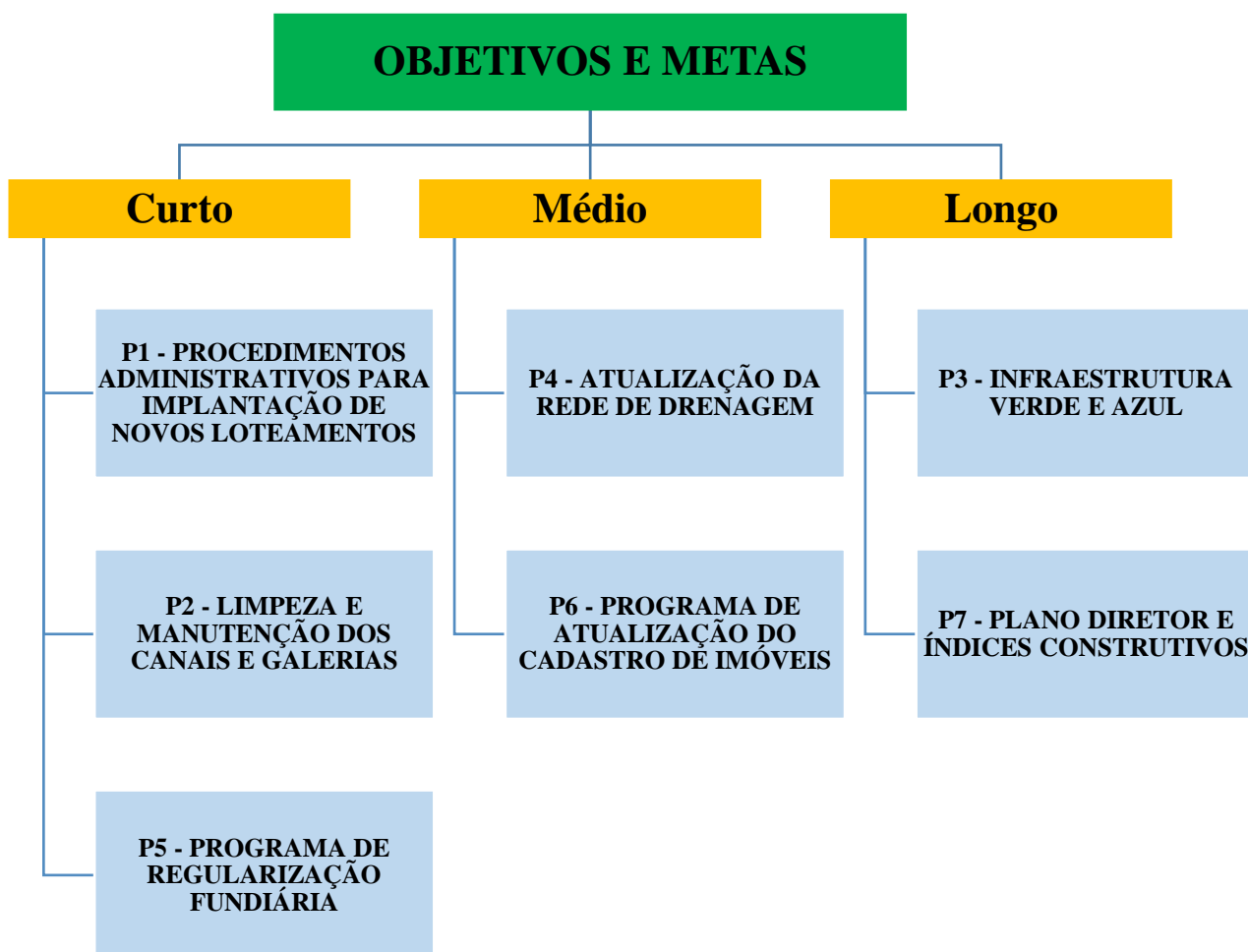
10.3. OBJETIVOS E METAS

Cada programa apresentado neste capítulo possui grau de importância e urgência para início e execução. Bem como, cada um deles também possui grau de dificuldade de execução e necessidade de mão de obra especializada e/ou necessidade de articulação com diferentes atores do município. Neste sentido recomenda-se a adoção dos seguintes prazos:

- Curto prazo – são objetivos pensados para um futuro próximo, no máximo dois anos.
- Médio prazo – são objetivos a serem atingidos entre dois e cinco anos.
- Longo prazo – são objetivos pensados lá na frente, com mais de cinco anos e no máximo 10 anos.

Além do mais, é importante prever formas de avaliação e revisões periódicas para aprimoramento e melhorias destes programas. No fluxograma apresentado na figura 115 está descrita uma recomendação de execução dos trabalhos para cada um dos programas apresentados.

Figura 115: Fluxograma apresentando os programas e os prazos de início e execução (curto, médio e longo).



11. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Santo Antônio do Palma, 27 de julho de 2023.

IVAN CESAR TREMARIN

Me. Tecnologia Ambiental
Engenheiro Ambiental
Téc. Agropecuária
CREA RS 140.332

CLEBERTON D. BIANCHINI

Engenheiro Ambiental
Especialista em Engenharia Geotécnica
CREA RS 216.536

GIOVANI CANOSSA

Biólogo
CRBio RS 110605/03-D

PABLO SOUTO PALMA

Geólogo
Eng. Seg. Trabalho
CREA/RS 124.381

GIOVANI PIVA

Arquiteto e Urbanista
CAU A 46834-7

CASSIANO BLACK

Advogado
OAB/RS 84.580

12. BIBLIOGRAFIA

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA (Brasil). Orientações para consistência de dados fluviométricos / Agência Nacional de Águas; Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília: ANA, SGH, 2012. 19p.: il.
- ALBUQUERQUE, Lidiamar Barbosa et al. Restauração ecológica de matas ripárias: uma questão de sustentabilidade. Embrapa Cerrados. Planaltina DF, p. 75, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- AZMON, B. Manning coefficient of roughness—a case study along Soreq stream, 1971–1981. *Journal of Hydrology*, v. 132, n. 1-4, p. 361-377, 1992.
- BARBIERI, José Carlos. Avaliação de impacto ambiental na legislação brasileira. *Revista de Administração de Empresas*, v. 35, n. 2, p. 78-85, 1995.
- BASSO, Raviel Eurico et al. ESTIMATIVA DE CHUVAS INTENSAS NO RIO GRANDE DO SUL A PARTIR DAS RELAÇÕES GENÉRICAS DE BELL E CHEN. 2015.
- BELINAZO, H.J. Metodologia computacional para análise das chuvas intensas: desenvolvimento e aplicação aos dados de Santa Maria –RS. Universidade Federal de Santa Maria, Dissertação de Mestrado. Santa Maria - RS. 1991.
- BRASIL, Agência Nacional das Águas - ANA: Hidroweb, <http://hidroweb,ana.gov.br/>
- BRASIL, Resolução CONAMA n° 357/2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- BRASIL. IBAMA. INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 11, DE 11 DE DEZEMBRO DE 2014. Estabelecer procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada – PRAD.
- BRASIL. Instrução normativa ICMBIO n° 11. Estabelecer procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental, 2014.
- BRASIL. Lei n° 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF. 22 de dezembro de 2006.
- BRASIL. Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n°s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n°s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF. 25 de maio de 2012
- BRASIL. Resolução CONAMA n° 33, de 7 de dez. de 1994. Define estágios sucessionais das formações vegetais que ocorrem na região da Mata Atlântica do Estado do Rio Grande do Sul, visando viabilizar critérios, normas e procedimentos para o manejo, utilização racional e conservação da vegetação natural. Brasília, DF, dez. 1994.
- BRAVO, J. M.; ALLASIA, D. G.; COLLISCHONN, W.; TASSI, R.; MELLER, A.; TUCCI, C. E. M. Manual de usuário WIN_IPH2. Modelo IPH2 para Windows. UFRGS. IPH. Porto Alegre. 2006.
- BRAVO, J. M.; ALLASIA, D. G.; COLLISCHONN, W.; TASSI, R.; MELLER, A.; TUCCI, C. E. M. Manual de conceitos WIN_IPH2. Modelo IPH2 para Windows. UFRGS. IPH. Porto Alegre. 2006.
- CEEE; IPH, Regionalização de vazões do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 1991.
- CONAMA. Resolução do CONAMA n° 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. [S.l.], 1986. *Diário Oficial da União*, 17 de fevereiro de 1986, páginas 2548 - 2549.
- CREMONEZ, F. E. et al. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no brasil. *REMOA/UFSM*, v. 13, p. 3821 – 3830, 2014.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Manual de Hidrologia básica para Estruturas de Drenagem. Rio de Janeiro, RJ: DNIT, 2005. 133 p.
- DORNELLES, W. C.; COLLISCHONN, W. Hidrologia para engenharia e Ciências Ambientais. 2ª Edição Revisada e ampliada. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), Porto Alegre, 2015.
- ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. 2014. Decreto N° 52.109, de 1° de dezembro de 2014. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2052.109.pdf>
- ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. 1992. Lei N° 9.519, de 21 de janeiro de 1992. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/09.519.pdf>

- ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. LEI Nº 15.434, DE 9 DE JANEIRO DE 2020. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. DOE, Porto Alegre, RS, 10 janeiro, 2020.
- FAUNA DIGITAL DO RIO GRANDE DO SUL. Silveira, F.F. 2020. Fauna digital do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://ufrgs.br/faunadigitalrs>>. Acesso em: Abr. 2023.
- FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; BROCHADO, A.L. & GUALA II, G.F. 1994. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. Cadernos de Geociências 12: 39-43.
- FRANZ, Ismael et al. Four decades after Belton: a review of records and evidences on the avifauna of Rio Grande do Sul, Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 108, 2018.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2022. População residente, por sexo e situação do domicílio de Santo Antônio de Palma. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadct/brasil>.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1986. Folha SH 22 Porto Alegre e partes das folhas SH 21 Uruguaiana e SH 22 Lagoa Mirim: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso potencial da Terra. Rio de Janeiro, FIBGE, 796 P.
- HASENACK, Heinrich; WEBER, Eliseu. Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul-escala 1: 50.000. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia, v. 1, 2010.
- IBAMA. Avaliação de Impacto Ambiental: Agentes Sociais, Procedimentos e Ferramentas. Brasília, 1995.
- JACOBS, F.; FENALTI, P. 2020. Aves do Rio Grande do Sul: Guia de Identificação. Editora Aratinga, Pelotas, RS.
- JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Flora do Brasil 2020 em construção. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: Jan. 2020.
- JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Flora do Brasil 2020 em construção. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: Abr. 2023.
- LEMA, T 1984 Relações herpetofaunísticas do Rio Grande do Sul com os países
- LEOPOLD, L. et al. A Procedure for Evaluating Environmental Impact. [S.l.], 1971.
- LORENZI, H. 1998. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de Plantas arbóreas do Brasil. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, Volume 01, 2ª Edição.
- LORENZI, H. 1998. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, Volume 02, 2ª Edição.
- LORENZI, H. 1998. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de Plantas arbóreas do Brasil. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, Volume 01, 2ª Edição.
- LORENZI, H. 1998. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, Volume 02, 2ª Edição.
- LORENZI, H. 2000. Árvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP.
- LORENZI, H. 2000. Árvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, il;
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. 2002. Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. 2002. Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP.
- LORENZI, H.; SARTORI, S. F.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. T. C. 2003. Árvores Exóticas no Brasil: Madeiras, ornamentais e aromáticas. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, Volume 01, 2ª Edição.
- LORENZI, H.; SARTORI, S. F.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. T. C. 2003. Árvores Exóticas no Brasil: Madeiras, ornamentais e aromáticas. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, Volume 01, 2ª Edição.
- LORENZI, H.; SARTORI, S. F.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. T. C. 2006. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP.
- LORENZI, H.; SARTORI, S. F.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. T. C. 2006. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP.
- MATO GROSSO DO SUL. IMASUL. MÉTODOS E TÉCNICAS PARA RESTAURAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA - Documento técnico para orientação na Restauração da Vegetação Nativa no Bioma Mata Atlântica do Mato Grosso do Sul. - Campo Grande: Imasul, 2016.
- MATO GROSSO DO SUL. IMASUL. RESTAURAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA - Cartilha de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais na Mata Atlântica do Mato Grosso do Sul. - Campo Grande: Imasul, 2016. ISBN: 978-85-69025-02-3.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1987, Inventário das Estações Fluviométricas, Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica-DNAEE, Brasília, Não paginado.

- MISHRA, S. K.; SINGH, V. P. 1999. Another look at SCS-CN method. *Journal of Hydrologic Engineering*, Vol. 4, Nº 3.
- Monteiro, José. Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas, coordenação e adaptação de Miriam Laila Absy, Francisca Neta A. Assunção, Sueli Correia de Faria, versão de Paula Yone Stroh ... [et al.] - Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995.
- NBL – Engenharia Ambiental Ltda e The Nature Conservancy (TNC). 2013. Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará. The Nature Conservancy, Belém, PA. 128 páginas.
- OLIVEIRA, Antônio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nertan Alves de “Geologia de Engenharia” Editora Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE – São Paulo, 1ª edição, 1998.
- PAIVA, J, B, D, E PAIVA, E, M, C, D, organizadores; 2001; Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas; ABRH; Porto Alegre; 625 p.
- PARANÁ. Instituto Água e Terra. Portaria nº 170 de 01 de junho de 2020. Estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas - PRAD.
- PEREIRA, J. et al. Fundamentos da Avaliação de Impactos Ambientais com estudo de caso. [S.l.]: Universidade Federal de Lavras, UFLA, 2014.
- PIAB, 1994 - Manual de Avaliação de Impactos Ambientais. SURHEMA/GTZ, Paraná.
- PLANALTO, 2012. Lei nº12.651 de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm.
- PLANALTO, 2021. Lei nº14.825 de 29 de dezembro de 2021. Altera as Leis nos 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d’água em áreas urbanas consolidadas. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14285.htm.
- PORTO ALEGRE. Portaria SEMA nº 79 de 31 de outubro de 2013. Reconhece a Lista de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Rio Grande do Sul e demais classificações, estabelece normas de controle e dá outras providências. Diário Oficial do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 01 de novembro de 2013.
- RIO GRANDE DO SUL. Decreto n. 36.636, de 03 de maio de 1996. Delimita a área da Mata Atlântica a que se refere o artigo 38 Lei nº 9.519, de 21 de janeiro de 1992, que institui o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, mai 1996.
- RIO GRANDE DO SUL. Ministério do Meio Ambiente. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. Monitoramento da qualidade das águas na Bacia dos rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo, Região Hidrográfica do Uruguai/RS, como subsídio à Gestão dos Recursos Hídricos e ao Controle Ambiental. P. 176-201. Cap 3.7 - Fauna atual.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura. Manual de conservação do solo. Porto Alegre, 1983. 228p.
- RODRIGUES, R. R; BRANCALION, P. H. S; ISERNHAGEN, I. Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ; Instituto BioAtlântica, 2009. 264 p.
- SANCHEZ, L. E. Os papéis da avaliação de impacto ambiental. Avaliação de impacto ambiental: situação atual e perspectivas. p. 15–33, 1993.
- SÃO PAULO. Cadernos da Mata Ciliar. N. 4 Conteúdo: Monitoramento de áreas em recuperação: subsídios à seleção de indicadores para avaliar o sucesso da restauração ecológica / Helena Carrascosa von Glehn ... [et al.]; organização Thiago Hector Kanashiro Uehara, Flávio Bertin Gandara. - São Paulo: SMA, 2011. ISSN 1981-6235.
- SOBRAL, M.; JARENKOW, J.A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LARocca, J.; RODRIGUEZ, R.S. Flora Arbórea e Arborecente do Rio Grande do Sul, Brasil. Ed. Rima e Ed. Novo Ambiente, São Carlos. 2006. 350 p.
- TUCCI, C, E, M, organizador; 2012; Hidrologia: Ciência e Aplicação; 4ª ed, 4ª reimp, Editora da Universidade UFRGS/ABRH; Porto Alegre, 943 p.
- TUCCI, C, E, M,; 2002; Regionalização de Vazões; Editora da Universidade UFRGS; Porto Alegre, 255 p.
- TUCCI, C, E, M,; 2005; Modelos Hidrológicos; colaboração da Associação Brasileira de Recursos Hídricos / ABRH, 2ª ed, - Editora da Universidade UFRGS; Porto Alegre, 678 p.,
- Tucci, C. E. M.; 2006; Modelos Hidrológicos; Editora da Universidade UFRGS; Porto Alegre, 678 p. vizinhos. *Véritas*, 29 (115):421-429

ANEXOS

Anexo 1: Folha 1-2 – Mapa Ortofotomosaico, áreas urbanas dos cursos hídricos, APPs originais, PAs, vegetação, edificações, demais detalhes;

Anexo 2: Folha 2-2 – Mapa Ortofotomosaico, áreas urbanas dos cursos hídricos, zoneamento das APPs, PAs, vegetação, edificações e delimitação das faixas de 5, 10, 15 e 30 metros, demais detalhes;

Anexo 3: Anotações de Responsabilidade Técnica – ARTs.