

Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Lúna

– Programa Municipal de Redução de Risco –



Consultoria:



Vitória, ES

2022

	Nº:								
	CLIENTE: Prefeitura Municipal de Lúna								
	PROJETO: Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Lúna								
	TÍTULO: VOLUME III: PROGRAMA MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO							MEIO AMBIENTE	
								ENGENHARIA	
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO DOCUMENTO: Marco Aurélio Costa Caiado Engenheiro Agrônomo, Ph. D. CREA-ES nº 3757/D							RUBRICA:		
ÍNDICE DE REVISÕES									
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
0	EMISSÃO INICIAL								
	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4	REV. 5	REV. 6	REV. 7	REV. 8
DATA									
EXECUÇÃO									
VERIFICAÇÃO									
APROVAÇÃO									
FORMULÁRIO PERTENCENTE À AVANTEC ENGENHARIA									

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o Programa Municipal de Redução de Risco Hidrológico do Município de Lúna, elaborado com base nos volumes apresentados no Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais.

As ações propostas neste programa foram pautadas conforme contrato de prestação de serviço firmado para execução das atividades, celebrado entre a Prefeitura Municipal de Lúna e a Avantec Engenharia.

O Termo de Referência do contrato estabelece seis etapas de trabalho a serem cumpridas, sendo este relatório específico da etapa 4.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	METAS	13
3	FUNDAMENTOS E CONCEITOS	14
3.1	FUNDAMENTOS	14
3.2	OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS NO BRASIL E NO ESPÍRITO SANTO	15
3.3	ARCABOUÇO INSTITUCIONAL E LEGISLAÇÃO	15
3.4	GLOSSÁRIO TÉCNICO	22
4	LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO DE IÚNA	31
5	DIAGNÓSTICO DAS INUNDAÇÕES DO RIO PARDO NO MUNICÍPIO DE IÚNA	33
6	MAPEAMENTO DE RISCO HIDROLÓGICO	36
7	PLANOS DE AÇÃO PARA REDUÇÃO DO RISCO	38
7.1	PLANOS DE CONTROLE AMBIENTAL	39
7.1.1	Plano de conservação e recuperação de maciços arbóreos nas bacias dos afluentes e bacia de drenagem urbana do Rio Pardo	39
7.1.2	Plano de conservação do solo e da água	41
7.2	MEDIDA DE CONTROLE DA OCUPAÇÃO E USO DO SOLO	46
7.2.1	Revisão do Plano Diretor Municipal de Iúna	46
7.2.2	Revisão do Código Municipal de Obras	47
7.3	MEDIDAS DE ESTRUTURAÇÃO INSTITUCIONAL	48
7.3.1	Desvinculação da Superintendência de Defesa Civil da Secretaria Municipal Meio Ambiente, Limpeza Pública e Turismo	48
7.3.2	Criação da Superintendência Municipal de Planejamento Urbano e Habitação	48
7.3.3	Reestruturação da Secretaria de Assistência e Desenvolvimento Social	50
7.3.4	Implementação e fortalecimento de ações com vistas ao planejamento urbano, a infraestrutura urbana e a provisão de habitação de interesse social	51
7.3.5	Fortalecimento do Sistema de Gestão Participativa	51
7.4	MONITORAMENTO HIDROLÓGICO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM	52
7.4.1	Monitoramento Hidrológico	52
7.4.2	Manutenção do Sistema de Drenagem	55
7.5	PLANOS DE DRENAGEM URBANA	56
7.5.1	Aumento de infiltração e retenção de águas pluviais nos logradouros públicos	56
7.5.2	Manutenção do Sistema de Drenagem	60
8	PROPOSTA DE MINUTA DE LEI	61



9	CONCLUSÃO.....	66
10	EQUIPE TÉCNICA	67
11	REFERÊNCIAS	68
- ANEXO I -	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 4-1: Localização do município de lúna no contexto do Espírito Santo.	32
Figura 5-1 – Margens do Rio Pardo ocupadas por construções na Sede de lúna ...	33
Figura 5-2 – Aspecto de uma das pontes sobre o Rio Pardo na sede de lúna.....	33
Figura 5-3 – Enchente no Rio Pardo na Sede de lúna	34
Figura 5-4 – Enchente no Rio Pardo na Sede de lúna	34
Figura 5-5 – Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Pardo a Montante da Sede de lúna	35
Figura 7-1 - Maciços florestais na bacia do Rio Pardo.	40
Figura 3-4 - Mapa de Localização das estações de monitoramento propostas.....	54
Figura 7-2: Pavimento poroso.	59
Figura 7-3: Pavimento poroso.	59
Figura 7-4: Trincheira de infiltração.	59
Figura 7-5: Calçadas vegetadas.....	59
Figura 7-6: Bacia de detenção.....	59
Figura 7-7: Bacia de retenção.	60
Figura 7-8: Faixas gramadas.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1: Dados gerais do município de Lúna (IBGE).....	31
Tabela 3-1 – Relação e Características das estações de monitoramento hidrológico instaladas no interior e na periferia da bacia do rio Pardo	52
Tabela 8-1: Características, variantes, funções e efeitos de alguns elementos recomendáveis para um sistema de drenagem urbano sustentável (adaptado de Governo do Estado do Paraná/SUDERHSA, 2002)	57

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I: Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Lúna-ES.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização é um processo característico da civilização humana e os problemas a ela inerente são largamente estudados atualmente. Enquanto em 1800 apenas 1% da população mundial vivia em cidades, a partir da revolução industrial, a urbanização se acelerou em ritmo ascendente, de forma que, durante a primeira metade do século XX, a população total do mundo aumentou 49%, enquanto a população urbana aumentou 240%. Durante a segunda metade do século, a população urbana passou de 1.520 milhões em 1974 para 1.970 milhões em 1982 (TUCCI, 2003).

No Brasil, o processo de urbanização nos últimos 50 anos tem se caracterizado pelo incremento da população em grandes cidades, tendo o número de localidades urbanas com população igual ou maior que 20.000 habitantes passado de 89, em 1950, para 870, em 2010, com a população total nessas localidades passado de 24 para 131 milhões (GEORGE; SCHENSUL, 2013).

Segundo Instituto Jones dos Santos Neves (2011), o estado do Espírito Santo apresentou uma população de 3.514.952 habitantes em 2010, evidenciando aumento de 13,5% (417.720 habitantes) em relação à população registrada em 2000 (3.097.232 pessoas residentes). No decorrer dos anos 2000, o estado destacou uma taxa média de crescimento anual de 1,27%, apresentando valor acima da média nacional (1,17%) e a maior taxa de crescimento populacional da região Sudeste, seguido por São Paulo (1,09%), Rio de Janeiro (1,06%) e Minas Gerais (0,91%). O município de Lúna passou de 26.112 em 2000 para 27.328 em 2010, com um acréscimo médio anual de 1,41%.

O crescimento urbano das cidades provoca impactos significativos na população e no meio ambiente. Estes impactos deterioram a qualidade de vida da população devido ao aumento da frequência e do nível das inundações, somado à péssima qualidade das águas pluviais com o aumento da presença de materiais sólidos e, muitas vezes, de esgoto *in natura*.

Estes problemas são desencadeados principalmente pela forma como as cidades se desenvolvem, podendo ser citadas duas grandes causas de inundação urbana:

- Devido à urbanização: relacionadas à ampliação de áreas impermeabilizadas e construção de sistemas de drenagem, como condutos e canais;
- Devido à ocupação de planícies de inundação: quando a legislação de uso do solo e o planejamento urbano são inadequados e após uma sequência de anos em que rios urbanos apresentam baixas vazões, a população passa a ocupar planícies de inundação devido à topografia plana, proximidade com áreas importantes do centro urbano e baixo custo. Entretanto, quando altas vazões ocorrem, os prejuízos podem atingir somas intangíveis e a municipalidade é chamada a investir na proteção da população contra cheias.

Duas condutas do poder público tendem a agravar ainda mais a situação:

- Os projetos de drenagem urbana têm como filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante. Este critério, via de regra, aumenta a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação de jusante;
- A falta de legislação normalizadora da ocupação do solo ou a falta de meios para aplicar as normas existentes possibilitam a ocupação de áreas ribeirinhas, restringindo a passagem de cheias e ocasionando inundações a montante.

Princípios básicos de drenagem urbana são largamente estudados e apresentados em manuais; entretanto estes não são, normalmente, empregados em cidades brasileiras, incluindo Lúna, e as principais causas são citadas em Tucci *et al.* (2002):

- Rápido e imprevisível desenvolvimento urbano, com tendência à ocupação de jusante para montante, ampliando os riscos de danos;
- Urbanização ocorrendo sem levar a legislação em conta;
- A ocupação dessas áreas é feita por pessoas de baixa renda e não é acompanhada pela infraestrutura recomendável;
- Ausência de programas de prevenção para a ocupação de áreas de risco e, quando as cheias ocorrem, recursos a fundo perdido são colocados à disposição para a municipalidade sem a exigência de programas de prevenção.
- Ausência de conhecimento por parte da população e técnicos locais de como lidar com inundações;
- Falta de organização institucional em drenagem urbana em nível local.

A estes, podem-se acrescentar, entre outros, o sub dimensionamento das estruturas de drenagem como pontes e bueiros, a falta de manutenção das mesmas, que resulta na redução de suas capacidades de transporte, além da não exigência de estudo dos impactos dos novos empreendimentos na drenagem urbana.

Já em relação aos problemas relacionados a movimentos gravitacionais de massa, a conjunção entre especificidades do substrato geológico, características geomorfológicas, eventos climáticos e aumento expressivo da urbanização tem levado a situações críticas por todo o planeta. Comumente observa-se que eventos dessa natureza ocorreram ou estão para ocorrer. No Brasil não é diferente. O histórico brasileiro de crescimento desordenado nas últimas décadas e as atuais taxas de urbanização acima de 80%, só corroboram para o incremento da vulnerabilidade de pessoas, infraestrutura e instalações, tornando a questão da prevenção de desastres e acidentes de natureza geológica um dos maiores problemas nacionais, tanto pelas perdas de vida frequentes, como pelos danos e prejuízos causados à sociedade e ao Estado.

Estes problemas, assim como os processos de inundação, também são desencadeados principalmente pela forma como as cidades se desenvolvem, podendo ser citadas como grandes causas dos movimentos de massa:

- Desconsideração da suscetibilidade natural dos terrenos a ocorrência de movimentos de massa;
- Ocupação de trechos muito inclinados, com ocorrência de depósitos de cobertura e variações bruscas de permeabilidade entre o substrato rochoso e pacotes de solo;
- Desconsideração da análise dos sistemas de famílias de descontinuidades (falhas, superfície de estratificação, foliação, diaclase, clivagem de fratura, xistosidade), no processo de definição das áreas passíveis de ocupação;
- Ocupação em trechos com concentração do fluxo superficial a partir da análise da rede hidrográfica;
- Interferência antrópica através da alteração do regime de escoamento superficial com a abertura de vias veiculares, geração de aterros lançados de grande porte, principalmente em áreas de baixada, remoção da cobertura

vegetal e, principalmente, pela geração de cortes verticalizados, instáveis e não contidos adequadamente;

- A falta de legislação normalizadora da ocupação do solo ou a falta de meios para fiscalizar e aplicar as normas existentes, o que possibilita a ocupação de áreas impróprias ou que necessitam de intervenções estruturantes para ocupação segura;
- Ausência de programas de prevenção e eliminação do risco em áreas onde os problemas já foram identificados, caracterizados e classificados;
- Ausência de conhecimento por parte da população e técnicos locais sobre as suscetibilidades naturais e de como lidar com os problemas.

Assim sendo, o processo de aceleração do crescimento econômico e social que marca o Brasil desde a última década, vem demandando a inclusão do risco na pauta da gestão pública, ficando cada dia mais evidente a importância da articulação das diversas ações existentes, programas e políticas voltadas a identificar e reduzir ameaças, vulnerabilidades e riscos naturais por todos os níveis e setores de governo, no sentido de alcançar a qualificação, sinergia e planejamento integrado, reduzindo perdas e danos às populações, à infraestrutura e à economia.

2 METAS

O Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Lúna tem as seguintes metas:

- Planejar a distribuição da água pluvial no tempo e no espaço, com base na tendência de ocupação urbana compatibilizando esse desenvolvimento e a infraestrutura para evitar prejuízos sociais, econômicos e ambientais;
- Controlar a ocupação de áreas de risco de inundação através de regulamentação;
- Promover a convivência com as enchentes nas áreas de médio e baixo riscos.

3 FUNDAMENTOS E CONCEITOS

3.1 FUNDAMENTOS

O Plano Municipal de Drenagem Pluvial/Fluvial de Lúna é baseado nos seguintes princípios:

- Abordagem interdisciplinar no diagnóstico e na solução dos problemas de inundação com uso de modelagem hidrológica e hidráulica do rio Pardo como ferramentas de simulação de cenários;
- Adoção da vazão com 25 anos de recorrência como cheia de projeto;
- Utilização da bacia hidrográfica do rio Pardo como unidade de estudo;
- Recomendação de soluções integradas à paisagem e aos mecanismos de conservação do meio ambiente;
- Recomendação de soluções economicamente viáveis e que apresentem relações benefício/custo adequadas;
- Controle do excesso de escoamento superficial na fonte, evitando a transferência para jusante do aumento do escoamento e da poluição urbana;
- Redução dos impactos, sobre o sistema de drenagem, provocados por novos empreendimentos, tendo prioridade para:
 - a. Controle da impermeabilização;
 - b. Restrição da ocupação de áreas de recarga, várzeas e áreas frágeis;
 - c. Implantação de dispositivos de infiltração ou reservatórios de amortecimento ao invés de obras de aceleração e afastamento das águas pluviais (canalização);
- Apresentação de soluções em nível de planejamento abrangendo tanto medidas de controle estruturais como não estruturais.

3.2 OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS NO BRASIL E NO ESPÍRITO SANTO

De acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (BRASIL, 2013), foram registrados no Brasil 31.909 desastres naturais no período 1991-2010, relacionados com as secas, inundações bruscas e graduais, vendavais, granizo, movimentos de massa, incêndios florestais, geadas, tornados e erosões lineares, marinhas e fluviais. Este levantamento foi baseado nos documentos da Secretaria Nacional de Defesa Civil – SEDEC, nas defesas civis estaduais e do Distrito Federal. Entretanto, é provável que estes desastres ainda estejam subnotificados.

Em relação ao Estado do Espírito Santo, de acordo com o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil (2020), ocorreram no Espírito Santo 673 registros de desastres naturais, no período de 2013 a 2020. O maior desastre, refere-se ao evento ocorrido no final do ano de 2013, resultado em enxurradas, inundações e deslizamentos de terra. Dos 78 municípios capixabas, 55 foram diretamente afetados e mais de 60 mil pessoas tiveram que deixar suas casas.

3.3 ARCABOUÇO INSTITUCIONAL E LEGISLAÇÃO

O Programa Municipal de Redução de Risco de Lúna é parte integrante de um trabalho que está sendo executado pela Prefeitura Municipal de Lúna com o objetivo de atender às expectativas da população para a formulação de estratégias, diretrizes e procedimentos que, efetivamente, consigam ampliar o conhecimento sobre os processos geodinâmicos, riscos e desastres, com proposição de ações estruturais e não estruturais para reduzir os riscos e minimizar o impacto relacionado aos desastres no município.

O trabalho está em consonância com a determinação do CAPÍTULO I, artigo 2º da Lei 12.608/12, bem como com o Programa Capixaba de Mudanças Climáticas.

A Lei 12.608/12 estabelece que “É dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre”. O Art. 7º, Seção II do CAPÍTULO II descreve o que “Compete aos Estados”:

I - executar a PNPDEC (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil) em seu âmbito territorial;

II - coordenar as ações do SINPDEC (Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil) em articulação com a União e os Municípios;

III - instituir o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil;

IV - identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;

V - realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco, em articulação com a União e os Municípios;

VI - apoiar a União, quando solicitado, no reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública;

VII - declarar, quando for o caso, estado de calamidade pública ou situação de emergência; e

VIII - apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais.

Parágrafo único. O Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil deverá conter, no mínimo:

I - a identificação das bacias hidrográficas com risco de ocorrência de desastres; e

II - as diretrizes de ação governamental de proteção e defesa civil no âmbito estadual, em especial no que se refere à implantação da rede de monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das bacias com risco de desastre.

O Programa Capixaba de Mudanças Climáticas tem como um dos objetivos contribuir para a implementação de políticas públicas direcionadas a adaptação eficiente do Estado do Espírito Santo aos possíveis impactos causados pelas mudanças climáticas, através da identificação e do mapeamento das áreas de risco a eventos específicos e na mensuração das vulnerabilidades do Estado a tais eventos, sendo um dos projetos o Estudo de Riscos e Vulnerabilidades às Mudanças Climáticas que envolvem a identificação dos principais eventos ligados a mudanças climáticas, o mapeamento das áreas de risco para cada um dos eventos e a construção de um Índice de Vulnerabilidade.

A partir destas premissas, as diretrizes para a elaboração deste trabalho têm como ponto de partida a Lei 12.608/12, que Instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC e abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil. Em complementação às ações do Governo no âmbito da prevenção de desastres naturais, foi lançado, em 08/08/2012, o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais. O objetivo do plano é prevenir tragédias em regiões atingidas por desastres naturais e fenômenos climáticos, por meio de um conjunto de ações, compostas por quatro eixos de atuação: Eixo Prevenção, com obras estruturantes nas regiões prioritárias; Eixo Mapeamento, com o mapeamento das áreas de risco; Eixo Resposta, com ações estruturadas de preparação e resposta à ocorrência de desastres; e Eixo Sistema de Monitoramento e Alerta, com ações de estruturação da rede de monitoramento, previsão e alerta.

Soma-se a estes documentos, todo o arcabouço legal que fundamenta as ações do Programa Municipal de Redução de Risco:

Legislação Federal

- **Lei Federal nº 10.257/2001- Estatuto da Cidade**

“Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.”

- **Lei Federal nº 6.766/1979 – Parcelamento do Solo Urbano**

“Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.”

- **Lei Federal nº 14.118 de 2021 – Programa Casa Verde e Amarela e Regularização Fundiária**

-

“institui o Programa Casa Verde Amarela, destinado a promover o direito à moradia a famílias residentes em áreas urbanas com renda mensal de até R\$ 7.000,00 (sete mil reais) e a famílias residentes em áreas rurais com renda anual de até R\$ 84.000,00 (oitenta e quatro mil reais), associado ao desenvolvimento econômico, à geração de trabalho e de renda e à elevação dos padrões de habitabilidade e de qualidade de vida da população urbana e rural.”

- **Lei Federal nº 12.651/2012 – Proteção de Vegetação Nativa**

“Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 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 nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.”

- **Lei Federal nº 6.938/1981 – Política Nacional de Meio Ambiente**

“Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.”

- **Lei Federal nº 12.651/2012 – Novo Código Florestal Brasileiro**

“Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis nºs 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 nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.”

- **Lei Federal nº 9.433/1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos**

“Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.”

- **Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos**

“Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.”

- **Lei Federal nº 11.445/2007 alterada pela Lei 14.026 de 2020 – Política Nacional de Saneamento Básico**

“Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico e cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020).”

Legislação Estadual

- **Lei Estadual nº 7.943/2004 – Parcelamento do solo urbano**

“Dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos e dá outras providências.”

- **Lei Estadual Complementar nº 488/2009 – Instituto de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Estado do Espírito Santo**

“Cria o Instituto de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Estado do Espírito Santo - IDURB-ES, autoriza o Poder Executivo a promover a liquidação e extinção da Companhia de Habitação e Urbanização do Espírito Santo - COHAB-ES e dá outras providências.”

- **Lei Estadual nº 4.886/1994 – Instituto Estadual de Meio Ambiente**

“Cria o Instituto Estadual de Meio Ambiente – IEMA, autarquia vinculada à Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente – SEAMA, com personalidade jurídica de direito público de autonomia administrativa e financeira, na forma do artigo 7º da Lei nº 3.043/75.”

- **Lei Estadual nº 248/2002 – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**

“Cria o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA e dá outras providências.”

- **Lei Estadual nº 4.126/1988**

“Cria o Sistema Estadual de Meio Ambiente e a Secretaria Estadual para Assuntos do Meio Ambiente (SEAMA).”

- **Lei Estadual nº 4.671/1992**

“Garante a concessão de incentivos especiais decorrentes da obrigação de preservar, conservar e recuperar a cobertura florestal nativa e proteger os ecossistemas.”

- **Lei Estadual nº 4.701/1992**

“Dispõe sobre a obrigatoriedade que todas as pessoas, físicas e jurídicas, devem garantir a qualidade do meio ambiente, da vida e da diversidade biológica no desenvolvimento de sua atividade, assim como corrigir ou fazer corrigir às suas expensas os efeitos da atividade degradadora ou poluidora por ela desenvolvida.”

- **Lei Estadual nº 5.361/1996 – Política Florestal do Espírito Santo**

“Dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Espírito Santo e dá outras providências.”

- **Decreto nº 4.124-N/1997**

“Aprova o Regulamento sobre a Política Florestal do Estado do Espírito do Santo.”

- **Lei Estadual nº 5.818/1998 – Política Estadual de Recursos Hídricos**

“Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos, do Estado do Espírito Santo - SIGERH/ES, e dá outras providências.”

- **Decreto nº 38-R/2000**

“Aprova o Regulamento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH.”

- **Lei Estadual nº 9.264/2009 – Política Estadual de Resíduos Sólidos**

“Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências correlatas.”

- **Lei Estadual nº 9.096/2008 – Política Estadual de Saneamento Básico**

“Estabelece as Diretrizes e a Política Estadual de Saneamento Básico e dá outras providências.”

Legislação Municipal

- **Plano Diretor Municipal – Lei Municipal nº 2.182/2008**

“O Plano Diretor é o instrumento básico da política urbana e territorial do Município que integra o sistema de planejamento municipal, devendo o plano plurianual, a lei de diretrizes orçamentárias e a lei do orçamento municipal orientar-se pelos princípios fundamentais, e objetivos gerais e as diretrizes nela contidas.”

3.4 GLOSSÁRIO TÉCNICO

Como alguns aspectos conceituais serão abordados durante o texto, para torná-los de fácil compreensão e objetivando definir bases conceituais que subsidiem a confecção do mapeamento da suscetibilidade a inundação urbana e do risco geológico nos municípios, elaborou-se uma relação de terminologias, e suas respectivas definições, acerca da temática risco, para sistematização e embasamento conceitual. Estes conceitos e terminologias foram sintetizados de diversos autores

(Cerri & Amaral,1998; Nogueira, 2002; FIDEM, 2003; Leite, 2005, UNISDR, 2009), cujos trabalhos, entre outros, orientaram a metodologia deste trabalho:

EVENTO - Fato já ocorrido, no qual não são registradas consequências danosas.

ACIDENTE - Acidente é um fato ocorrido, onde foram registradas consequências danosas. Evento definido ou sequência de eventos fortuitos e não planejados que dão origem a consequência específica e indesejada.

AMEAÇA - Fenômeno ou processo natural ou antrópico com potencialidade de causar um dano.

DANO - Medida da perda humana, material ou ambiental, física ou funcional, resultante da ação de uma ameaça sobre um meio exposto.

PERIGO - Um fenômeno perigoso, substância, atividade humana ou condição que pode causar a perda de vidas humanas, ferimentos ou outros impactos à saúde, danos materiais, perda de meios de subsistência e de serviços, de ruptura social e econômica, ou danos ambientais.

Comentário: Os perigos de acordo com o indicado na nota 3 do Marco de Ação de Hyogo (ONU) estão associados a processos naturais geológicos, meteorológicos, hidrológicos e oceânicos "...perigos de origem natural e afins, perigos ambientais e tecnológicos.", fontes biológicas e tecnológicas, por vezes, agindo em conjunto. Nas considerações técnicas, os perigos são descritos quantitativamente pela frequência, probabilidade de ocorrência de intensidades diferentes para diferentes áreas, como também determinado a partir dos dados históricos ou análises científicas.

VULNERABILIDADE - São as características intrínsecas do sistema exposto a um evento. Corresponde à predisposição do sistema em ser afetado ou sofrer danos. Conjunto de fatores físicos, sociais, ambientais, econômicos e institucionais que condiciona a magnitude do dano sobre um determinado meio, exposto a uma determinada ameaça delimitada no espaço e no tempo. Corresponde à predisposição a sofrer danos ou perdas.

SUSCETIBILIDADE – Entende-se como um ou mais atributos físicos que uma determinada área possui e que a torna potencialmente sujeita à ocorrência de desastres relacionados à dinâmica hídrica. Entretanto, acrescentou-se a ação humana como um dos agentes intensificadores da suscetibilidade, pois ao impermeabilizar o solo, por exemplo, o homem pode contribuir para uma significativa alteração da dinâmica hídrica natural.

RISCO - A combinação da probabilidade de um evento e suas consequências negativas. Comentário: Esta definição segue de perto a definição do ISO / IEC Guia 73. A palavra "risco" tem duas conotações distintas: no uso popular, a ênfase é geralmente colocada sobre o conceito de chance ou possibilidade, como em "O risco de um acidente" e que, em definições técnicas, a ênfase é geralmente colocada sobre as consequências, em termos de "perdas potenciais" por algum motivo particular, local e período. Pode-se notar que as pessoas não partilham necessariamente a mesma percepção do significado e das causas subjacentes riscos diferentes.

O risco pode ser representado pela expressão matemática:

$$R = A \times V$$

Onde,

A = probabilidade de ocorrência de um evento perigoso (ameaça).

V = vulnerabilidade dos elementos expostos.

Neste caso, o risco (**R**) é tido como uma condição latente ou potencial, e seu grau depende da intensidade provável da ameaça (**A**) e dos níveis de vulnerabilidade (**V**) existentes. Quando se considera possível prognosticar temporal e espacialmente uma ameaça ou probabilidade (**P**), com base nos processos e mecanismos geradores, permitindo a avaliação dos prováveis danos (**D**), tem-se:

$$R = P \times D$$

Nogueira (2002) propõe que quando se agrega a estas definições a existência de algum gerenciamento do problema, pode-se expressar o risco (**R**) da seguinte forma:

$$R = P (fA) \times C (fV) \times g^{-1}$$

Onde temos a probabilidade (**P**) de ocorrer um fenômeno físico **A** com previsão de local, intervalo de tempo, dimensão, etc. Os danos ou consequências (**C**) que são função da vulnerabilidade (**V**) das pessoas ou bens, o que pode ser modificado pelo grau de gerenciamento (**g**).

Na avaliação da vulnerabilidade consideramos as possibilidades técnicas e econômicas de prevenir ou mitigar os vários efeitos destrutivos do fenômeno. O grau de organização e coesão interna das comunidades em risco, considerando sua capacidade de prevenir, mitigar ou responder às situações de desastre, pode ser denominado de vulnerabilidade social.

AVALIAÇÃO DE RISCOS - Uma metodologia para determinar a natureza e extensão do risco através da análise de perigos potenciais e avaliar as condições existentes de vulnerabilidade que, juntos, poderiam prejudicar as pessoas expostas, bens, serviços, meios de vida e do ambiente do qual dependem.

Comentário: avaliações de risco (e mapeamento de risco associados) incluem: uma análise das características técnicas dos perigos tais como a sua localização, intensidade, frequência e probabilidade, a análise de exposição e vulnerabilidade, incluindo a saúde física e social, as dimensões econômica e ambiental; a avaliação da eficácia das alternativas existentes e capacidades de enfrentamento em relação aos cenários de risco provável. Esta série de atividades é às vezes conhecido como um processo de análise de risco.

CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE) - Codificação que permite organizar e estabelecer códigos para os diferentes tipos de desastres, com o fim de sistematizar o preenchimento dos pedidos de decretação para Situações de Emergência e Estados de Calamidade Pública, pelos entes federativos, que após análise e aprovação poderão ser formalmente reconhecidos pela SEDEC-MI. Foi instituída pela Instrução Normativa Nº 1/2012 do Ministério da Integração Nacional. Substitui a Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos (CODAR), instituída pelo CONDEC, conforme Resolução nº 2 publicada na seção I do Diário Oficial de 2 de janeiro de 1995, como Anexo B da Política Nacional de Defesa Civil. Seu foco principal

era o estudo dos riscos no Brasil iniciado com a elaboração e publicação dos Manuais de Desastres Naturais, Humanos e Mistos da SEDEC/MI.

CENÁRIO DE RISCO - situação hipotética de ocorrência de acidentes ou desastres.

ALTURA PLUVIOMÉTRICA - medidas realizadas nos pluviômetros e expressas em mm e que significam a lâmina d'água que se formaria sobre o solo como resultado de uma certa chuva, caso não houvesse escoamento, infiltração ou evaporação da água precipitada.

INTENSIDADE DA PRECIPITAÇÃO - relação entre a altura pluviométrica e a duração da precipitação expressa em mm/h ou mm/min.

DURAÇÃO - Período de tempo contado desde o início até o fim da precipitação.

TEMPO DE RECORRÊNCIA OU PERÍODO DE RETORNO (T) - período de tempo médio (medido em anos) em que um determinado evento pluviométrico ou fluviométrico deve ser igualado ou superado pelo menos uma vez.

RELAÇÃO INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUENCIA - equação que determina a intensidade da chuva para determinada duração e tempo de retorno.

CENÁRIO ATUAL - Cenário de uso do solo no qual será estudado o impacto da urbanização atual sobre o sistema de drenagem existente. Para o mesmo, serão mapeados os elementos conforme eles se encontram no campo atualmente.

CENÁRIO TENDENCIAL - Cenário de uso do solo no qual será estudado o impacto da urbanização futura sobre o sistema de drenagem existente. Este cenário representará a tendência de aumento dos prejuízos provocados pelas inundações considerando-se a expansão da mancha urbana sem a implantação das medidas de controle a serem propostas no presente trabalho.

CENÁRIOS ALTERNATIVOS DE PLANEJAMENTO - Cenários que representarão os efeitos das diversas alternativas de controle estudadas no Plano.

CENÁRIO PROPOSTO - Aquele que, dentre os Cenários Alternativos de Planejamento, será o que apresentar maior eficiência considerando-se os critérios de melhor relação benefício/custo e de menor impacto ambiental.

DESASTRE - Uma ruptura grave do funcionamento de uma comunidade ou uma sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, prejuízos econômicos ou ambientais e impactos, o que excede a capacidade da comunidade afetada de lidar com o problema através de seus próprios recursos.

Comentário: Os desastres são geralmente descritos como resultado da exposição a um perigo, combinada com as condições de vulnerabilidade que estão presentes, e a insuficiente capacidade para reduzir ou lidar com as consequências negativas. Os impactos dos desastres podem incluir perda de vidas humanas, ferimentos, doenças e outros efeitos negativos na saúde humana física, mental e no bem-estar social, juntamente com danos à propriedade, destruição de bens, perda de serviços sociais e econômicos e a degradação ambiental.

CAPACIDADE DE RESPOSTA - Conjunto de ações ou meios que uma comunidade ou indivíduo possui para responder a um desastre.

GESTÃO CORRETIVA DE RISCOS DE DESASTRES - As atividades de manejo que abordam e buscam corrigir ou reduzir os riscos de desastres que já estão instalados.

Comentário: Este conceito visa distinguir entre os riscos que já estão instalados e que precisam ser gerenciados e reduzidos agora, e os riscos potenciais que podem se desenvolver no futuro, se as políticas de redução de risco não forem postas em prática. Veja também gerenciamento de riscos potenciais.

GESTÃO DE EMERGÊNCIA - A organização e gestão de recursos e responsabilidades, para abordar todos os aspectos de emergências, em particular de preparação e resposta e as etapas de recuperação inicial.

Comentário: A crise ou emergência é uma condição de ameaça que requer uma ação urgente. Uma ação de emergência eficaz pode evitar a escalada de um evento em um desastre. A gestão de emergência envolve planos e arranjos institucionais para envolver e orientar os esforços do governo, de organizações não governamentais, de

agências voluntárias e privadas, de forma abrangente e coordenada, para responder a todo o espectro de necessidades de emergência. A expressão “gestão de catástrofes” é por vezes utilizada em vez de gestão de emergências.

GESTÃO DE RISCOS - A abordagem sistemática e prática da gestão de incerteza para minimizar potenciais danos e perdas. Comentário: A gestão dos riscos compreende a avaliação e análise de riscos, e a implementação de estratégias e ações específicas para controlar e reduzir a transferência de riscos. É amplamente praticada por organizações para minimizar os riscos nas decisões de investimento e para enfrentar os riscos operacionais, tais como os de interrupção dos negócios, a falta de produção, danos ambientais, impactos sociais e danos decorrentes de incêndio e desastres naturais. A gestão de riscos é uma questão central para setores como a energia de abastecimento de água e agricultura, cuja produção é diretamente afetada por extremos de tempo e clima.

GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES - O processo sistemático que usa diretrizes administrativas, organizações e habilidades operacionais e as capacidades estabelecidas, para implementar estratégias, políticas para a melhoria de capacidades de enfrentamento, visando diminuir os impactos negativos dos riscos e a possibilidade de um desastre.

Comentário: Este termo é uma extensão de "gestão de risco" tornando-o mais direcionado, para abordar a questão específica dos riscos de desastres. A gestão do risco de desastres tem como objetivo evitar, reduzir ou transferir os efeitos adversos de riscos por meio de atividades e medidas para prevenção, preparação e mitigação.

MITIGAÇÃO - A diminuição ou limitação do impacto negativo das catástrofes e desastres relacionados.

Comentário: Os impactos adversos dos riscos, muitas vezes não podem ser evitados totalmente, mas a sua dimensão ou gravidade pode ser substancialmente diminuída por várias estratégias e ações. As medidas de mitigação abrangem técnicas de engenharia e construção resistentes ao perigo, bem como melhoram as políticas ambientais e a conscientização pública.

PLANO DE REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES - Um documento preparado por uma autoridade do setor, organização ou empresa que estabeleça metas e objetivos específicos para reduzir os riscos de desastres relacionados com as ações para alcançar esses objetivos. Comentário: Planos de Redução de Risco de Desastres devem seguir o Marco de Hyogo e serem coordenados no âmbito dos planos de desenvolvimento relevantes já existentes, com alocação de recursos e atividades do programa. Planos no nível nacional deverão ser específicos para cada nível de responsabilidade administrativa (Estadual e Municipal) e adaptados às diferentes circunstâncias geográficas e sociais que estão presentes. Os prazos e responsabilidades para a implementação e as fontes de financiamento, devem ser especificadas no plano.

Diante dos conceitos apresentados é possível perceber que o risco geológico em áreas urbanas não depende apenas das características intrínsecas dos materiais envolvidos nos processos geodinâmicos, da morfologia das encostas ou do regime pluviométrico da estação chuvosa. Está diretamente relacionado à forma de ocupação, tanto em encostas como em baixadas, e à conscientização da população envolvida no que tange a alteração da geometria das encostas sem critérios técnicos ou ocupação de áreas geologicamente instáveis.

Entretanto, ao mesmo tempo em que a ação do homem potencializou o risco, o gerenciamento do problema pode reduzir acidentes ou minimizar as perdas, interferindo efetivamente na preservação de vidas e até mesmo evitando o desenvolvimento de processos geodinâmicos através de ações estruturais e de educação ambiental.

De acordo com a agência das Nações Unidas, voltada para a redução de desastres (UNITED NATIONS DISASTERS RELIEF OFFICE – UNDRO, 1991), o gerenciamento de riscos ambientais deve sempre estar apoiado em quatro estratégias de ação:

- Identificação e análise dos riscos.
- Planejamento e implementação de intervenções para a minimização dos riscos.
- Monitoramento permanente das áreas de risco e implantação de planos preventivos de defesa civil.
- Informação pública e capacitação para ações preventivas e de autodefesa.

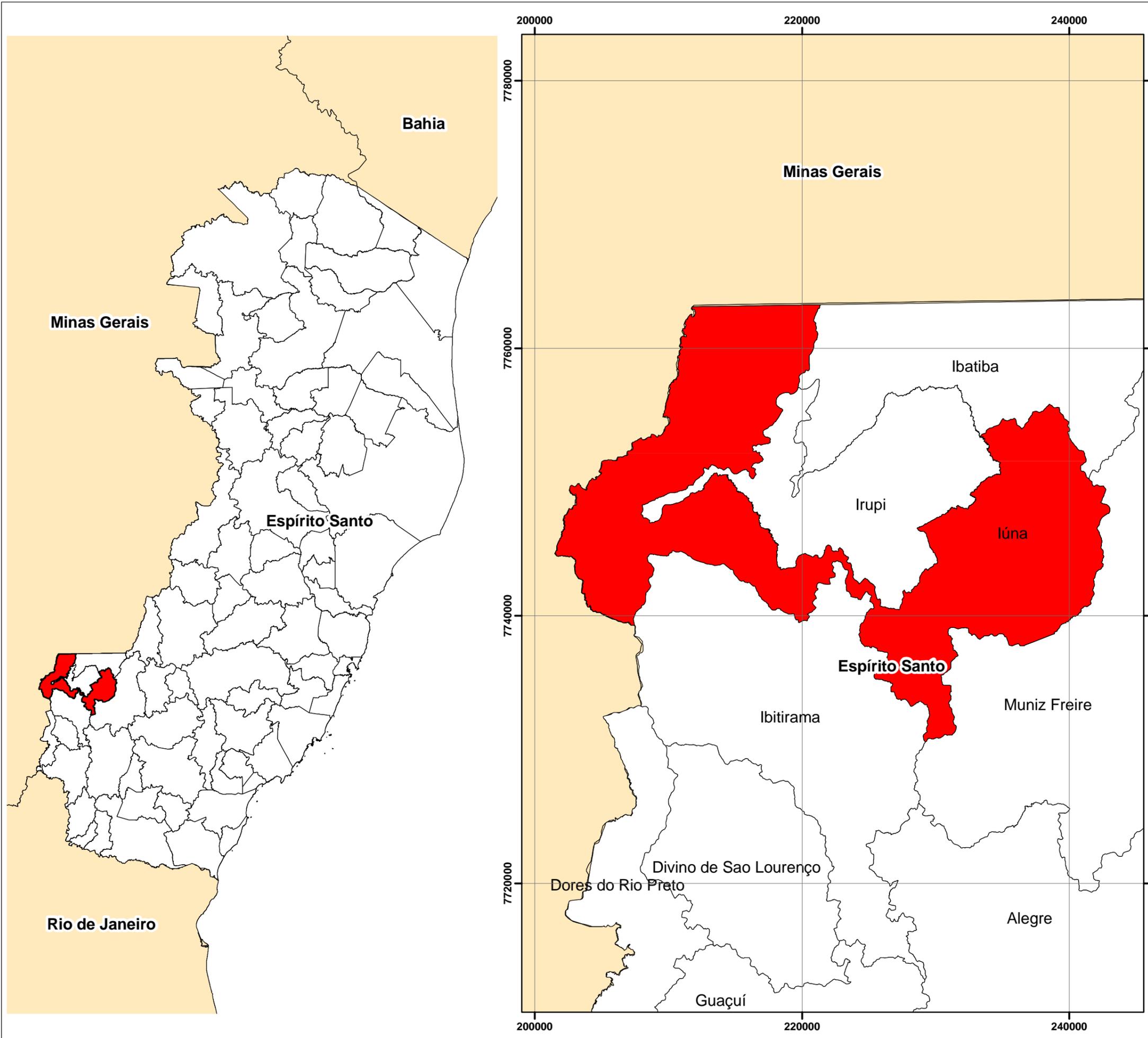
Assim, a execução dos mapeamentos para os municípios do Espírito Santo estarão fundamentadas nos conceitos discutidos neste item, resultando em um plano estratégico que contemple as quatro linhas de ação propostas pela UNDRO.

4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO DE LÚNA

O município de Lúna limita-se com os seguintes municípios: ao Norte com Ibatiba, ao sul com Ibitirama, a Leste com Muniz Freire e a Leste com o município de Irupi e o Estado de Minas Gerais (**Figura 4-1**). O município de Lúna possui uma população estimada de 29.417 habitantes e uma área de 460,586 km². Sua sede está a 185,0 quilômetros da capital do estado, Vitória. A **Tabela 4-1** apresenta características gerais do município de Lúna, de acordo com o IBGE (2021).

Tabela 4-1: Dados gerais do município de Lúna (IBGE)

Dados Demográficos	
Estimativa da população em 2021	29.417
Área da Unidade Territorial	460.586 km ²
Ensino – Matrícula – Ensino fundamental – 2020	4.093
Ensino – Matrícula – Ensino médio - 2020	666
Ensino – Docentes – Ensino fundamental - 2020	263
Ensino – Docentes – Ensino médio - 2020	55
Estabelecimentos de saúde em 2009	17
Produto interno bruto do município em 2019	R\$ 429.348,53 (x1000)
Receitas orçamentárias realizadas em 2017	R\$ 65.186,67 (x1000)
Despesas orçamentárias realizadas em 2017	R\$ 59.094,91 (x1000)
Salário médio dos trabalhadores formais em 2019	1,8 salários mínimos
Pessoal Ocupado	3.357 habitantes
Percentual da população com renda de até ½ salário mínimo	37%




 Projeção: Universal Transversa Mercator.
 Datum horizontal: SIRGAS 2000.
 Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

- Município de Iúna
- Divisão Municipal e Limite do estado do Espírito Santo
- Limites Estaduais

Documentação e Referências

IBGE. Unidades da Federação. 2020.
 IDAF. Limites Municipais do Espírito Santo. 2018.

Ø	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:
 Plano Diretor de Águas Pluviais/Fluviais PMRR

Título:
 Localização do município de Iúna no Espírito Santo

Responsável técnico:

Marco Aurélio C. Caiado
 Eng. Agrônomo, Ph. D.
 CREA - ES 3757/D

Elaboração:

Ana Caroline da S. P. Ferreira
 Auxiliar Técnico

Escala: 1:280.000

0 2,25 4,5 9 km

Folha: 1 de 1 *Local:* Iúna - ES

Papel: A3 *Nº:* **Figura 4-1**

Contratante: 

Contratada: 

5 DIAGNÓSTICO DAS INUNDAÇÕES DO RIO PARDO NO MUNICÍPIO DE IÚNA

Parte do núcleo urbano de Iúna foi implantada na planície aluvial do rio Pardo. A sede do município de Iúna é atravessada pelo rio Pardo, o qual é margeado por importantes avenidas situadas no centro da cidade e também pela rodovia ES-185, onde se desenvolve boa parte do comércio local e foram implantadas muitas residências, armazéns de café, postos de gasolina e outros.

O trecho urbano do rio Pardo possui cerca de 4 km, sendo que, em sua maior parte, apresenta as duas margens ocupadas, dificultando a implantação de melhorias contra cheias como o alargamento do leito do rio (**Figura 5-1**). Além disso, a existência de três pontes com pilares instalados no meio do curso d'água e dimensões que provocam diminuição da capacidade hidráulica destas, contribuem para o represamento das águas a montante das mesmas (**Figura 5-2**).



Figura 5-1 – Margens do Rio Pardo ocupadas por construções na Sede de Iúna



Figura 5-2 – Aspecto de uma das pontes sobre o Rio Pardo na sede de Iúna

Ao atravessar o núcleo urbano de Iúna, em um trecho de 4.300 metros, as cotas do rio decaem 3,1 m, o que resulta em uma declividade média de 0,07%. Além da baixa declividade, o leito é muito irregular, com vários trechos em rocha, em que apresenta baixas profundidades, entremeados por trechos mais profundos, com leito arenoso ou argiloso.

Somando-se à baixa declividade média e às irregularidades do fundo, as laterais do rio Pardo, em seu trecho urbano, apresentam-se encobertas por uma vegetação com densidade variável, com vegetação arbórea densa em muitos trechos.

Os aspectos acima mencionados dificultam o escoamento das águas do rio Pardo no trecho urbano de Lúna ocasionando inundações frequentes na cidade. Conforme pode ser observado na **Figura 5-3** e **Figura 5-4**.



Figura 5-3 – Enchente no Rio Pardo na Sede de Lúna



Figura 5-4 – Enchente no Rio Pardo na Sede de Lúna

As áreas de estudo foram definidas de acordo com o objeto de mapeamento, onde foi dado foco a bacia de drenagem do Rio Pardo a montante do núcleo urbano de Lúna. A seguir são apresentadas informações do meio físico que foram levantadas durante a fase de diagnóstico do presente trabalho.

O rio Pardo é um dos afluentes do Braço Norte Esquerdo do Rio e possui área de contribuição de 3.749,3 Km². A nascente do Rio Pardo está localizada no município de Ibatiba, sendo que até o início do trecho do Rio Pardo a montante da zona urbana de Lúna, este curso d'água drena uma área de 423,75 Km². A bacia do Rio Pardo está localizada majoritariamente em solos capixabas, com apenas 7,8% da área da bacia no estado de Minas Gerais. Compreende os municípios capixabas de Lúna, Irupi e Ibatiba, além do município mineiro de Laginha.

A bacia de drenagem do rio Pardo tem uso do solo voltado, principalmente, para a atividade agrícola, com foco no plantio de café, que ocupa cerca de 45,52%. Também é comum a ocorrência de extensas pastagens, principalmente, para bovinocultura. Somados, a atividade agropecuária ocupa 77,8% da área da bacia (**Figura 5-5**). A cobertura florestal é razoável, com 12,69%, de cobertura, distribuída em fragmentos isolados em toda a bacia, conforme pode ser observado no o mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Pardo, a montante da Sede de Lúna.

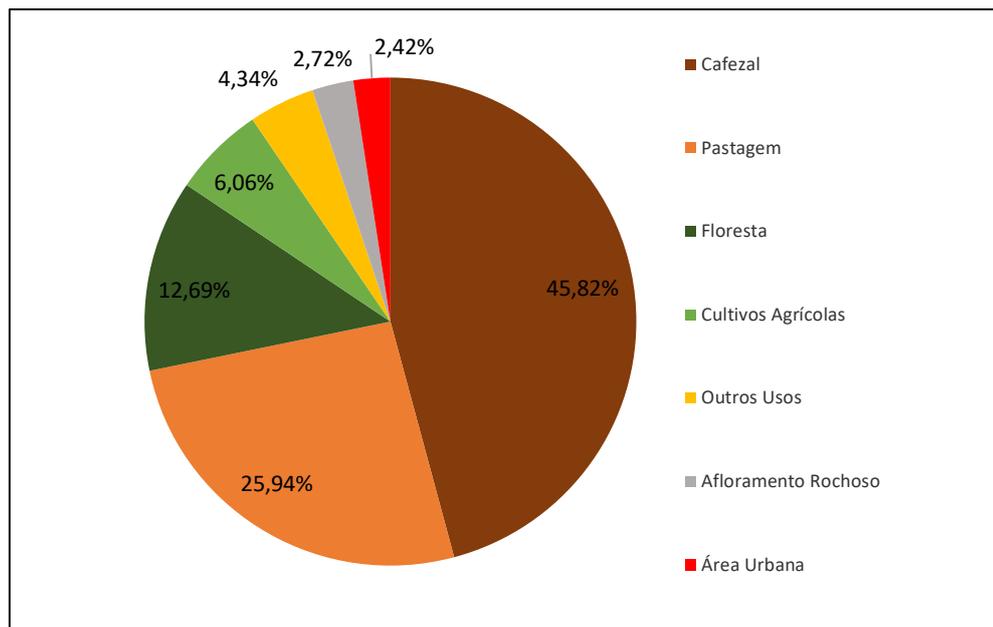


Figura 5-5 – Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Pardo a Montante da Sede de Lúna

Quanto aos solos que cobrem a superfície da bacia, podem ser identificados: Cambissolos (42,71 %), na parte leste e oeste da bacia; Argissolos (3,06%), na região das proximidades do centro urbano; Latossolos (47,03%), na parte central da bacia, em uma faixa norte-sul; e Neossolos Litólicos (3,68%), que via de regra, são associados aos afloramentos rochosos da bacia.

6 MAPEAMENTO DE RISCO HIDROLÓGICO

No município de Lúna - ES, o Programa Municipal de Redução de Risco contemplou o mapeamento e diagnóstico das seguintes tipologias de risco hidrológico: processos de alagamento e inundação, com a delimitação de áreas a serem inundadas em diferentes períodos de retorno.

O PMRR foram estruturados considerando ações para que se tornem públicos e apropriados pela população envolvida, desenvolvendo um trabalho educativo, informativo e de mobilização junto à população moradora de áreas de risco, através das lideranças comunitárias e de entidades da sociedade civil.

O trabalho social dentro do Programa Municipal de Redução de Riscos tem como foco permitir que o conhecimento resultante da investigação sobre a situação de risco no município de Guaçuí possa ser apropriado pela população local, quer sejam técnicos vinculados à administração municipal ou lideranças comunitárias.

Aspecto fundamental do trabalho social nesse plano também é tratar da participação popular dentro do Programa Municipal de Redução de Riscos, promovendo uma troca de informações entre os moradores, equipe técnica e poder público.

Os riscos hidrológicos que estão aqui apresentados podem ser definidos como a probabilidade de ocorrência de acidentes danosos à população, aos bens públicos e privados e à infraestrutura, resultantes de inundações, enchentes, enxurradas, alagamentos, erosão linear e de margens de canais em ambientes modificados pela implantação do tecido urbano e pela ação cotidiana do homem.

Tratam-se, portanto, de processos sócionaturais, onde se combinam a ação desencadeadora das chuvas, a suscetibilidade do ambiente físico (solo, rochas, forma do relevo e das bacias hidrográficas, vegetação, características fluviais) e a forma de ocupação humana deste ambiente, que o modifica e nele se integra para construir a cidade.

Entretanto, é possível interferir nos fatores condicionantes e deflagradores e nas consequências prováveis para aumentar a margem de segurança dessa convivência.

Diversas metodologias podem ser utilizadas para a delimitação de área de inundação, desde a demarcação *in situ* com base em marcas de enchentes presentes em edificações e informações de moradores até o uso de modelos matemáticos hidrodinâmicos para a simulação de enchentes de rios, córregos e sistemas de drenagem. Para a simulação hidráulica das vazões de projeto na bacia de drenagem urbana do Rio Lúna, foi utilizado o modelo matemático HEC-RAS 4.1 (River Analysis System), o qual foi desenvolvido pelo Centro de Engenharia Hidrológica do Corpo de Engenheiros do Exército Norte-Americano. Este modelo foi concebido para efetuar cálculos hidráulicos em sistemas de canais naturais ou construídos (HEC, 2010) e é amplamente utilizado em estudos de: (a) determinação da área de inundação de rios e de proteção contra enchentes; (b) efeitos de obstáculos hidráulicos, como pontes, bueiros, vertedores de barragens, diques e outras estruturas hidráulicas; (c) análise das alterações dos perfis de superfície d'água devido às modificações na geometria do canal; (d) múltiplos perfis de superfície d'água (modelagem de cenários para diferentes condições hidráulicas e hidrológicas), erosão em pontes e operação de barragens em sequência.

O **ANEXO I** apresenta o Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a sede urbana do município de Lúna, como resultado da modelagem hidráulica. O mapa apresenta as áreas previstas de serem inundadas por cheias com períodos de retorno de 25 e 100 anos.

7 PLANOS DE AÇÃO PARA REDUÇÃO DO RISCO

Os planos de ação para redução do risco visam à implementação de ações, programas, diretrizes e medidas para a redução, mitigação e prevenção de riscos relacionados às inundações, solapamento de margens, movimento de massas e deslizamentos.

Os planos de ação descritos no presente Programa Municipal de Redução de Risco são baseados nas informações colhidas e desenvolvidas durante as fases de diagnóstico, prognóstico e planejamento de intervenções para o município de Lúna. Desta forma, assume-se que os planos de ação para redução do risco serão complementados pelo Cenário Proposto e pelas ações estruturais para o município de Lúna. Por outro lado, estes planos de ação também assumem que a implantação do Cenário Proposto exige certo tempo para sua conclusão, de forma que o município deverá estar preparado para o atendimento a emergências imediatas à publicação do Programa Municipal de Redução de Risco.

Os Planos de Ação para Redução do Risco estão divididos em quatro grupos, a saber:

- Planos de Controle Ambiental;
- Planos de Ordenamento Territorial;
- Planos de Estruturação Institucional;
- Planos de Drenagem Urbana.

7.1 PLANOS DE CONTROLE AMBIENTAL

Propõem-se dois planos de controle ambiental, (1) Conservação e recuperação de maciços arbóreos nas bacias dos afluentes e bacia de drenagem urbana do Rio Pardo; e (2) Conservação de solo e água.

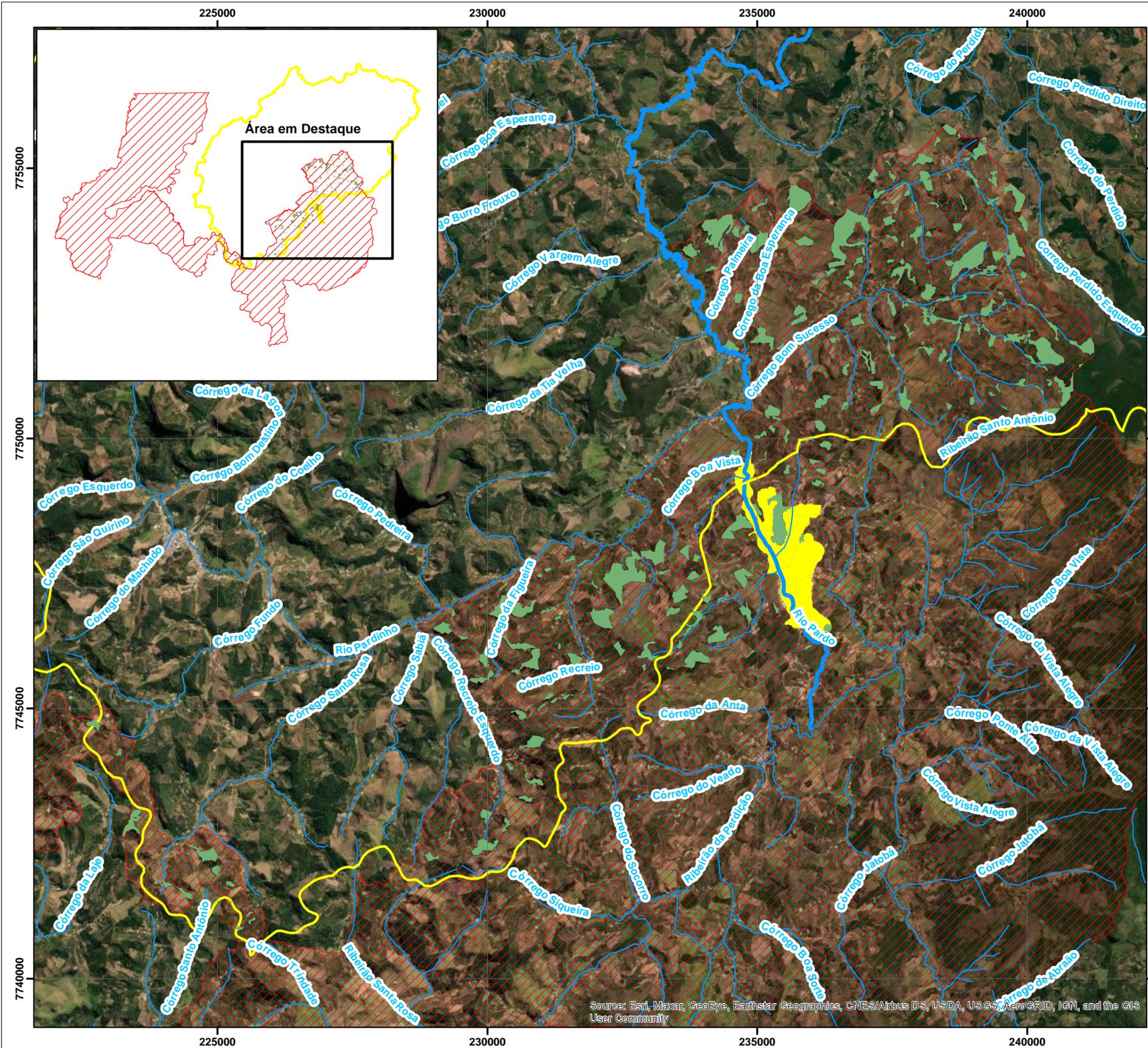
7.1.1 Plano de conservação e recuperação de maciços arbóreos nas bacias dos afluentes e bacia de drenagem urbana do Rio Pardo

A Figura 7-1 apresenta a localização dos maciços florestais existentes no interior da bacia de drenagem urbana do Rio Pardo.

Para a execução do Cenário Escolhido, será necessário a supressão da vegetação existente em 6,5 hectares de áreas, localizadas entre as margens do rio Pardo e os limites das manchas de inundação. Esta supressão deverá ser compensada, conforme determina a legislação vigente para execução das obras. Neste sentido, foi elaborado um Plano de Controle Ambiental (PCA), através do qual a Prefeitura se compromete a fazer compensação ambiental em uma área equivalente ao dobro da área impactada, resultando em uma compensação em uma área de 13 hectares a ser escolhida pela Prefeitura, que preferencialmente deverá ocorrer em local próximo a área a ser suprimida.

Na simulação do cenário proposto da bacia, foi considerado que todos esses maciços florestais serão preservados. Aliado ao fato de serem consideradas áreas protegidas pelo Código Florestal Brasileiro, a preservação dessas áreas florestais remanescentes é importante para manter os sítios de infiltração nas bacias supracitadas, no intuito de reduzir o escoamento superficial e a ocorrência de inundações.

Desta forma, recomenda-se que os maciços florestais mapeados na bacia do Rio Pardo sejam consideradas áreas de proteção permanente (APP) e, conseqüentemente, preservados. Além disso, também recomenda-se a recuperação de áreas desmatadas para aumentar esses sítios de infiltração.




 Projeção: Universal Transversa Mercator.
 Datum: Horizontal: SIRGAS 2000.
 Fuso: 24 Hemisfério Sul.

- Legenda**
- Maciços Florestais (640 ha)
 - Bacia de Contribuição do rio Pardo a montante do núcleo urbano de Ilhéus
 - Hidrografia
 - Rio Pardo
 - Mancha Urbana de Ilhéus
 - Município de Ilhéus

Documentação e Referências

ESRI. Base Map. 2022.
 ANA. Rede Hidroterológica Nacional. 2020.
 Geobases. Hidrografia. 2016.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	2022

Projeto: Plano Diretor de Águas Pluviais/Fluviais PMRR

Título: Maciços florestais na bacia do rio Pardo no município de Ilhéus

Responsável técnico:

Marco Aurélio C. Caiado
 Eng. Agrônomo, Ph. D.
 CREA - ES 3757/D

Elaboração:

Suelen Marques de Melo
 Eng. Sanitarista e Ambiental
 CREA - ES 47.678/D

Escala: 1:70.000



Folha: 1 de 1 **Local:** Ilhéus - ES

Papel: A3 **Nº:** **Figura 7-01**

Contratante: 

Contratada: 

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Para que a preservação ocorra, é importante que o poder público ofereça incentivos aos proprietários onde os maciços ocorrem. Uma das formas de promovê-la é através de programas como o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA, estabelecido pela Lei Estadual nº 9.864, de 26 de junho de 2012.

Essa Lei prevê recompensa financeira prestada a proprietário rural ou outro facilitador na manutenção e recuperação dos serviços ambientais, além de apoio na elaboração de projetos técnicos e aquisição dos insumos necessários à recuperação desses serviços.

Sugere-se, desta forma, que o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA seja aplicado nas sub-bacias do Rio Pardo, e seus afluentes, se concentrando, principalmente, nas áreas a montante da cidade de Lúna, de forma a incentivar a preservação de maciços florestais existentes e criação de novos.

7.1.2 Plano de conservação do solo e da água

As bacias estudadas apresentam muitas áreas de pastagens, com algumas regiões de plantio de café, eucalipto e outras culturas perenes, sendo recortadas por um bom número de estradas vicinais. Essas bacias possuem extensas áreas com alto declive, onde a implementação de práticas de conservação do solo e da água é de extrema importância. Nos subitens a seguir serão discutidas práticas de conservação de água e solo em áreas agrícolas, em pastagens e em estradas vicinais de implementação recomendada para as bacias supracitadas.

7.1.2.1 Práticas de conservação de água e solo em áreas agrícolas

Práticas como plantio em nível, controle de capinas e lançamento de resíduos já são utilizadas por grande parte dos agricultores das bacias em referência e tem como consequência o aumento da cobertura do solo, aumento das taxas de infiltração de água no solo e redução do escoamento superficial. O controle de capina e/ou

substituição desta prática por roçada ou capina química resultam na manutenção de plantas vivas e/ou restos culturais na superfície do solo.

O plantio em nível é uma técnica de plantio em fileiras perpendiculares ao sentido do declive, enquanto que o lançamento de resíduos é a prática de adicionar resíduos de criatórios como esterco de bovinos, equinos e cama de frango, e resíduos vegetais como casca de café, resíduos de podas e palhada de milho na superfície do solo. Essas técnicas são consideradas simples e criam pequenas barreiras que dissipam a energia da água e reduzem as perdas de solo por erosão hídrica e conservam sua qualidade (SÁ; SANTOS; FRANZ, 2009), além de ampliar as taxas de infiltração da água.

A implantação dessas práticas, aliadas a outras como terraceamento, cordões de contorno e cultivo mínimo, que reduzam os efeitos danosos da erosão e aumentem a infiltração, devem ser incentivadas nas bacias através de programas a serem conduzidos pelo Incaper, IDAF, Prefeitura, ONGs e outras organizações com atuação na mesma, de modo a universalizar o uso destas entre os agricultores.

Ressalta-se também a importância de se incentivar a implantação de florestas comerciais com espécies adaptadas à região e a implantação de sistemas agro florestais (SAFs) e silvipastoris.

A implantação de florestas comerciais se caracteriza pelo plantio de maciços florestais com uma única espécie com o objetivo de se colher produtos florestais na mesma. Espécies do gênero *Eucalyptus* e outras que também se mostraram interessantes comercialmente no Brasil como a *Kaya senegalensis* e *Kaya ivorensis* (Mogno Africano), *Shizolobium amazonicum* (paricá), *Toona ciliata* (Cedro-australiano) e *Tectona grandis* (Teca) poderão ser recomendadas.

Os Sistemas agro florestais se caracterizam pela associação de culturas com espécies florestais em uma mesma área e podem ser utilizados para diminuir a erosão além de manter e/ou aumentar a fertilidade no solo. Nesse caso, são plantadas espécies florestais com uma ou várias espécies, com o objetivo de se colher produtos florestais, entremeadas com alguma cultura comercial nas suas entrelinhas. Como

espécies florestais, tem-se observado no Brasil espécies nativas ou exóticas e, como cultura comercial, tem-se observado culturas anuais ou perenes.

Os Sistemas silvipastoris se caracterizam pela associação de espécies florestais com pastagens. Para tanto, as fileiras das espécies florestais deverão ser implantadas com distância suficiente para permitir a chegada de luz solar na superfície do solo, de modo a manter as gramíneas do sub bosque vegetando o suficiente para manter uma determinada taxa de lotação animal.

Considerando que nessa região as pastagem e culturas perenes representam uma importante parcela no mapa de uso solo, recomenda-se que sejam implantados maciços de florestas comerciais e utilizados Sistemas agro florestais e silvipastoris nas bacias dos córregos Montevideu, Santa Catarina e Santa Cruz e da bacia de drenagem urbana do Rio do Veado.

Não cabe neste PMRR determinar as espécies ou os espaçamentos recomendados para a implantação dos sistemas acima citados, já que isto deverá ser feito sob orientação técnica de profissionais habilitados. Todavia, deve-se frisar a importância da implantação dos mesmos como alternativas de negócio para os agricultores da área e como alternativas de melhoria da qualidade ambiental das bacias aqui estudadas, que certamente resultarão na melhoria das condições sócio econômicas dos agricultores, na ampliação da quantidade de água infiltrada e na redução de picos de vazão de cheia, otimizando os efeitos das medidas estruturais apresentadas no item 2, do Volume II do Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Lúna.

7.1.2.2 Práticas de conservação de água e solo em pastagens

Por se tratar do principal uso do solo nas bacias dos afluentes e da bacia de drenagem urbana do Rio Pardo as áreas de pastagens deverão ser alvo de implementação de práticas de manejo conservacionista visando à maximização da cobertura do solo por meio da melhoria de suas condições químicas, adequação da taxa de lotação, escolha de espécies adaptadas ao solo e ao manejo, entre outras. Por melhoria das condições químicas do solo, entende-se por adequar o pH e teores de nutrientes do solo às exigências da gramínea sobre ele implantada. Isto promove a maximização da

produção de massa verde, resultando em uma maior capacidade de lotação e melhor cobertura do solo.

Entende-se por adequação da taxa de lotação a manutenção de um número de animais por hectare que seja compatível com a produção de massa verde da pastagem. Esta adequação resulta em maior lucratividade da atividade, ao mesmo tempo em que proporciona uma constante e adequada proteção do solo pelas gramíneas, resultando na redução da compactação do solo pelo pisoteio animal e melhoria ou manutenção das taxas de infiltração de água no solo.

As espécies de forrageiras que vão compor determinada pastagem devem ser escolhidas em concordância, entre outros, com as condições de manejo, tipo de solo e clima. Obviamente que espécies muito exigentes em fertilidade, quando implantadas em solos muito pobres em nutrientes exigem aplicações de fertilizantes em quantidades que podem inviabilizar a atividade, podendo, inclusive, sua implantação ser impraticável devido às condições sócio econômicas e culturais do proprietário.

Dever-se ressaltar que uma planta não adaptada às condições locais não apresenta produção de massa verde adequada, o que pode incorrer em uma imperfeita cobertura do solo, resultando em maiores taxas de escoamento superficial e consequente perda de solo e água na pastagem. Por outro lado, a escolha de espécies adaptadas ao tipo de solo, clima e manejo resulta na otimização da produção de massa verde, redução da compactação do solo pelo pisoteio animal e melhoria ou manutenção das taxas de infiltração de água no solo.

Em todo o estado do Espírito Santo são observadas áreas degradadas pela aração de áreas muito inclinadas para a renovação de pastagens. Esta prática deve ser evitada, pois tem trazido prejuízos aos agricultores e ao meio ambiente devido à instalação de processos erosivos de grandes dimensões, ocasionando a perda de camadas superficiais do solo, redução das taxas de infiltração, assoreamento e depleção da qualidade de corpos d'água.

7.1.2.3 Adequação de estradas vicinais

As estradas vicinais são de extrema importância e ocupam papel de destaque nas bacias hidrográficas por serem as vias utilizadas pela população para o seu deslocamento em áreas rurais. Ao mesmo tempo, são locais de grande produção de escoamento superficial e sedimentos.

A implementação de práticas que reduzam o escoamento superficial de águas oriundas de estradas vicinais resulta na melhoria das condições de trafegabilidade, aumento do intervalo entre manutenções e consequente redução dos custos e melhoria da qualidade das águas de escoamento.

Dentre as técnicas que reduzem o escoamento das águas em estradas vicinais, podem-se citar as bacias de contenção e as caixas secas. Trata-se de reservatórios escavados, geralmente nas margens de estradas rurais, para captação das águas de chuva. A água é acumulada e infiltrada gradativamente no solo, evitando erosão e o consequente assoreamento dos rios, permitindo a conservação das estradas rurais e a alimentação de aquíferos subterrâneos (FERREIRA, et al, 2011).

As práticas aqui apresentadas são muito eficientes na redução da velocidade de escoamento superficial e na melhoria das condições da superfície do solo e resultam na ampliação das taxas de infiltração e consequente redução do escoamento superficial e erosão, melhorando as condições de trafegabilidade das estradas, tornando-as mais sustentáveis sob o ponto de vista ambiental.

7.1.2.1 Inibição de drenagem de várzeas

É indiscutível a importância que as várzeas desempenham como áreas onde águas pluviais e fluviais em excesso são retidas, resultando na redução do fluxo para jusante. Por serem áreas planas e de fertilidade normalmente alta, devido aos altos teores de matéria orgânica nas camadas superiores do solo, as várzeas há muito tempo vêm

sendo drenadas para serem incorporadas às áreas produtivas das propriedades agrícolas.

O item 1 do Art. 3º da Instrução Normativa IEMA nº 13, de 01/12/2008, reza que “É expressamente proibido causar, direta ou indiretamente, a drenagem ou degradação de alagados ou áreas brejosas, bem como áreas de manguezais”. Desta forma, em obediência à legislação ambiental vigente e objetivando ampliar ao máximo a retenção de água a montante do núcleo urbano de Lúna, recomenda-se que as várzeas e alagados existentes nas bacias hidrográficas dos rios em estudo sejam preservadas por meio da proibição da drenagem das mesmas.

7.2 MEDIDA DE CONTROLE DA OCUPAÇÃO E USO DO SOLO

Estão sendo Propostas duas medidas gerais para o controle do uso e ocupação do solo: (1) Revisão do Zoneamento do Plano Diretor Municipal de Lúna; (2) Elaboração do Código Municipal de Obras.

7.2.1 Revisão do Plano Diretor Municipal de Lúna

A Lei Municipal nº 2.182 de outubro de 2008, que institui o Plano Diretor Municipal de Lúna (PDM), trata em seu Título III sobre o Ordenamento Territorial, instituindo o Macrozoneamento e o Zoneamento Municipal. Neste Título III, estão definidas as áreas de expansão urbana, áreas de adensamento restrito, áreas de proteção permanente, áreas com restrições legais, áreas para habitação de interesse social, entre outros, de acordo com as potencialidades e problemas identificados para cada região zoneada. Além disso, os parâmetros urbanísticos para ocupação de cada zona, tais como taxa de ocupação, usos adequados, taxa de permeabilidade, entre outros, também estão regulamentados.

A fim de atender às especificidades do município de Lúna, identificadas no diagnóstico do Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais, entende-se como necessária a revisão

do Plano Diretor Municipal, principalmente de algumas Zonas Urbanas e alguns parâmetros urbanísticos, previamente definidas no Plano Diretor Municipal, que orientarão o crescimento da malha urbana sem prejudicar o escoamento e a drenagem de águas pluviais.

A Lei Municipal nº 2.182 de 28 de outubro de 2008, que estabelece o Plano Diretor Municipal, se encontra fora do prazo de validade estabelecido pelo Estatuto da Cidade, de dez anos e necessita atualização em relação as legislações federal e estadual em relação ao zoneamento urbano.

7.2.2 Revisão do Código Municipal de Obras

O Código Municipal de Obras, instituído pela Lei Municipal nº 1.400, de dezembro de 1993, garante que qualquer construção reforma ou demolição, de iniciativa pública ou privada, somente poderá ser executada após exame, aprovação do projeto, e concessão de licença de construção pela Prefeitura Municipal, de acordo com as exigências contidas nesta Lei e mediante a responsabilidade de profissional legalmente habilitado.

O Código também estabelece parâmetros para aprovação de projeto, diretrizes que devem ser seguidas para execução de obras e instituir a fiscalização das obras pelo Poder Executivo Municipal, podendo embargar a obra ou aplicar multas caso os empreendimentos não sejam executados conforme projeto aprovado.

A fiscalização sobre os empreendimentos de pequeno, médio e grande porte, permite maior controle, do Poder Público Municipal, sobre a expansão da cidade, garantindo que as construções ocorram de acordo com o estabelecido no Código de Posturas e no Plano Diretor Municipal.

7.3 MEDIDAS DE ESTRUTURAÇÃO INSTITUCIONAL

Estão sendo propostas cinco medidas de estruturação institucional, que virão assegurar as ações estruturais propostas no presente relatório: (1) Desvinculação da Superintendência de Defesa Civil da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Limpeza Pública e Turismo; (2) Criação da Superintendência Municipal de Planejamento Urbano e Habitação; (3) Reestruturação da Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social ; (4) Implementação e fortalecimento das ações com vistas ao planejamento urbano, a infraestrutura urbana e a provisão de habitação de interesse social; e (5) Fortalecimento do Sistema de Gestão Participativa.

7.3.1 Desvinculação da Superintendência de Defesa Civil da Secretaria Municipal Meio Ambiente, Limpeza Pública e Turismo

Encontra-se locado na Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Limpeza Pública e Turismo a Superintendência de Defesa Civil, cujas competências estão regulamentadas na Lei municipal nº 2.626 de 2017.

É necessário que esta Superintendência se torne um órgão da administração direta, estando vinculado diretamente ao Prefeito Municipal, garantindo maior autonomia das ações e decisões dos trabalhos da Defesa Civil, além de recursos próprios, que deverão ser destinados somente para trabalhos voltados para gestão de áreas de risco.

7.3.2 Criação da Superintendência Municipal de Planejamento Urbano e Habitação

Sugere-se a revisão da Lei Municipal, que dispõe sobre a estrutura administrativa da Prefeitura Municipal de Iúna, incluindo a criação da Superintendência Municipal de Planejamento Urbano e Habitação na estrutura da Secretaria Municipal de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos, a qual deverá assumir as seguintes competências

relativas à disciplina do uso e ocupação do solo urbano e demais questões relacionadas ao planejamento urbano:

- participar das atividades de planejamento urbano e de elaboração e revisão do Plano Diretor do Município, em colaboração com as demais Secretarias e Órgãos da Administração Municipal;
- colaborar na elaboração de proposta de legislação e normas urbanísticas da ocupação e do uso do solo em todo território municipal;
- planejar e disciplinar o uso e a ocupação do solo urbano;
- coordenar e realizar os procedimentos necessários à autorização, licenciamento e fiscalização da instalação de atividades urbanas segundo a legislação vigente, sobretudo as disposições da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo e do Código de Posturas;
- coordenar e realizar os procedimentos necessários à autorização, licenciamento e fiscalização de edificação particular, segundo a legislação vigente, sobretudo as disposições da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo e do Código de Obras;
- coordenar e realizar os procedimentos necessários à análise de processos de parcelamento de áreas (loteamentos e desmembramentos), remembramento e desdobro de lotes.

Essa Superintendência também deverá se responsabilizar pelo planejamento dos Programas Habitacionais, assumindo a competência da Secretaria Municipal de Assistência Social e Direitos Humanos relativas à definição de políticas, em integração com as áreas afins, de habitação de interesse social:

- coordenar a elaboração e a implementação da Política Municipal de Habitação de Interesse Social;
- coordenar a implementação de ações para a ampliação da oferta de moradias, entre as quais a produção, aquisição ou locação habitacional;
- coordenar a elaboração e acompanhar a execução de projetos de produção habitacional de interesse social;

- coordenar o planejamento e a execução da política de redução e prevenção de riscos do Município, em especial em assentamentos ou parcelamentos de baixa renda;
- normatizar, monitorar e avaliar as ações implementadas no âmbito da Política Municipal de Habitação;
- gerar recursos para o financiamento dos programas da política habitacional;
- estudar e promover a implantação de novas alternativas habitacionais, em especial pela ocupação de vazios urbanos infraestruturados;
- promover o levantamento, o acompanhamento e a análise de dados relacionados com a questão habitacional.

Sugere-se, também, que passe a ser competência dessa Superintendência, atuar em conjunto com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente na fiscalização de empreendimentos, que estejam causando impacto ambiental, assim como gerir os programas e contratos da Prefeitura Municipal de Lúna relativos à construção de habitações de interesse social, obras de urbanização de assentamentos precários e qualquer outra obra de infraestrutura que se fizer necessária em parcelamentos ou assentamentos do município.

7.3.3 Reestruturação da Secretaria de Assistência e Desenvolvimento Social

A Secretaria de Assistência e Desenvolvimento Social deverá planejar em conjunto com a Superintendência de Planejamento Urbano e Habitação, as ações voltadas para o atendimento das famílias de baixa renda, relacionadas à construção de habitação, regularização fundiária e urbanização de áreas precárias. O Planejamento dessas ações deverá ter a participação da Secretaria de Assistência e Desenvolvimento Social visto que é essa Secretaria a responsável pela formulação

de políticas voltadas à área social, visando à garantia dos mínimos sociais, ao enfrentamento da pobreza, ao provimento de condições para atender contingências sociais e à universalização dos direitos humanos.

Ela também deverá trabalhar em conjunto com a Secretaria de Assistência e Desenvolvimento Social no momento da execução de projetos e obras de habitação e urbanização de assentamentos, organizando e mobilizando a população, que será beneficiada com os programas.

7.3.4 Implementação e fortalecimento de ações com vistas ao planejamento urbano, a infraestrutura urbana e a provisão de habitação de interesse social

Fortalecer as ações de todas as secretarias municipais, em especial da Secretaria de Assistência e Desenvolvimento Social, da Secretaria Municipal de Obras, Infraestrutura e Serviços Públicos, e da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, na implementação de programas, projetos e obras que visem: o planejamento urbano e desenvolvimento sustentável do município; a garantia de infraestrutura básica em todos os loteamentos, parcelamentos e ocupações do município, atendendo, prioritariamente, as comunidades ocupadas por populações de baixa renda; diminuir o déficit habitacional atendendo as famílias com programas de melhoria habitacional, programas de construção de habitações de interesse social, programas de construção em mutirão, entre outros.

7.3.5 Fortalecimento do Sistema de Gestão Participativa

O município de Lúna deverá buscar o fortalecimento do Sistema de Gestão Participativa no município, estabelecendo uma relação entre a Administração Pública e a comunidade, que também deve ser criadora e gestora do espaço em que vive.

A comunidade deve se sentir responsável pela conservação, requalificação e criação do espaço público, atuando na formulação de políticas que solucionem os problemas encontrados e valorizem as potencialidades.

Deve-se garantir a participação direta da população e de associações, representativas de diversos segmentos da população, na formulação e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano, a partir: dos Conselhos municipais; audiências públicas; fóruns; oficinas de capacitação; a partir da interlocução com a Secretaria responsável pelo planejamento urbano; e dos sistemas de informação municipal com dados, informações e indicadores atualizados.

Para tal, propõe-se a criação do Conselho Municipal de Planejamento Urbano para o município e o fortalecimento dos Conselhos existentes.

7.4 MONITORAMENTO HIDROLÓGICO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

7.4.1 Monitoramento Hidrológico

A **Tabela 7-1** apresenta a relação de estações pluviométricas e fluviométricas localizadas no interior e nos arredores da bacia do rio Pardo e que contribuem para o seu monitoramento hidrológico, enquanto que a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta as suas localizações.

Tabela 7-1 – Relação e Características das estações de monitoramento hidrológico instaladas no interior e na periferia da bacia do rio Pardo

Código	Estação	Tipo	Município	Bacia	Curso d'água	Operação	Responsável
320245401A	Centro - Ibatiba-ES	Pluviométrica	Ibatiba	Rio Pardo	Rio Pardo	Automática	CEMADEN
320265201A	Centro - Irupi-ES	Pluviométrica	Irupi	Rio Pardo	Rio Pardinho	Automática	CEMADEN
320300701A	Centro - Lúna-ES	Pluviométrica	Lúna	Rio Pardo	Rio Pardo	Automática	CEMADEN
2041013	Lúna	Pluviométrica	Lúna	Rio Pardo	Rio Pardo	Convencional	ANA
2041104	Lajinha	Pluviométrica	Lajinha-MG	Rio Doce	Córrego São Domingos	Automática	CEMADEN
2041017	Lúna	Santa Cruz - Caparaó	Lúna	Rio Santa Clara	Ribeirão Santa Cruz	Convencional	ANA
57370000	Terra Corrida Montante	Fluviométrica	Muniz Freire	Rio Pardo	Rio Pardo	Convencional	ANA
57360000	Lúna	Fluviométrica	Lúna	Rio Pardo	Rio Pardo	Convencional	ANA

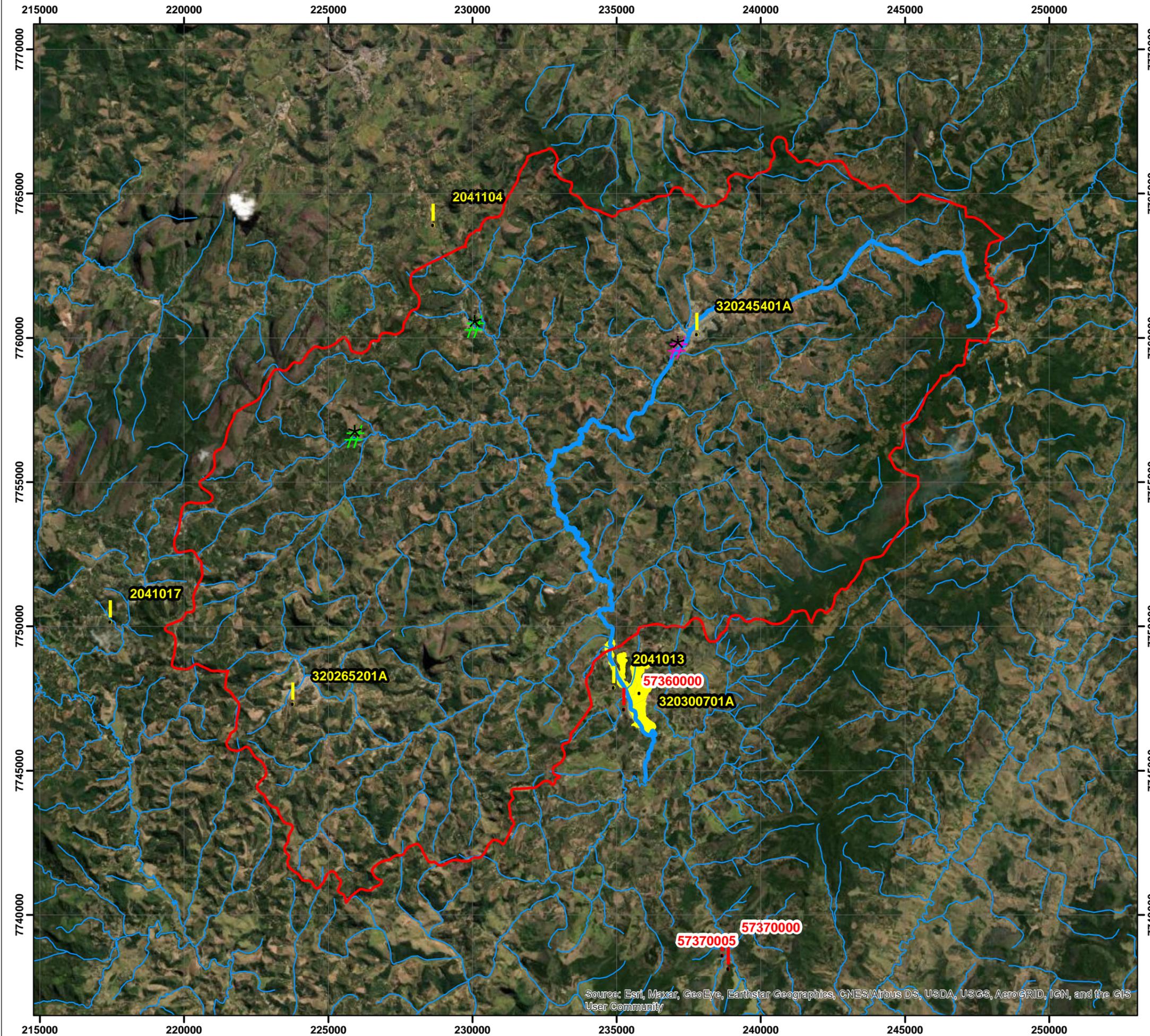
Complementarmente, neste Plano de Intervenções, objetivando a melhoria da rede de monitoramento, está previsto a instalação de outros dois pluviômetros em sub-bacias do rio Pardo, um no município de Irupi, na localidade de Pontal e outro na comunidade Santa Isabel, em Ibatiba

Estes pluviômetros deverão ser automatizados e integrados a rede do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN, órgão do Governo Federal que tem o objetivo de desenvolver, testar e implementar um sistema para a previsão de ocorrência de desastres naturais em áreas suscetíveis de todo o Brasil.

Quanto às estações fluviométricas, está sendo proposto uma estação fluviométrica no Rio Pardo, a montante de Lúna, no sede urbana de Ibatiba. A localização das estações propostas está apresentada na **Figura 7-2**.

O sistema de monitoramento hidrológico proposto para as bacias hidrográfica do Rio Pardo e de seus afluentes terá os seguintes objetivos:

- monitorar a eficiência dos dispositivos estruturais e não estruturais sugeridos neste PDAP;
- obter dados, em tempo real, para o gerenciamento do risco de inundações;
- integrar o monitoramento hidrológico a um sistema de alerta à população;
- dar subsídios para previsão de cheias em cenários futuros de uso do solo;
- contribuir para o conhecimento científico no que tange à hidrologia e drenagem urbana.




 Projeção: Universal Transversa Mercator.
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
 Fuso: 24 Hemisfério Sul.

- Legenda**
-  Fluviométrica
 -  Pluviométrica
 -  Estacoes Fluviometricas Existentes
 -  Estacoes Pluviométricas Existentes
 -  Bacia de Contribuição do rio Pardo a montante do nucleo urbano de Iúna
 -  Hidrografia
 -  Rio Pardo
 -  Mancha Urbana de Iúna

Documentação e Referências
 ESRI. Base Map. 2022.
 ANA. Rede Hidroterológica Nacional. 2020.
 Geobases. Hidrografia. 2016.

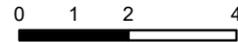
Ø	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto: Plano Diretor de Águas Pluviais/Fluviais PMRR

Título: Mapa de Localização das estações de monitoramento propostas

Responsável técnico:
 Marco Aurélio C. Caiado
 Eng. Agrônomo, Ph. D.
 CREA - ES 3757/D

Elaboração:
 Suelen Marques de Melo
 Eng. Sanitarista e Ambiental
 CREA - ES 47.678/D

Escala: 1:130.000  Km

Folha: 1 de 1 Local: Iúna - ES

Papel: A3 Nº: **Figura 7-02**

Contratante: 
 Contratada: 

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

7.4.2 Manutenção do Sistema de Drenagem

Segundo São Paulo (2012) a manutenção do sistema de drenagem pode ser definida como o conjunto de atividades destinadas a garantir as condições operacionais pré-estabelecidas para o sistema, de forma a reduzir o risco de falhas, devido ao mal funcionamento dos seus componentes.

As estruturas de drenagem devem estar aptas a receber, conduzir e armazenar as águas pluviais a qualquer momento, reduzindo o risco de inundações. Por isso, as manutenções devem ser periódicas e executadas tanto em período secos como chuvosos, mesmo que com uma frequência diferenciada (SÃO PAULO, 2012).

Dentre os problemas observados nos sistemas de drenagem instalados, assoreamento, acúmulo de resíduos sólidos e crescimento de vegetação são os mais comuns.

Dessa forma, é fundamental que sejam realizadas inspeções periódicas no sistema de drenagem, de modo a orientar a execução das manutenções, que devem ser realizadas, de modo que o sistema projetado mantenha as condições e dimensões hidráulicas de projeto.

Além disso, propõe-se que as manutenções sejam mantidas em registro pela Secretaria Municipal responsável, para que haja o controle das limpezas e dragagens realizadas.

7.5 PLANOS DE DRENAGEM URBANA

Nos planos de drenagem urbana devem-se observar as diretrizes e propostas realizadas no âmbito do Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais - PDAP do município de Lúna em suas medidas estruturais e não estruturais. Além disso, algumas soluções tecnológicas e rotinas de trabalho deverão ser adotadas pela Prefeitura Municipal de Lúna no que tange a adequação do sistema de drenagem urbana.

7.5.1 Aumento de infiltração e retenção de águas pluviais nos logradouros públicos

Considerando-se que Lúna, após a implementação deste PDAP, venha a apresentar um crescimento sustentável em termos de drenagem urbana, faz-se necessária a implementação de várias ações que venham a modificar o modo de crescimento da cidade e a implantação de novos empreendimentos imobiliários. Desta forma, recomenda-se neste item que o poder público passe a tomar providências tendo como objetivos a restrição à impermeabilização nas sub bacias urbanas e a retenção de águas pluviais nos logradouros públicos e áreas privadas. Várias são as fontes onde são descritas práticas que possuem estes objetivos (SILVA, 2004; Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 2005; Department of Energy and Water Supply, 2013).

A **Tabela 7-2** apresenta características, variantes, funções e efeitos de alguns elementos recomendáveis para um sistema de drenagem urbano sustentável, enquanto as **Figura 7-3** a **Figura 7-9** apresentam o aspecto de alguns desses elementos.

Tabela 7-2: Características, variantes, funções e efeitos de alguns elementos recomendáveis para um sistema de drenagem urbano sustentável (adaptado de Governo do Estado do Paraná/SUDERHSA, 2002)

Obra	Características principais	Variantes	Função	Efeito
Pavimento Poroso (Figura 7-3 e Figura 7-4)	Pavimento com camada de base porosa como reservatório	Revestimento superficial pode ser permeável ou impermeável, com injeção pontual na camada de base porosa. Esgotamento por infiltração no solo ou para um exutório	Armazenamento temporário da chuva no local do próprio pavimento. Áreas externas ao pavimento podem também contribuir.	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado pelo pavimento e por eventuais áreas externas
Trincheira de infiltração (Figura 7-5)	Reservatório linear escavado no solo preenchido com material poroso.	Trincheira de infiltração no solo ou de retenção, com esgotamento por um exutório impermeável	Infiltração no solo ou retenção, de forma concentrada e linear, da água da chuva caída em superfície limítrofe.	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado em área adjacente.
Vala de infiltração (Figura 7-5)	Depressões lineares em terreno permeável	Vala de infiltração efetiva no solo ou vala de retenção sobre solo pouco permeável	Infiltração no solo, ou retenção, no leito da vala, da chuva caída em áreas marginais	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado em área vizinha
Poço de Infiltração	Reservatório vertical e pontual escavado no solo	Poço preenchido com material poroso ou sem preenchimento, revestido.	Infiltração pontual, na camada não saturada e/ou saturada do solo, da chuva caída em área limítrofe	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado na área contribuinte ao poço
Microrreservatório	Reservatório de pequenas dimensões tipo 'caixa d'água' residencial	Vazio ou preenchido com material poroso. Com fundo em solo ou vedado, tipo cisterna	Armazenamento temporário do esgotamento pluvial de áreas impermeabilizadas próximas	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial de áreas impermeabilizadas
Telhado sustentável	Telhado com função de reservatório ou cuja água de drenagem é captada	Vazio ou preenchido com material poroso ou interligado a sistema de armazenamento	Armazenamento temporário da chuva no telhado da edificação ou em reservatório apropriado	Retardo do escoamento pluvial da própria edificação. Aproveitamento da água de chuva para usos menos nobres

Obra	Características principais	Variantes	Função	Efeito
Bacia de Detenção (Figura 7-7)	Reservatório vazio (seco)	Reservatório sobre leito natural ou escavado. Com leito em solo permeável ou impermeável, ou com leito revestido	Armazenamento temporário e/ou infiltração no solo do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte
Bacia de Retenção (Figura 7-8)	Reservatório com água permanente	Reservatório com leito permeável (freático aflorante) ou com leito impermeável	Armazenamento temporário e/ou infiltração no solo do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte
Bacia subterrânea	Reservatório coberto, abaixo do nível do solo	Reservatório vazio, tampado e estanque. Reservatório preenchido com material poroso	Armazenamento temporário do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte
Conduto de armazenamento	Conduto e dispositivos com função de armazenamento	Conduto e reservatórios alargados. Conduto e reservatórios adicionais em paralelo	Armazenamento temporário do escoamento no próprio sistema pluvial	Amortecimento do escoamento afluente à macrodrenagem
Faixas gramadas (Figura 7-9)	Faixas de terreno marginais a corpos d'água	Faixas gramadas ou arborizadas	Áreas de escape para enchentes	Amortecimento de cheias e infiltração de contribuições laterais



Figura 7-3: Pavimento poroso.



Figura 7-4: Pavimento poroso.



Figura 7-5: Trincheira de infiltração.



Figura 7-6: Calçadas vegetadas.



Figura 7-7: Bacia de detenção.



Figura 7-8: Bacia de retenção.



Figura 7-9: Faixas gramadas.

7.5.2 Manutenção do Sistema de Drenagem

Segundo São Paulo (2012) a manutenção do sistema de drenagem pode ser definida como o conjunto de atividades destinadas a garantir as condições operacionais pré-estabelecidas para o sistema, de forma a reduzir o risco de falhas, devido ao mau funcionamento dos seus componentes.

As estruturas de drenagem devem estar aptas a receber, conduzir e armazenar as águas pluviais a qualquer momento, reduzindo o risco de inundações. Por isso, as manutenções devem ser periódicas e executadas tanto em período secos como chuvosos, mesmo que com uma frequência diferenciada (SÃO PAULO, 2012).

Dentre os problemas observados nos sistemas de drenagem instalados, os mais comuns são: assoreamento, acúmulo de resíduos sólidos e crescimento de vegetação.

Dessa forma, é fundamental que sejam realizadas inspeções periódicas no sistema de drenagem, de modo a orientar a execução das manutenções, que devem ser realizadas, de modo que o sistema projetado mantenha as condições e dimensões hidráulicas de projeto.

Além disso, propõe-se que as manutenções sejam mantidas em registro pela Secretaria Municipal responsável, para que haja o controle das limpezas e dragagens realizadas.

8 PROPOSTA DE MINUTA DE LEI

Em especial na região sudeste, em regiões afastadas do mar, as pequenas vilas e aglomerados localizados ao longo dos rios, fornecedor de água potável para o ser humano, cresceram e deram origem à grande maioria de nossas cidades.

Assim, a formação das cidades brasileiras, em um percentual significativo, ocorre com a ocupação do solo sem planejamento inicial e acelera o processo de crescimento na segunda metade do século XX sem controle pelos agentes públicos, inertes para planejar o crescimento das cidades.

Sem planejamento e controle as ocupações avançam nas margens de córregos, rios e canais, restringindo a capacidade de vazão e, conseqüentemente, potencializando as inundações e enchentes.

De forma similar as ocupações também avançam sobre áreas com declividade excessiva e a impermeabilização do solo provocada pelo processo de urbanização, sem drenagem adequada, associado às escavações e exposição do solo ao intemperismo transformam áreas inicialmente de baixo risco em risco elevado.

Sem controle as áreas de risco aumentam e se transformam em um ônus para toda a sociedade. Famílias passam a conviver com o risco de forma mais frequente.

As chuvas intensas provocam perdas econômicas que atingem toda à sociedade e não só aquela atingida pelos seus efeitos. Na recuperação e reconstrução, além das perdas individuais, o poder público, seja municipal, estadual e federal, disponibilizam recursos dos impostos para restaurar os danos provocados pelas chuvas.

Desta forma é imperioso que o poder público municipal, que tem a competência para legislar sobre o uso e ocupação solo urbano, e toda a sociedade hajam de forma harmônica, implantando e respeitando o ordenamento jurídico que trata do uso e ocupação do solo de forma sustentável, como forma de evoluir e tornar nossas cidades mais resilientes a efeitos climáticos, contribuindo para diminuir os riscos de perdas de vidas e as perdas econômicas.

PROJETO DE LEI COMPLEMENTAR Nº XXXXX

A presente lei institui diretrizes e estabelece parâmetros técnicos para uso e ocupação do solo em áreas de inundação.

CAPÍTULO I

DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 1.º Esta Lei Complementar institui o Programa Municipal de Redução de Risco Hidrológico do Município de Lúna, em consonância com o que dispõe a Lei Federal Nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC e a Lei Orgânica Municipal Nº 01 de 2002, como instrumento de desenvolvimento local sustentável, determinante para todos os agentes públicos e privados e toda a população do município.

Art. 2.º Para os efeitos desta lei complementar considera-se:

- I. Risco: probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos;
- II. Avaliação de riscos: uma metodologia para determinar a natureza e extensão do risco através da análise de perigos potenciais e avaliar as condições existentes de vulnerabilidade que, juntos, poderiam prejudicar as pessoas expostas, bens, serviços, meios de vida e do ambiente do qual dependem;

Parágrafo único. Os anexos contêm as plantas da área urbana da cidade com a identificação da área de risco de inundação.

Art. 3.º O Programa Municipal de Redução de Risco é um dos instrumentos básicos da política de desenvolvimento sustentável do Município, contendo estudos, diretrizes e proposições de medidas que possam ser adotadas visando à redução dos riscos de desastre.

Parágrafo único. As medidas previstas no Programa Municipal de Risco poderão ser adotadas com a colaboração de entidades públicas ou privadas e da sociedade em geral.

Art. 4.º Esta lei complementar deve orientar e ter precedência sobre legislações que tratem do uso e ocupação do solo no que se refere ao risco, devendo as construções a ser edificadas no município, após sua publicação, obedecer às diretrizes e parâmetros técnicos estabelecidos nesta lei complementar.

Parágrafo único. Quando o imóvel já estiver edificado em área de risco caberá à Prefeitura, com a participação da Defesa Civil Municipal, avaliar a situação para um determinado momento, considerando que as condições de segurança podem se modificar com o tempo, e adotar as medidas necessárias, que vão desde a prevenção, com o monitoramento sistemático da área e implantação de um sistema de alerta-alarme, passando pela comunicação do risco por meio de palestras, reuniões, elaboração de cartilhas etc, ou até a remoção, provisória ou definitiva, de seus ocupantes.

Art. 5.º Princípios e objetivos do Programa Municipal de Redução de Risco desta lei complementar:

- I. Harmonizar o crescimento das cidades e a ocupação do solo urbano ou rural de forma equilibrada e sustentável, respeitando os fenômenos naturais, principalmente os provocados por chuvas intensas que aceleram processos de deslizamento de massa, erosões, rolamento de blocos rochosos e inundações;
- II. Mapear as áreas de risco e disponibilizar o acesso à informação para a sociedade;
- III. Aumentar a prevenção contra fenômenos naturais e reduzir riscos de morte;
- IV. Proporcionar conhecimento à Defesa Civil para atuar de forma mais eficaz junto à população em áreas de risco;
- V. Permitir responsabilizar o cidadão quando este efetuar intervenções no solo em desacordo com esta lei complementar;

- VI. Estimular a implementação de ações estruturais e de gestão que visem à redução de perdas econômicas provocadas por fenômenos naturais e induzidos;
- VII. Ordenar a ocupação urbana sem aumentar, de forma significativa, a suscetibilidade para o desenvolvimento de processos erosivos, de movimento de massas e de aumento das contribuições das águas pluviais para os sistemas de drenagem e rios.

CAPÍTULO II

DAS ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÃO

Art. 8.º As construções, reformas ou ampliações nas áreas urbanas limítrofes com rios, córregos e canais devem obedecer aos critérios e princípios estabelecidos nesta lei, que visa reduzir as consequências de inundações, alagamentos e enxurradas, de maneira a propiciar uma convivência mais segura em períodos de chuvas intensas, que são fenômenos naturais e recorrentes.

Art. 9.º Nas áreas urbanas identificadas no ANEXO I com manchas de inundação de 25 anos, são consideradas áreas de risco alto e deverão obedecer às seguintes condicionantes:

- I. Não serão permitidas novas edificações;
- II. As edificações já consolidadas não poderão ser reformadas e ampliadas, devendo ser preferencialmente removidas;
- III. Os imóveis remanescentes dentro da mancha de inundação de 5 anos devem ser cadastrados na Defesa Civil Municipal que, dispondo de informações sobre previsão de chuvas intensas, deverá emitir alerta para os moradores.

Art. 10. As áreas urbanas identificadas no ANEXO I com manchas de inundação provocadas por chuvas com probabilidade de acontecer a cada 100 anos, são consideradas áreas preferencialmente não edificantes, porém passíveis de convívio com as cheias desde que atendam às seguintes exigências:

- I. Qualquer nova edificação deverá ser autorizada e executada atendendo à cota mínima estabelecida no ANEXO II para que a edificação tenha seu piso acima da cota de inundação de 30 anos;
- II. Eventualmente, áreas externas e primeiro piso em pilotis poderão ficar abaixo da cota com conhecimento e solicitação do proprietário.

Art. 11. As emissões de alvará de construção ou licença de construção ficam condicionadas ao atendimento das exigências contidas nesta lei complementar.

Art. 12. As construções iniciadas sem atender aos requisitos desta lei complementar devem ser paralisadas pelo poder público até que sejam adequadas à esta legislação ou demolidas quando em área não edificante.

Art. 13. Esta lei complementar entra em vigor na data de sua publicação.

Gabinete do Prefeito Municipal de Lúna, Estado do Espírito Santo, DATA.

NOME DO PREFEITO

PREFEITO MUNICIPAL

9 CONCLUSÃO

Pode-se concluir pelo presente trabalho que, os problemas relacionados à gestão de riscos hidrológicos no município de Lúna necessitam ser resolvidos com esforços do poder público e apoio da sociedade.

A execução das obras sugeridas no Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Lúna deverão ser seguidas pela implantação de uma série de planos de ação que garantirão a efetividade das obras e, principalmente, para a melhor gestão dos riscos relacionados à inundações, solapamento de margens, movimentação de massas e deslizamentos.

Conclui-se também, que é necessária uma reestruturação do poder público municipal para o enfrentamento dos desafios impostos pela complexidade do problema.



10 EQUIPE TÉCNICA

Nome do Profissional	Formação	Registro
Coordenação Geral		
Kleber Pereira Machado	Engº Civil, Especialista em Engenharia Ambiental	CREA-ES 7.839/D
Responsabilidade Técnica		
Marco Aurélio Costa Caiado	Eng. Agrônomo, PhD em Engenharia de Biosistemas	CREA ES-3.757/D
Apoio Técnico Operacional		
Suelen Marques de Melo	Engª Sanitarista e Ambiental, Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.	CREA ES-47.678/D
Ana Caroline S. P. Ferreira	Auxiliar Técnico	-
Corina Maria S. Pinto	Estagiária em Engenharia Ambiental	-

11 REFERÊNCIAS

ASSIS, F. N. de; ARRUDA, H. V. de; PEREIRA, R. P. **Aplicações de estatística à climatologia – teoria e prática**. Pelotas: Editora Universitária, 1996. 161p.

CHOW, V. T. **Open Channel Hydraulics**. McGraw-Hill Book Company, NY. 1959.

CHOW, V. T.; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. **Applied Hydrology**. McGraw-Hill International Student Edition, Singapura, 1988.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Precipitação. In: Introduzindo Hidrologia. Universidade Federal do Rio Grande Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas**. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/43435101/Apostila-Hidrologia>>. Acesso em: 24 jul. 2012.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de solo*. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

FELÍCIO, L. C. **Modelagem da dinâmica de sistemas e estudo da resposta**. São Paulo: Rima, 2007.

FORD, A. **Modelling the environment: an introduction to systems dynamics models of environmental systems**. Washington: Island Press, 1999.

GEORGE, M. e SCHENSUL, D. (Eds) **The demography of adaptation to climate change. New York, London, and Mexico City: UNFPA, IIED and El Colegio de Mexico**. 2013.

HAAN, C. T. **Statistical methods in hydrology**. Ames, USA: ISUP. 1977. 378p.

IEMA. **Ortofotomosaico do Estado do Espírito Santo**. Escala 1:35.000. 2007/2008.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Demografia e urbanização**. Vitória, ES. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Plano Diretor de Drenagem Urbana Manual de Drenagem Urbana** - Volume VI. Porto Alegre, 2005.

KIBLER, D.F. **Urban stormwater hydrology**. Washington, D.C., AGU, 1982.

KITE, G. W. **Frequency and risk analyses in hydrology**. Fort Collins, Colorado: Water Resources Publications.1978. 224p.

MOCKUS, V. **Estimation of total (and peak rates of) surface runoff for individual storms**. Exhibit A no Apêndice B, Interim Survey Report (Neosho) River Watershed USDA. 1949.

MUSGRAVE, G.W. **How much of the rain enters the Soil?** In: Yearbook of Agriculture 1955, Water. USDA: Washington DC. 1955.

NAGHETTINI, M. **Engenharia de recursos hídricos**. Belo Horizonte: UFMG, 1999.

PAÇO, N. M. S. **Estabelecimento de Hidrogramas Unitários. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil**. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. 2008. Disponível em:<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/232943/1/Tese_final.pdf> Acesso em: 20 de fev. de 2011.

Placer County Flood Control And Water Conservation District Stormwater Management Manual. Auburn, CA. 1990.

RADAMBRASIL. Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória; **Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: MME/SG/Projeto RADAMBRASIL. 1983.

SCS-USDA. **Urban hydrology for small watersheds**. TR-55. 1986.164 p.

SILVEIRA, A. L. L. **Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, n. 10, 2005.

SOPRANI, M. A. S; REIS, J. A, T. **Proposição de equações de intensidade-duração-frequência de precipitações para a bacia do rio Benevente, ES.** Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia n.2, p. 18-25, 1. Sem. 2007.

TUCCI, C. E. M. **Modelos Hidrológicos.** Porto Alegre: Editora da Universidade / UFRGS / Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 669p. 1998.

TUCCI, C. E. M. **Workshop for decision makers on flood in South America (Nov 2002: Porto Alegre, RS.** Porto Alegre. 2003.

Us Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center. Hydrologic Modeling System - **HEC-HMS Technical Reference Manual.** 2000.

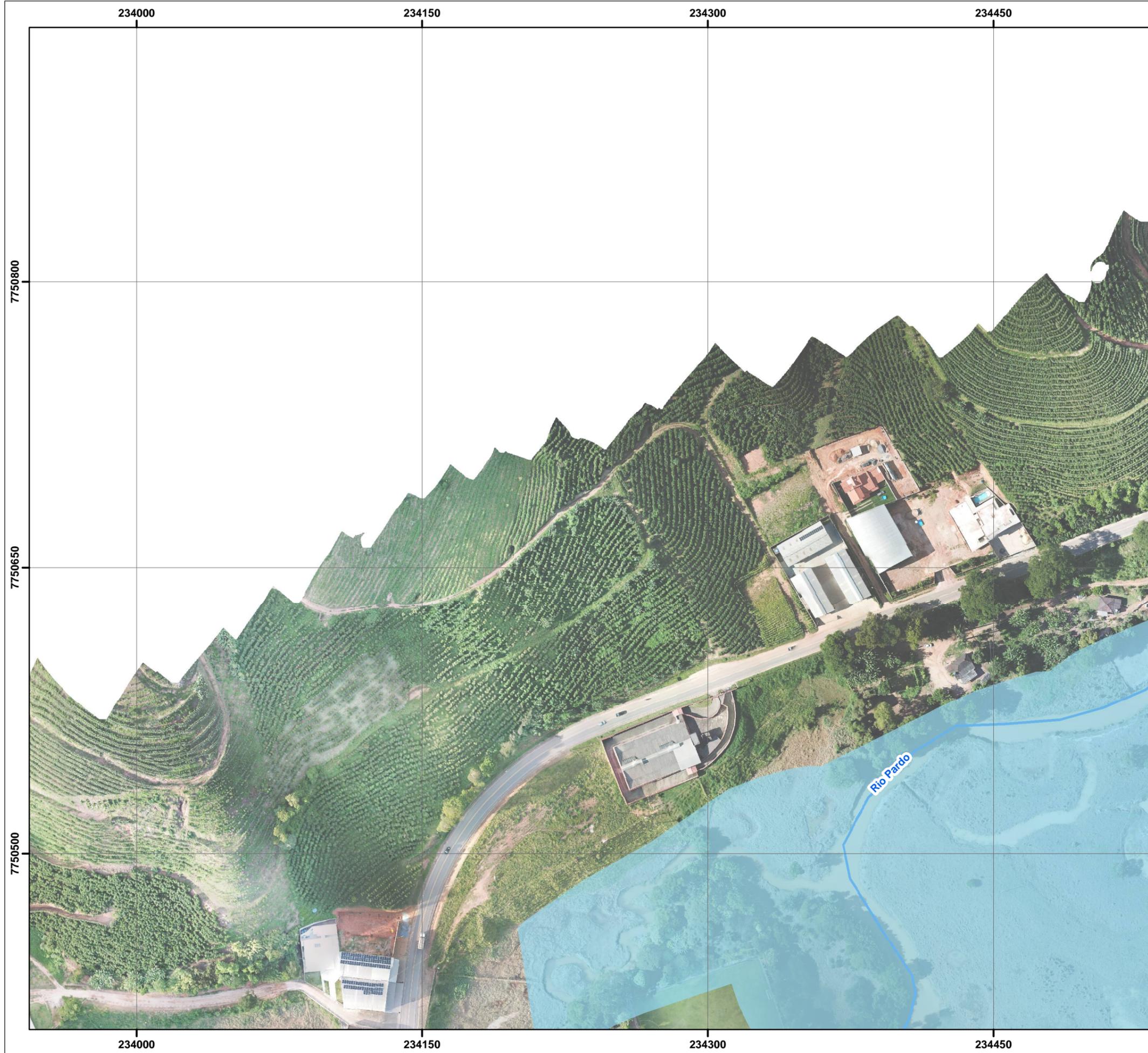
US ARMY CORPS OF ENGINEERS. **Hydrologic Engineering Center (HEC).** HEC-RAS, River Analysis System: Hydraulic Reference Manual Version 4.1. January 2010.

WINKLER, A. S., TEIXEIRA, C. F. A., DAMÉ, R. C. F., WINKE, L. O. L. **Estimativa do tempo de concentração de uma bacia hidrográfica: comparação entre metodologias. XCIII CIC – Congresso de Iniciação Científica, do XI ENPOS.** I Mostra Científica, Universidade Federal de Pelotas, Brasil. Disponível em:< http://www.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/pdf/EN/EN_00388.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2012.

WOODWARD, D.E.; HAWKINS, R. H.; HJELMFELT JR., A.T.; VAN MULLEM, J. A.; QUAN, Q. D. **Curve number method: origins, applications and limitations.** ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NWMC/CN_info/Woodward_paper.doc. Acessado em 15/06/2013. YARNELL, D. L. Bridge Piers as Channel Obstructions. Technical Bulletin 442, U. S. Department of Agriculture, Washington D.C. 1934.

– ANEXO I –

Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Lúna-ES

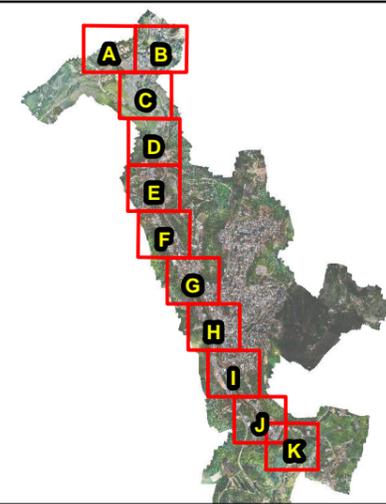


Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

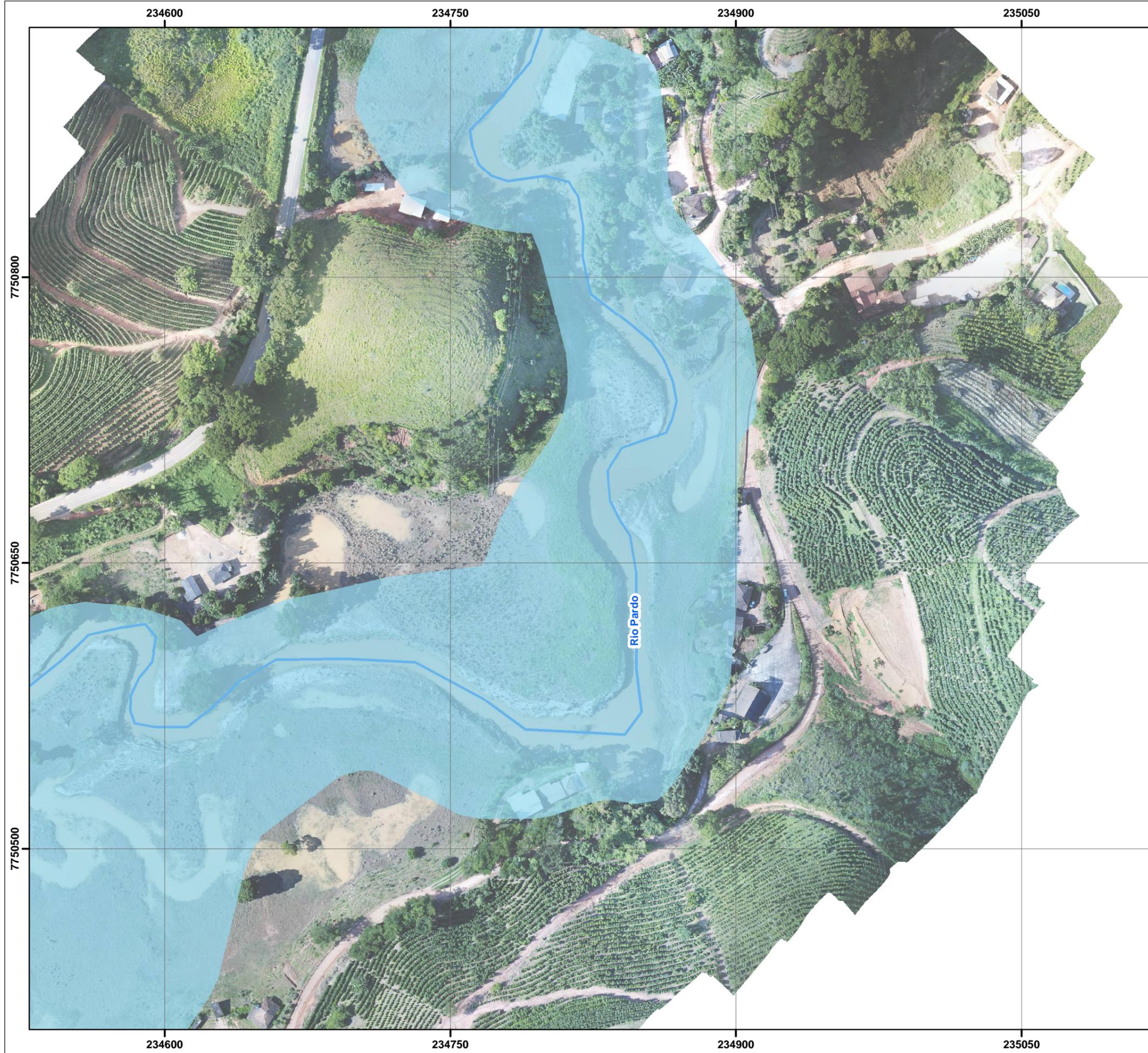
Legenda

- Inundação Cenário 2 e 3 (46 ha)
- Lotes
- Rio Pardo

ARTICULAÇÃO DO MAPA



Ø	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA
<i>Projeto:</i>		
Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais Diagnóstico		
<i>Título:</i>		
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área Urbana do Município de Iúna - Cenários 2 e 3		
<i>Responsável técnico:</i>		
Marco Aurélio C. Caiado Eng. Agrônomo, Ph. D. CREA - ES 3757/D		
<i>Elaboração:</i>		
Suelen Marques de Melo Eng. Sanitarista e Ambiental CREA- ES 37.678/D		
<i>Escala:</i>		
1:2.000	0 15 30 60 m	
<i>Folha:</i>	A	<i>Local:</i> Iúna - ES
<i>Papel:</i>	A3	<i>Nº:</i> ANEXO III
<i>Contratante:</i>	<i>Contratada:</i>	
		

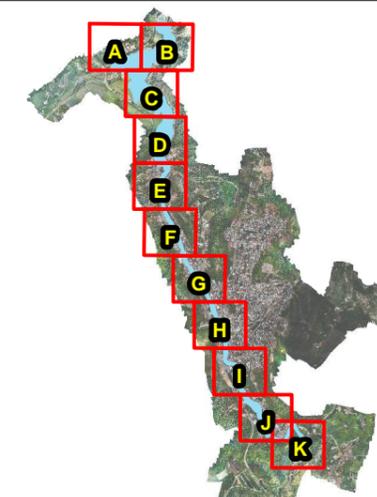



 Projeção: Universal Transversa Mercator.
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
 Fuso: 24 Hemisfério Sul.

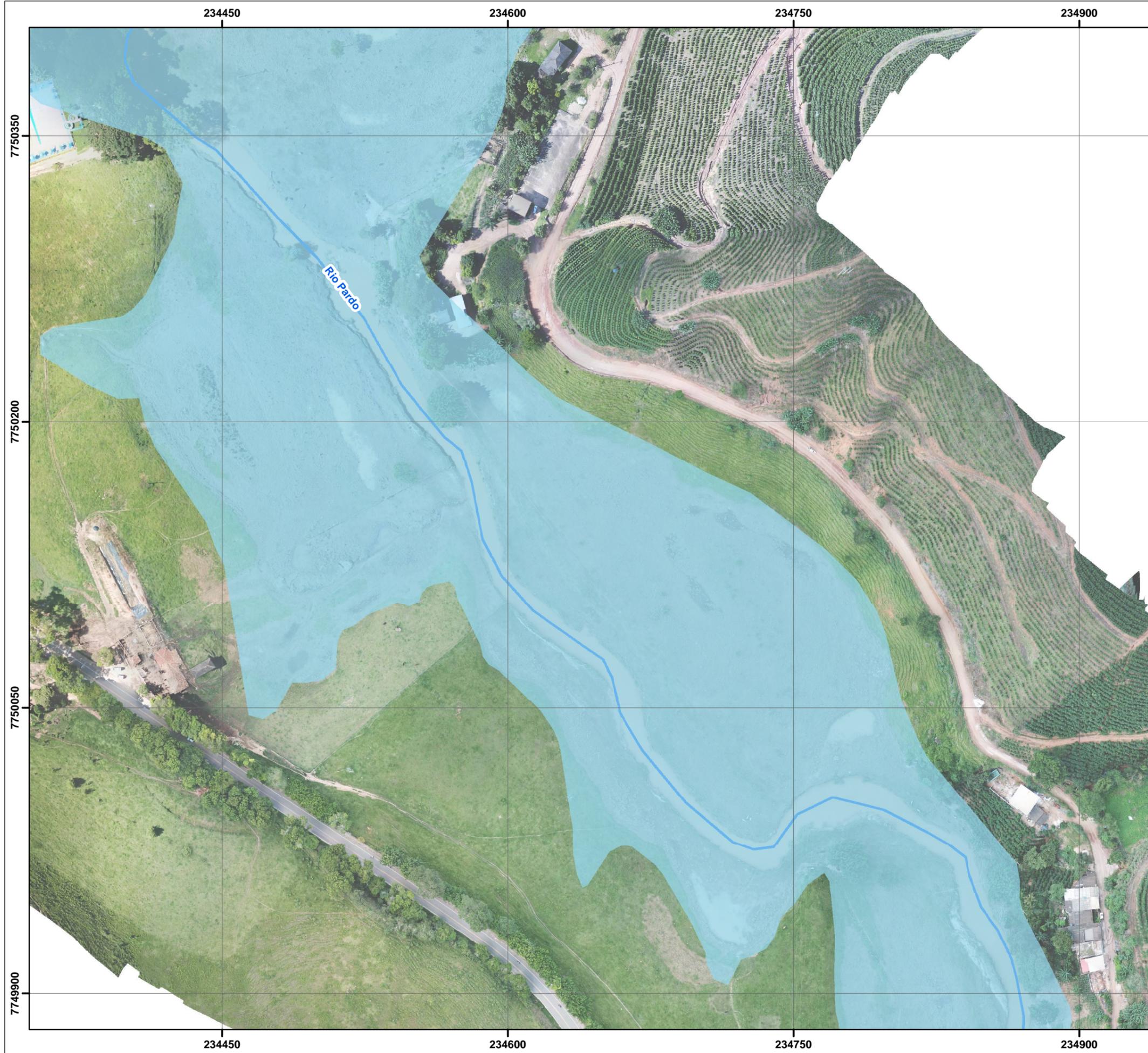
Legenda

- Inundação Cenário 2 e 3 (46 ha)
- Lotes
- Rio Pardo

ARTICULAÇÃO DO MAPA



Ø	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA
Projeto:		
Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais Diagnóstico		
Título:		
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área Urbana do Município de Iúna		
Responsável técnico:		
Marco Aurélio C. Caiado Eng. Agrônomo, Ph. D. CREA - ES 3757/D		
Elaboração:		
Suelen Marques de Melo Eng. Sanitarista e Ambiental CREA- ES 37.678/D		
Escala:		0 15 30 60 m
1:2.000		
Folha:	B	Local: Iúna - ES
Papel:	A3	Nº: ANEXO III
Contratante:	Contratada:	
		

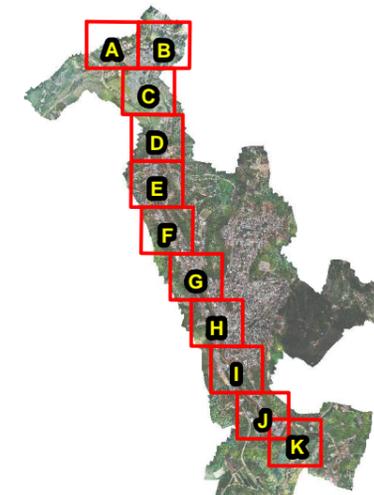



 Projeção: Universal Transversa Mercator.
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
 Fuso: 24 Hemisfério Sul.

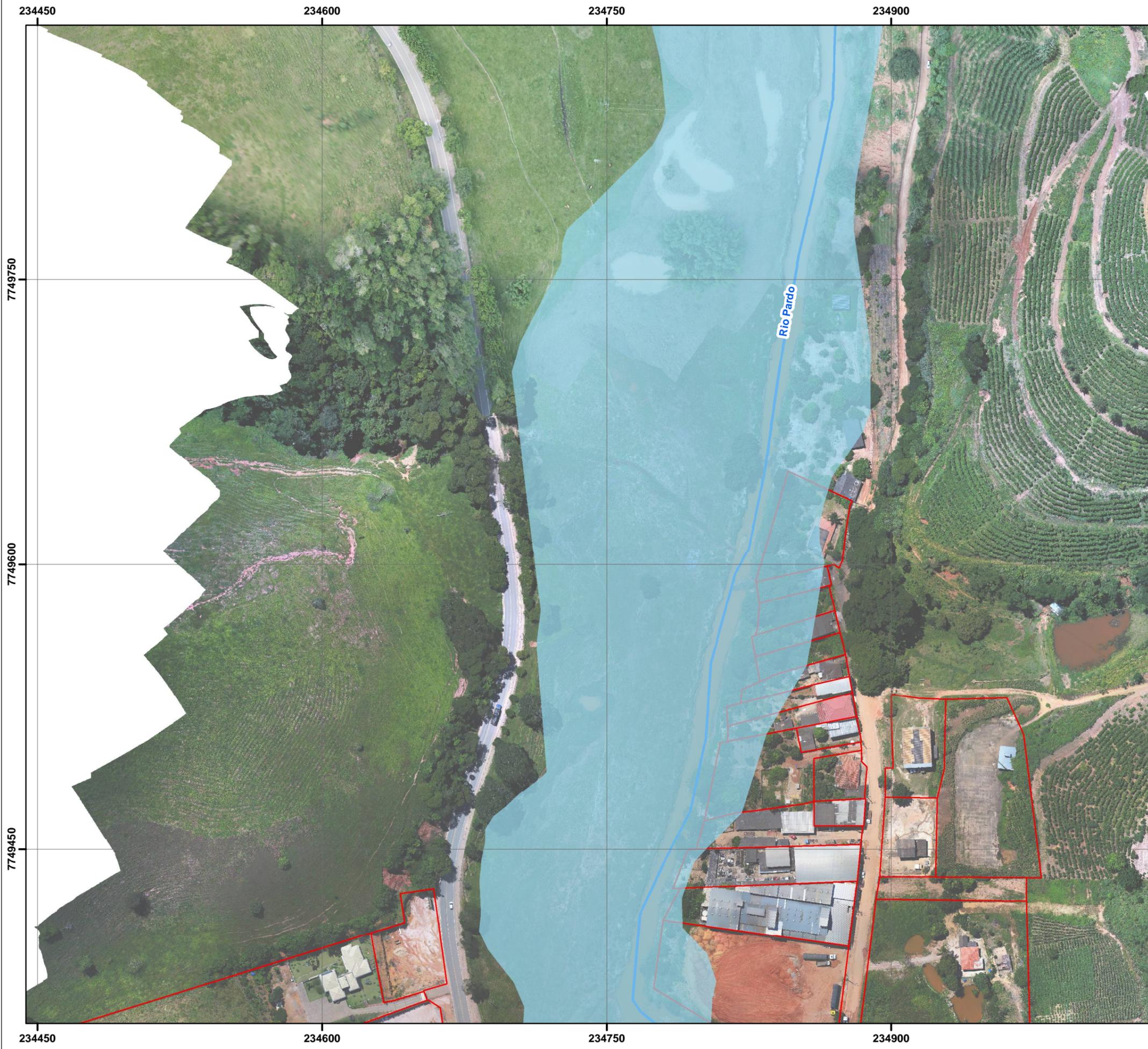
Legenda

- Inundação Cenário 2 e 3 (46 ha)
- Lotes
- Rio Pardo

ARTICULAÇÃO DO MAPA



Ø	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA
Projeto:		
Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais Diagnóstico		
Título:		
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área Urbana do Município de Iúna - Cenários 2 e 3		
Responsável técnico:		
Marco Aurélio C. Caiado Eng. Agrônomo, Ph. D. CREA - ES 3757/D		
Elaboração:		
Suelen Marques de Melo Eng. Sanitarista e Ambiental CREA- ES 37.678/D		
Escala:		
1:2.000		m
Folha:	C	Local:
		Iúna - ES
Papel:	A3	Nº:
		ANEXO III
Contratante:		Contratada:
		 AVANTEC Engenharia

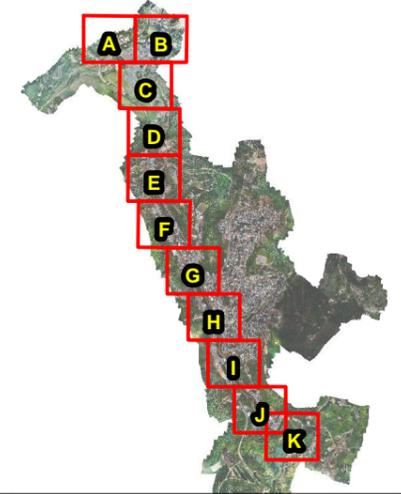


Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

- Inundação Cenário 2 e 3 (46 ha)
- Lotes
- Rio Pardo

ARTICULAÇÃO DO MAPA



∅	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais Diagnóstico

Título:
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área Urbana do Município de Iúna - Cenários 2 e 3

Responsável técnico:

Marco Aurélio C. Caiado
Eng. Agrônomo, Ph. D.
CREA - ES 3757/D

Elaboração:

Suelen Marques de Melo
Eng. Sanitarista e Ambiental
CREA- ES 37.678/D

Escala: 1:2.000 0 15 30 60 m

Folha: D Local: Iúna - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO III

Contratante:  Contratada:  **AVANTEC Engenharia**

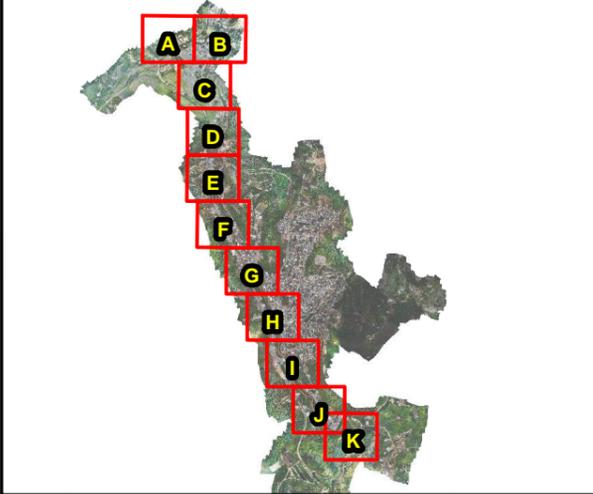


Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

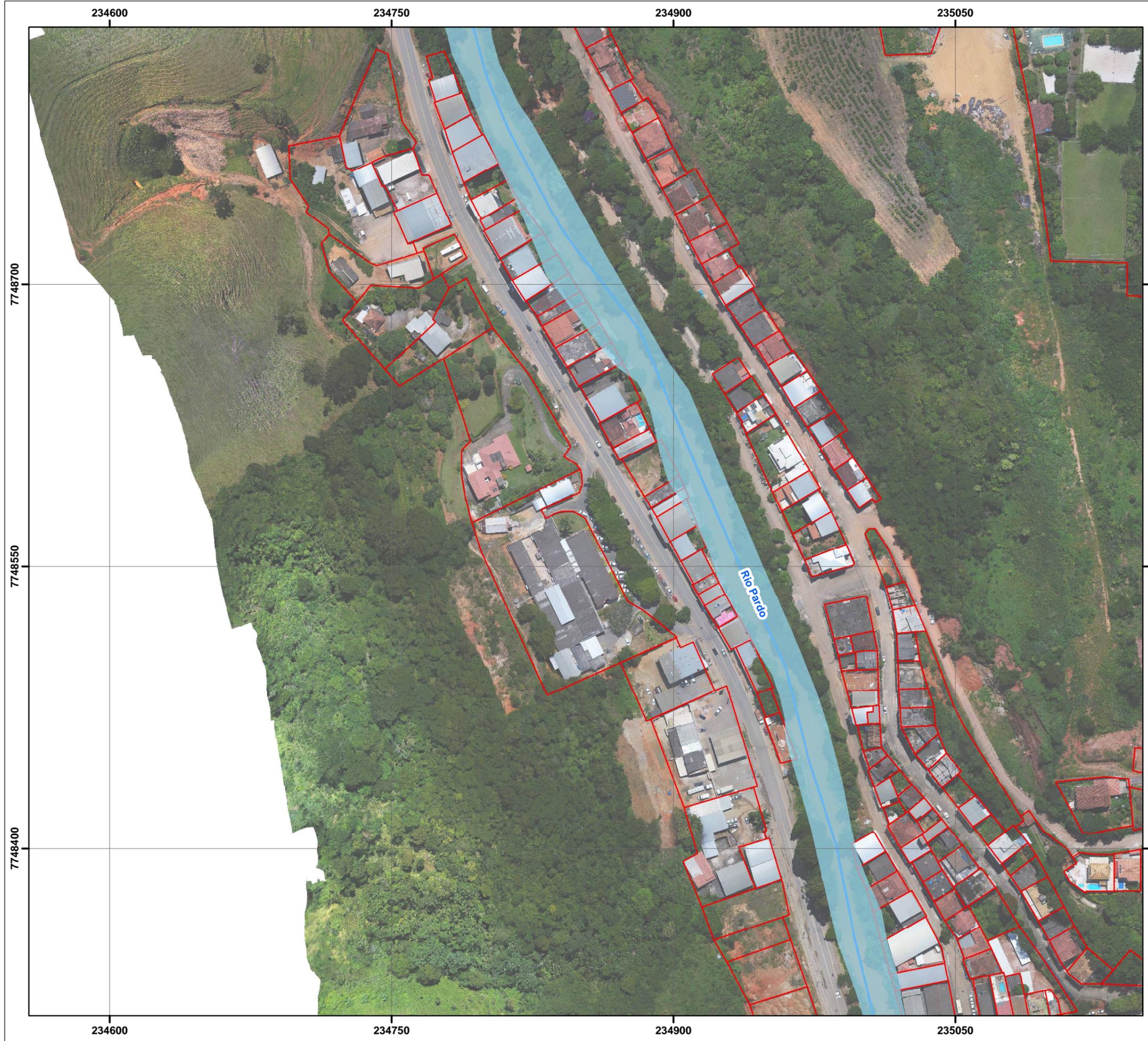
Legenda

- Inundação Cenário 2 e 3 (46 ha)
- Lotes
- Rio Pardo

ARTICULAÇÃO DO MAPA



Ø	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA
Projeto:		
Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais Diagnóstico		
Título:		
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área Urbana do Município de Iúna - Cenários 2 e 3		
Responsável técnico:		
Marco Aurélio C. Caiado Eng. Agrônomo, Ph. D. CREA - ES 3757/D		
Elaboração:		
Suelen Marques de Melo Eng. Sanitarista e Ambiental CREA- ES 37.678/D		
Escala:		0 15 30 60 m
1:2.000		
Folha:	E	Local: Iúna - ES
Papel:	A3	Nº: ANEXO III
Contratante:	Contratada:	
		

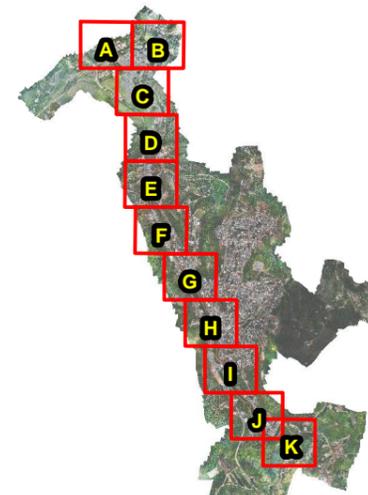


Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

- Inundação Cenário 2 e 3 (46 ha)
- Lotes
- Rio Pardo

ARTICULAÇÃO DO MAPA



Ø	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA
Projeto:		
Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais Diagnóstico		
Título:		
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área Urbana do Município de Iúna - Cenários 2 e 3		
Responsável técnico:		
Marco Aurélio C. Caiado Eng. Agrônomo, Ph. D. CREA - ES 3757/D		
Elaboração:		
Suelen Marques de Melo Eng. Sanitarista e Ambiental CREA- ES 37.678/D		
Escala:		
1:2.000	0 15 30 60 m	
Folha:	F	Local: Iúna - ES
Papel:	A3	Nº: ANEXO III
Contratante:	Contratada:	
		

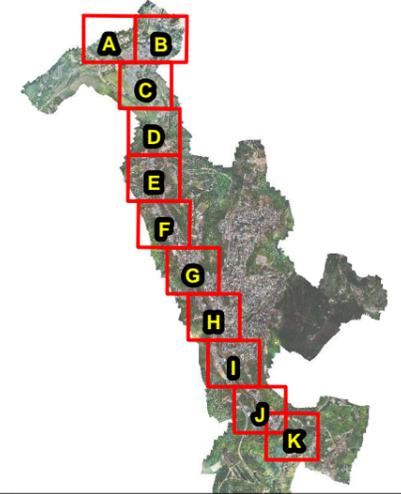


Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

- Inundação Cenário 2 e 3 (46 ha)
- Lotes
- Rio Pardo

ARTICULAÇÃO DO MAPA



Ø	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA
Projeto:		
Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais Diagnóstico		
Título:		
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área Urbana do Município de Iúna - Cenários 2 e 3		
Responsável técnico:		
Marco Aurélio C. Caiado Eng. Agrônomo, Ph. D. CREA - ES 3757/D		
Elaboração:		
Suelen Marques de Melo Eng. Sanitarista e Ambiental CREA- ES 37.678/D		
Escala:		0 15 30 60 m
1:2.000		
Folha:	G	Local: Iúna - ES
Papel:	A3	Nº: ANEXO III
Contratante:	Contratada:	
		

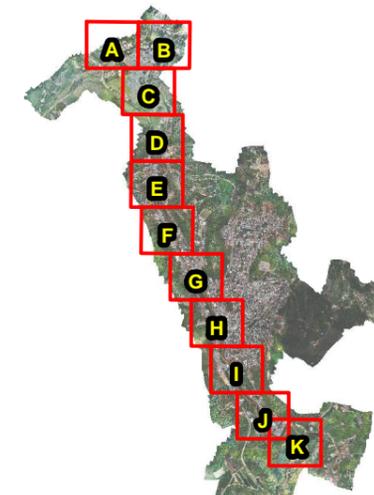



 Projeção: Universal Transversa Mercator.
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
 Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

- Inundação Cenário 2 e 3 (46 ha)
- Lotes
- Rio Pardo

ARTICULAÇÃO DO MAPA



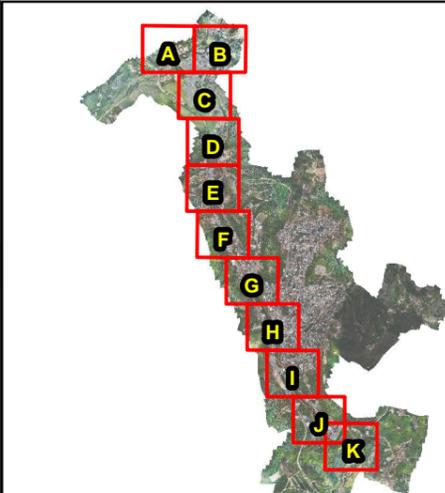
Ø	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA
<i>Projeto:</i>		
Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais Diagnóstico		
<i>Título:</i>		
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área Urbana do Município de Iúna - Cenários 2 e 3		
<i>Responsável técnico:</i>		
Marco Aurélio C. Caiado Eng. Agrônomo, Ph. D. CREA - ES 3757/D		
<i>Elaboração:</i>		
Suelen Marques de Melo Eng. Sanitarista e Ambiental CREA- ES 37.678/D		
<i>Escala:</i>		
1:2.000		m
<i>Folha:</i>	H	<i>Local:</i>
		Iúna - ES
<i>Papel:</i>	A3	<i>Nº:</i>
		ANEXO III
<i>Contratante:</i>	<i>Contratada:</i>	
		




 Projeção: Universal Transversa Mercator.
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
 Fuso: 24 Hemisfério Sul.

- Legenda**
- Inundação Cenário 2 e 3 (46 ha)
 - Lotes
 - Rio Pardo

ARTICULAÇÃO DO MAPA



Ø	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA
Projeto:		
Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais Diagnóstico		
Título:		
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área Urbana do Município de Iúna - Cenários 2 e 3		
Responsável técnico:		
Marco Aurélio C. Caiado Eng. Agrônomo, Ph. D. CREA - ES 3757/D		
Elaboração:		
Suelen Marques de Melo Eng. Sanitarista e Ambiental CREA- ES 37.678/D		
Escala:		0 15 30 60 m
1:2.000		
Folha:	I	Local: Iúna - ES
Papel:	A3	Nº: ANEXO III
Contratante:		
Contratada:		

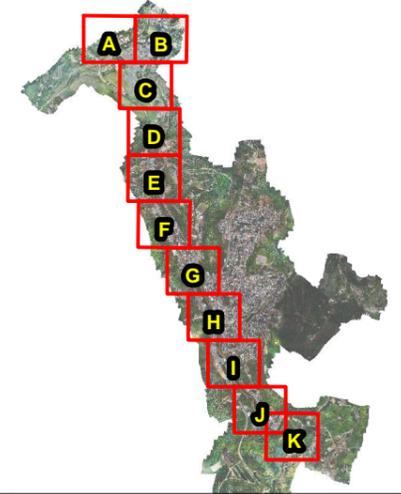


Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

- Inundação Cenário 2 e 3 (46 ha)
- Lotes
- Rio Pardo

ARTICULAÇÃO DO MAPA



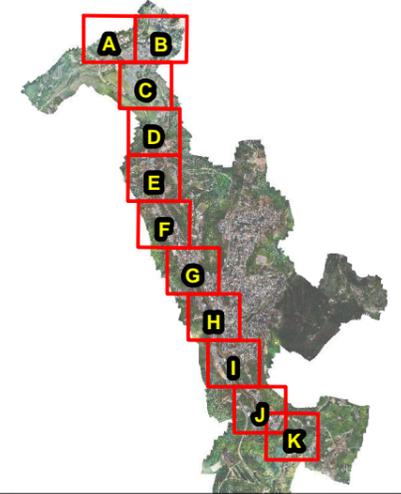
Ø	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA
Projeto:		
Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais Diagnóstico		
Título:		
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área Urbana do Município de Iúna - Cenários 2 e 3		
Responsável técnico:		
Marco Aurélio C. Caiado Eng. Agrônomo, Ph. D. CREA - ES 3757/D		
Elaboração:		
Suelen Marques de Melo Eng. Sanitarista e Ambiental CREA- ES 37.678/D		
Escala:		
1:2.000	0 15 30 60 m	
Folha:	J	Local: Iúna - ES
Papel:	A3	Nº: ANEXO III
Contratante:	Contratada:	
		




 Projeção: Universal Transversa Mercator.
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
 Fuso: 24 Hemisfério Sul.

- Legenda**
- Inundação Cenário 2 e 3 (46 ha)
 - Lotes
 - Rio Pardo

ARTICULAÇÃO DO MAPA



Ø	Emissão original	2022
REV	DESCRIÇÃO	DATA
<i>Projeto:</i>		
Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais Diagnóstico		
<i>Título:</i>		
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área Urbana do Município de Iúna - Cenários 2 e 3		
<i>Responsável técnico:</i>		
Marco Aurélio C. Caiado Eng. Agrônomo, Ph. D. CREA - ES 3757/D		
<i>Elaboração:</i>		
Suelen Marques de Melo Eng. Sanitarista e Ambiental CREA- ES 37.678/D		
<i>Escala:</i>		
1:2.000		m
<i>Folha:</i>	K	<i>Local:</i>
		Iúna - ES
<i>Papel:</i>	A3	<i>Nº:</i>
		ANEXO III
<i>Contratante:</i>	<i>Contratada:</i>	
		