

PLANO MUNICIPAL DE CONTROLE DE EROSÃO HÍDRICA

Minuta

01/2021

ARARAQUARA
JULHO 2021

APRESENTAÇÃO

A Prefeitura Municipal de Araraquara e o Departamento Autônomo de Água e Esgotos assumiram o desafio de implementar o debate sobre a sustentabilidade e aperfeiçoamento da gestão ambiental no território araraquarense, disponibilizando servidores públicos, convidando especialistas da área e a população para participarem da construção do ***Plano Municipal de Controle de Erosão Hídrica*** com abrangência urbana e rural.

O presente documento corresponde a um texto base para servir de apoio aos debates, visando construção de um Plano de Governo definindo as diretrizes gerais para o uso sustentável dos recursos naturais e a proteção dos patrimônios naturais no município.

O ***Plano de Controle de Erosão Hídrica de Araraquara*** buscará retratar a realidade do município, sendo uma oportunidade para padronizar e orientar as ações públicas e privadas, bem como para a atuação de entidades acadêmicas, de pesquisa e das organizações da sociedade, empenhadas em promover o efetivo controle dos processos erosivos instalados em território municipal.

DONIZETE SIMIONE

SUPERINTENDENTE DO DAAE - ARARAQUARA

JOSÉ CARLOS PORSANI

SECRETÁRIO MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

TÉCNICO RESPONSÁVEL

Rafael Carvalho Alves de Mello – Agente de Fiscalização Ambiental/DAAE Araraquara; Tecnólogo em Saneamento Ambiental/UNICAMP-Limeira; Mestre e Doutorando em Geociências e Meio Ambiente/UNESP-Rio Claro.

COORDENAÇÃO GERAL

Katia Castro de Matteo – Diretora de Gestão Ambiental/DAAE Araraquara no período de 2019-2020. Geógrafa/UNESP-Rio Claro; Mestre em Sensoriamento Remoto/INPE; Doutora em Ecologia e Recursos Naturais/UFSCAR-São Carlos.

Gelson Caldeira Dantas – Coordenador Executivo de Gestão Ambiental da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade; Engenheiro Agrimensor, especialista em Planejamento e Gestão Ambiental.

EQUIPE TÉCNICA

Rafael Carvalho Alves de Mello – Agente de Fiscalização Ambiental/DAAE Araraquara; Tecnólogo em Saneamento Ambiental/UNICAMP-Limeira; Mestre e Doutorando em Geociências e Meio Ambiente/UNESP-Rio Claro.

Érica Tomé da Silva – Engenheira Agrônoma da Casa de Agricultura de Araraquara/Coordenadoria Desenvolvimento Rural Sustentável/Secretaria Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo; Mestre e Doutora em Produção Vegetal, Resíduos Urbanos, Recuperação de Áreas degradadas/UNESP-Jaboticabal.

REVISÃO TÉCNICA

Carlos Alberto Ferreira – Engenheiro Agrônomo da Prefeitura Municipal de Araraquara; Gerente de Fiscalização e Licenciamento Ambiental da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade.

COLABORAÇÃO TÉCNICA

Gerson Salviano de Almeida Filho - Pesquisador no Centro de Tecnologias Ambientais do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. Tecnologia Civil pela UNESP; Mestre em Engenharia Civil/UNICAMP.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

Telefone: 3339-5000 - e-mail: gerenciafisclicenc@araraquara.sp.gov.br



Artur de Lima Osório – Engenheiro Civil e Gerente de Proteção dos Recursos Hídricos e Mananciais/DAAE Araraquara;

João Vitor Dall’Acqua de Castro – Técnico Agrimensor da Prefeitura Municipal de Araraquara/Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade; Tecnólogo em Gestão Financeira/UNIP-Araraquara; MBA Executivo em Gestão Pública/Centro Universitário Barão de Mauá.

Erik Vinicius Bertoni – Engenheiro Agrônomo e Gerente de Agricultura familiar/Coordenadoria Executiva de Agricultura/Secretaria Municipal do Trabalho e do Desenvolvimento Econômico; Mestre e Doutor em Agronomia/UNESP-Botucatu.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	6
2.	CADASTRAMENTO DE PROCESSOS EROSIVO	8
3.	MEDIDAS PREVENTIVAS DE CONTROLE DE EROSÃO	9
4.	MEDIDAS CORRETIVAS DE CONTROLE DE EROSÃO	12
5.	MONITORAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS	15
6.	DIRETRIZES GERAIS DO PLANO DE CONTROLE DE EROSÃO.....	16
7.	DIRETRIZES ESPECÍFICAS DO PLANO DE CONTROLE DE EROSÃO	17
7.1	Diagnóstico e construção do mapa de susceptibilidade à erosão	17
7.2	Cadastro e monitoramento dos processos erosivos	18
7.3	Medidas preventivas: programas e ações de controle de erosão	18
7.4	Medidas corretivas: obras e manutenção de estruturas de drenagem e controle de erosão.....	20
8.	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO E RESPONSABILIDADES	21
9.	BIBLIOGRAFIA.....	22
10.	ANEXO I: MODELO DE FICHA DE CADASTRO DE EROSÃO E RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR – RTP	24
11.	ANEXO II: MODELO DE ANÁLISE DO NÍVEL DE RISCO DE PROCESSOS EROSIVOS INSTALADOS EM TERRITÓRIO MUNICIPAL	26
12.	ANEXO III: MAPAS TEMÁTICOS DE CONTEXTO GEOLÓGICO, GEOMORFOLOGICO E PEDOLÓGICO DE ARARAQUARA	28

1. INTRODUÇÃO

A capacidade da atuação do Município baseia-se na ideia de responsabilidades compartilhadas entre as diferentes Secretarias e Órgãos da Administração Direta ou Indireta e entre esses e os demais setores da sociedade. As organizações públicas têm buscado cada vez mais aprimorar seus sistemas de gestão e adotar ferramentas para aplicar da melhor maneira possível os recursos disponíveis e garantir a melhor gerencia sobre seu território.

O processo erosivo é um fenômeno natural que promove o desgaste do relevo e o modelamento da paisagem. Trata-se de um complexo processo de desagregação, transferência e deposição (agradiação) de sedimento na bacia hidrográfica, tais processos ocorrem de forma simultânea em todos os trechos da bacia, no entanto o modelo conceitual de perfil longitudinal de sistemas fluviais aponta que no alto curso (zona de cabeceira) predomina os processos de produção de sedimentos, enquanto que no médio curso (zona de transferência) predomina o processo de transporte/deposição de sedimentos e no baixo curso (zona deposicional) predomina os processos de deposição em planícies aluviais (MACEDO et al, 2020). Sua intensidade é controlada por fatores climáticos e componentes do meio físico como a cobertura vegetal, relevo, tipo de solo e substrato rochoso, porém, a partir das intervenções antrópicas no sistema natural, os processos erosivos podem ser acelerados resultando em perdas cada vez maiores de sedimentos. A erosão hídrica nas vertentes, provocada pelo escoamento das águas pluviais, pode ocorrer através de processos laminares (fluxo difuso) ou lineares (fluxo concentrado – sulcos/ravinas/voçorocas). A erosão laminar carreiam os sedimentos mais finos sem a formação de sulcos no terreno e representa uma forma mais amena de erosão, porém, podem responder por graves prejuízos às terras agrícolas e provocar o assoreamento de corpos hídricos de superfície diminuindo a capacidade de armazenamento de água na calha fluvial contribuindo para eventos de inundações em áreas urbanas e rurais. As erosões lineares como sulcos, ravinas e voçorocas são os processos de maior gravidade, capazes de mobilizar grandes quantidades de sedimentos e causar consequências como a limitação da expansão urbana, interrupção do tráfego de veículos, afetar edificações e obras lineares e assoreamento de drenagens, lagos e represas (SANTORO, 2015).

De acordo com projeto “Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo”, realizado pelo IPT (2012), o território municipal de Araraquara situado na UGRHI – Tiete-Jacaré apresenta 31 processos erosivos lineares cadastrados, sendo 3 em área urbana e 28

em área rural. Já o território inserido na UGRHI – Mogi Guaçu apresenta 46 processos erosivos lineares todos instalados em área rural. Esse trabalho indica a existência de terrenos com predisposição ou propensão à processos erosivos, os quais geralmente, têm sido acelerados pelo desmatamento, manejo inadequado do solo agrícola e crescimento desordenado da área urbana.

Dentre os processos erosivos ativos no município, destacam-se as erosões lineares instaladas em vertentes arenosas, erosões lineares desenvolvida em canais fluviais, com formação de ravinas/voçorocas, desbarrancamento e solapamento das margens e áreas susceptíveis à alagamentos e inundação (IG, 2008; IPT, 2018). Outro problema recorrente no município é o assoreamento das represas de captação água para abastecimento público (Ribeirão das Cruzes, Córrego Águas do Paiol e Ribeirão Anhumas) que recebem cargas excessivas de sedimentos reduzindo a capacidade de armazenamento de água e consequentemente a vida útil dos reservatórios, configurando risco estrutural ao próprio barramento e à segurança hídrica do município. Os reservatórios dos mananciais superficiais do município têm passado por sucessivas obras de desassoreamento, demonstrando a necessidades de atuar de forma preventiva em regiões identificadas como fontes de sedimento, através de incentivo e promoção de ações conservativas do solo em áreas urbanas e rurais, medidas que ao longo do tempo resultaria no prolongamento da vida útil destes reservatórios.

O Plano Municipal de Saneamento Básico em vigor no município de Araraquara, indicado em Lei Ordinária nº 8.335, de 03 de novembro de 2014 que institui a Política Municipal de Saneamento Básico (PMSB), aborda em seu Capítulo 7.0 - SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS o cenário da macrodrenagem urbana, cujo Item 7.5 – PROPOSTA DE AÇÕES ESTRUTURAIS PARA O CONTROLE DE BACIAS URBANAS refere-se ao controle de processos erosivos pontuais em trechos urbano do Córrego Cupim e Córrego Marivan ([C \(daaeararaquara.com.br\)](http://C(daaeararaquara.com.br))). Tais diretrizes foram adotadas com êxito, porém não contemplam mais as necessidades do município no que se refere ao controle e prevenção de erosão em área urbana e rural.

Dessa forma, é conveniente elaborar um **Plano Municipal de Controle de Erosão Hídrica** de abrangência para todo o território municipal que servirá de base legal para ações tanto em áreas urbanas como rural. Esse plano deve incluir instrumentos de gestão territorial de caráter qualitativo e quantitativo para subsidiar medidas preventivas e corretivas para processos erosivos instalados no território municipal. A presente proposta contempla as seguintes linhas gerais: (1)

Cadastramento de processos erosivo; (2) Medidas preventivas de controle de erosão; (3) Medidas corretivas de controle de erosão; (4) Monitoramento dos processos erosivos.

2. CADASTRAMENTO DE PROCESSOS EROSIVO

Para o efetivo controle dos processos erosivos instalados em território municipal é necessário padronizar os procedimentos administrativos e os trâmites de documentos entre as instituições do município, assegurando que mediante o cadastro dos processos erosivos o poder público tome as devidas providências, como gerar informações técnicas do local, implementar medidas preventivas e corretivas, assim como realizar acompanhamento e manutenção das obras implementadas (IWASA & FRENDICH, 1998).

Dessa forma, propomos a criação de um canal unificado no município para o Cadastro de Erosão (CadEROS) visando reconhecer os processos instalados em área urbana e rural. Com a implantação do CadEROS será possível estabelecer prioridade àqueles processos erosivos considerados críticos, que deverão receber aporte financeiro necessário para o efetivo controle de erosão.

O cadastramento dos processos erosivos poderá ser realizado da seguinte forma:

- Diretamente pela população através do canal unificado, solicitando vistorias, denunciando e comunicando a existência de processos erosivos.
- Através de programas municipais de controle de erosão hídrica que deverão considerar a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação de ações de prevenção e controle.

Mediante a comunicação com o poder público, será emitida uma Ordem de Serviço (OS) cujo técnico responsável deverá realizar a vistoria no local e analisar as causas e dinâmica do processo erosivo através de um Relatório Técnico Preliminar (RTP) que deverá ser acompanhado de análise do nível de criticidade dos processos erosivos. A instituição municipal que irá gerenciar o CadEROS deverá então, emitir a Ordens de Serviço (OS), providenciar Relatório Técnico Preliminar (RTP) e Análise do Nível de Risco. Os Anexos I e II, apresentam os modelos desses documentos.

Segundo a definição utilizada pela UNESCO (SAYERS et al., 2013 apud MIGUEZ), o risco é definido por duas componentes básicas, ou seja, a possibilidade de ocorrência de um evento adverso (como erosão, por exemplo) e as consequências e intensidade dos impactos advindos dessa ocorrência. Os critérios adotados na análise de risco (Anexo II) foram baseados na Ficha de Comunicação Preliminar de Ocorrência do Sistema Integrado da Defesa Civil (SIDEV) e adaptados com informações relevantes para o controle de processos erosivos, tais como as características fisiográficas do terreno, dimensão dos processos erosivos e possíveis danos aos serviços ecossistêmicos.

Realizado o cadastramento e análise técnica preliminar os atores envolvidos na área afetada deverão ser notificados. Numa ação conjunta com os órgãos municipais, estaduais e privados deverão ser definidas as medidas de intervenção (preventivas e/ou corretivas) através de Termo de Compromisso Ambiental - TCA entre os atores envolvidos, tendo como produto um cronograma físico e financeiro baseado no Relatório Técnico de Execução (RTE) aprovado pelo Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável - CMDR e Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - COMDEMA.

3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CONTROLE DE EROSÃO

De maneira geral, as medidas preventivas são intervenções não estruturantes e por isso envolvem baixos custos, abrangem desde instrumentos de gestão territorial a ações voltadas para conter as causas do desencadeamento e evolução dos processos erosivos com o emprego de práticas baseadas nos princípios da manutenção de cobertura protetora à superfície do solo (evitar o impacto das gotas de chuva), facilitação da infiltração da água no solo e disciplinamento do escoamento superficial (FILIZOLA et al., 2011).

As cartas geotécnicas são instrumentos de gestão territorial previstas na Lei Federal 12.608 de 2012 ([L12608 \(planalto.gov.br\)](http://www.planalto.gov.br/l12608)), capazes de reconhecer as áreas susceptíveis e vulneráveis a desastres de modo a evitar ou reduzir tais ocorrência. A carta geotécnica de suscetibilidade a erosão configura um documento cartográfico que reúne informações sobre as características do meio físico apontando os terrenos com maior predisposição ou propensão ao desenvolvimento de processos erosivos lineares (ravina/voçoroca), movimentos de massa, corridas, enxurradas, inundações e assoreamento. Trata-se de uma ferramenta preventiva de fundamental importância

para o planejamento e gestão do uso e ocupação do território municipal, auxiliando no controle de processos erosivos e norteando projetos de edificações e obras lineares de infraestrutura urbana e rural. Sua confecção deverá seguir as orientações do manual técnico elaborado por Bitar (2014).

No caso da **erosão urbana**, a presença de estruturas pouco permeáveis favorece a diminuição da infiltração e o incremento do escoamento superficial mudando drasticamente o regime de escoamento natural. De acordo com Almeida Filho (2014) os processos erosivos são mais frequentes em áreas com falta ou condição precárias de infraestrutura urbana, assim, seu controle inclui a eliminação ou atenuação de suas causas como:

- Traçado inadequado de sistemas viários de loteamentos, com extensas ruas perpendiculares às curvas de nível, muitas vezes agravado pela ausência de pavimentação, guias e sarjetas
- Deficiência do sistema de drenagem de águas pluviais e servidas, tanto na captação, condução e dissipação de energia hidráulica em seu lançamento.
- Expansão urbana descontrolada, com a implantação de loteamentos e conjuntos habitacionais em locais não apropriados, sob o ponto de vista geotécnico e agravado pela deficiência de infraestrutura.

Para o controle preventivo de processos erosivos em áreas urbanas é fundamental observar os princípios, objetivo, diretrizes e ações estratégicas do Sistema de Drenagem Urbana do Município discriminados nos artigos 75º ao 78º da Lei Complementar 850/2014 que revisa o Plano diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara ([Lei complementar nº 850 - Legislação Digital \(legislacaodigital.com.br\)](#)), assim como, os artigos 14º a 16º da Lei 8335/2014 que institui a Política Municipal de Saneamento Básico ([Lei ordinária nº 8.335 - Legislação Digital \(legislacaodigital.com.br\)](#)).

A **erosão rural**, geralmente, está associada a mudanças no uso e ocupação das terras, passando de áreas de florestas naturais para terras cultivadas. A erosão laminar é predominante nessa região, porém também há ocorrências de processos erosivos lineares. De acordo com Almeida Filho (2014), as principais causas da erosão em áreas rurais são:

- Processos erosivos lineares formados pelo escoamento concentrado das águas pluviais provenientes de áreas urbanas;

- Águas drenadas pelas estradas pavimentadas e não pavimentadas;
- Caminhos ou trilhas das águas drenadas das culturas;
- Pastagem (quando há trânsito contínuo do gado pelas mesmas trilhas);
- Terraços de áreas agrícolas que descarregam o excedente hídrico nas laterais de estradas;
- Terraços em gradiente que canalizam as águas para divisas de propriedades.
- Águas captadas pelo leito das estradas e que, por infiltração e distribuição adequada, em algum ponto adentra nas áreas agrícolas, desencadeando a formação de grandes processos erosivos;

Em áreas de agricultura a erosão pode ser minimizada ou controlada com adoção de práticas conservacionistas do solo que tem por concepção medidas vegetativas e mecânicas com função de proteger e garantir a máxima infiltração e menor escoamento superficial, como *consorciamento de culturas; adubação verde; alternância de capinas; faixa de vegetação permanente; plantio em nível; plantio direto; integração lavoura-pecuária-floresta* e outras práticas que devem ser disseminadas junto aos produtores rurais do município, através de cursos de extensão rural e outros instrumentos que visam à implantação e manutenção das boas práticas agrícolas de conservação do solo (FILIZOLA et al., 2011). Para orientar as práticas mais adequadas a serem implantadas nos diferentes solos que compõe o território, os técnicos devem consultar o mapa pedológico municipal (IPT, 2018).

Os processos erosivos em **estradas rurais** são desencadeados pela ação de enxurradas, pelo manejo inadequado na captação e disciplinamento das águas pluviais. Projetos de melhorias de estradas rurais devem considerar a integração com práticas de conservação do solo, aplicadas em bacias de contribuição e áreas marginais das estradas. De acordo com Almeida Filho, 2014, o controle de erosão em estradas rurais deve atender as seguintes observações:

- As estradas rurais devem ser dimensionadas e configuradas de tal forma que atendam, em longo prazo, as demandas de tráfego e possibilitem o acesso às áreas cultivadas nas diversas estações do ano, sob as mais adversas condições climáticas;
- As estradas rurais são partes do meio rural e, para serem integradas a paisagem, devem ser observados requisitos de preservação ambiental, bem como de proteção e condução adequada das águas;

- Águas provenientes das áreas de agropecuária não devem ter acesso as estradas rurais;
- Águas captadas pelo leito da estrada devem ser distribuídas nas áreas de agropecuária, de modo a não causar erosão.

4. MEDIDAS CORRETIVAS DE CONTROLE DE EROSÃO

As ações corretivas envolvem necessariamente intervenção nos processos erosivos lineares através de obras de engenharia. A concepção de medidas estruturais para estabilização/recuperação de um determinado processo erosivo passa necessariamente pelo perfeito conhecimento dos fatores e mecanismos relacionados às causas do seu desenvolvimento, características do meio físico e as especificidades da erosão e sua dinâmica. As especificidades de cada processo erosivo deverão ser levadas em consideração, assim, não é indicada a generalização de soluções para a estabilização/recuperação de processos erosivos, apesar da ocorrência de processos similares com características geotécnica semelhantes. A geometria de processos erosivos lineares instalados em vertentes e drenagens pode sofrer modificações em curtos períodos de chuvas, exigindo dos projetos de estabilização/recuperação flexibilidades e adequações durante a execução das obras (IPT, 2012).

De acordo com IPT (2012), a elaboração dos projetos de intervenção em processos erosivos lineares em **área urbana** requer o seguinte conjunto de medidas apresentada pela Figura 01.

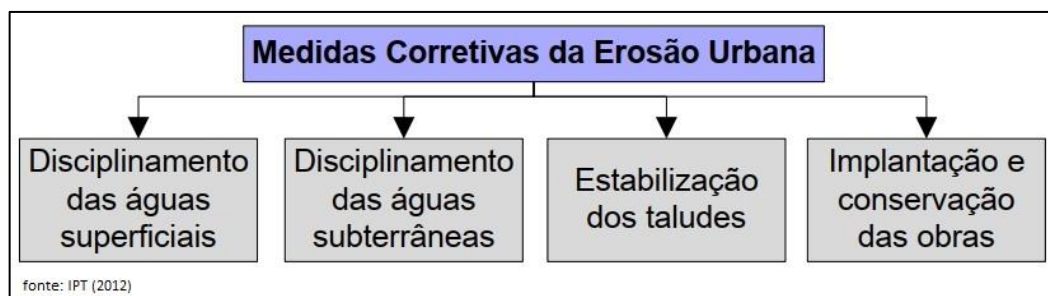


Figura 01: Medidas corretivas para erosão urbana

O disciplinamento das águas superficiais, pluviais e servidas provenientes da bacia de contribuição devem ser captadas e conduzidas desde a cabeceira do processo erosivo até um local

adequado para descarga, onde sua energia possa ser dissipada. A concepção do projeto deve ter como objetivo básico a diminuição gradual da energia das águas captadas, e a sua condução controlada, dentro ou fora da erosão.

O disciplinamento das águas subterrâneas aplica-se, sobretudo em processos erosivos do tipo voçorocas, pois o fluxo de água subterrânea é uma das principais causas do desenvolvimento lateral e remontante desses processos. Ao atingir o lençol freático, os mecanismos de evolução do processo são intensificados em função do surgimento de um gradiente piezométrico que, ao emergir no pé do talude, remove as partículas sólidas, estabelecendo o processo de erosão regressiva (entubamento ou *piping*). Ocorre também a liquefação do material arenoso, gerando uma diminuição da coesão do solo e consequente solapamento do talude.

A estabilização de taludes de processos erosivos contempla os retaludamentos, obras de contenção em pontos específicos e proteção mecânica ou vegetal dos taludes contra a ação erosiva promovida pelas águas de escoamento superficial ou lançamento concentrado.

Na implantação das obras de estabilização/recuperação deve ter o cuidado de prever o início e fim dos trabalhos para a época de estiagem, onde não ocorram chuvas intensas. Também se faz necessário o acompanhamento da eficiência da solução empregada nos anos seguintes à sua execução, pois a maioria das obras, por mais bem concebida que tenha sido, requer medidas corretivas complementares após as estações chuvosas subsequentes. Quanto à conservação das obras executadas, são necessárias inspeções periódicas para verificação das condições das estruturas hidráulicas, sobretudo, no período de dezembro a março quando as chuvas são mais intensas, além de monitoramentos específicos, tais como avaliação do funcionamento de drenos e filtros. Pequenas avarias em uma estrutura simples podem, ao longo do tempo, comprometer parcialmente ou todo o conjunto de obras devido à dinâmica das águas. Dessa forma, medidas de manutenção como a limpeza e desobstrução de canais e tubulações, reparos de danificações em canais, escadas hidráulicas e dissipadores podem prolongar a vida útil dessas obras.

Para as ações corretivas voltadas para processos erosivos lineares em **área rural** foram consideradas as medidas estruturantes proposta por Filizola et al. (2011).

I – Cercamento da área em torno da voçoroca para impedir acesso do gado e trânsito de maquinário agrícola, evitando a formação de caminhos preferenciais para escoamento e a compactação do solo.

II – Providenciar drenagem da água subterrânea que aflora no fundo e laterais da voçoroca (*piping*). O sucesso deste controle deve-se a coleta e condução dessa água até o curso d'água superficial mais próximo. Esta estrutura de drenagem pode ser construída com dreno de pedra, feixes de bambu ou material geotêxtil. Eventualmente, é necessário o rebaixamento do lençol aflorante para diminuir a ação do *piping* e implementar obras de estabilização dos taludes. O dimensionamento dos drenos deve ser de acordo com a vazão das águas aflorantes no fundo da voçoroca. O sistema de drenos enterrados no interior da voçoroca deve ser do tipo espinha de peixe e a implantação dos drenos realizada de jusante para montante, fazendo sempre interligações laterais quando a surgências de água do lençol freático é considerável. A ligação entre as linhas deve ser feita por meio de caixas de passagem a cada 100 metros com a construção de septos (chicanas, ou caixas), para aumentar o percurso da água e diminuir a energia.

III – Controle do escoamento superficial concentrado em toda a bacia de captação para evitar novos processos erosivos lineares. O controle pode ser feito por medidas vegetativas e mecânicas de caráter preventivo. A contenção mecânica mais comum são os sistemas de terraços que propicia a redução da velocidade e divergência do escoamento das águas pluviais, diminuindo o aporte de água na cabeceira da voçoroca, disciplinando e conduzindo o escoamento até o leito estável de drenagem. Os terraços constituem um canal e um camalhão ou dique levantado com terra removido do canal. O terraceamento corresponde ao conjunto de terraços em determinada vertente, cujo espaçamento e característica da estrutura variam com a declividade do terreno, tipo de solo e pluviosidade.

IV – Introduzir vegetação com espécies nativas da região no interior das voçorocas através de consulta à especialistas.

O processo de erosão numa propriedade pode ser desencadeado pela drenagem das águas pluviais da própria propriedade, de propriedades vizinhas, de estradas rurais, da malha urbana e outros fatores. Assim, na implantação de medidas preventivas e/ou corretivas devem ser considerados todos os agentes envolvidos, cujos trabalhos devem ser executados de forma conjunta, desprezando divisas e iniciado pelo divisor de águas (ZOCCAL, 2007).

5. MONITORAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS

O monitoramento dos processos erosivos no território municipal pode ser feito por métodos quantitativos e/ou qualitativos aplicados de forma direta ou indireta, conforme aponta as metodologias a seguir.

Dentre os métodos quantitativo destaca-se a Equação Universal de Perdas de Solo Modificada ajustada ao cenário brasileiro por Lombardi Neto et al. (1994). Configura um modelo matemático que exige poucas variáveis de entrada e pode ser implementado em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com relativa facilidade. A perda de solo estimada antes e depois das intervenções em processos erosivos, fornecerá informações sobre a perda de solo e da manutenção da camada fértil em anos posteriores. A partir dessas informações é possível estimar a perda de insumos ou ganhos por hectare/ano. É uma ferramenta fundamental para avaliar as medidas de intervenção aplicadas em campo e demonstrar para os atores envolvidos os benefícios das práticas de conservação do solo (CORRÊA et al., 2017).

Outro método quantitativo é o monitoramento do transporte de sedimentos pelos corpos hídricos de superfície. Essa abordagem permite quantificar os processos erosivos distribuídos nas bacias situadas à montante da seção de monitoramento, estimando a perda de solos em $t\text{ ano}^{-1}$, $t\text{ Km}^{-2}\text{ ano}^{-1}$ e $mm\text{ ano}^{-1}$ através do monitoramento de variáveis básicas como vazão e concentração de sólidos suspensos (MELLO, 2020). No entanto para obter resultados consistentes é necessário manter o monitoramento por longo prazo possibilitando a produção de uma série histórica de perda de sedimentos nas bacias hidrográficas monitoradas. Quando aplicado à montante de represas de captação é possível gerar informações sobre a chegada de sedimento no reservatório e estimar a vida útil deles. A seleção, implantação e operação dos pontos de monitoramento fluviossedimentométrico deverá seguir orientações técnicas do Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo – DAEE.

O monitoramento remoto realizado por drone é uma forma eficiente de percorrer áreas de difícil acesso, complementando os dados coletados em campanhas de campo. Essa prática pode ser utilizada tanto para identificar processos erosivos já instalados no território, como o monitoramento das medidas de preventivas e corretivas implantadas para conter o processo erosivo.

Algumas medidas não estruturantes, propostas pelo IPT (2012), podem ser utilizadas como forma de monitoramento qualitativo. Trata-se do acompanhamento da evolução dos processos erosões a partir das seguintes medidas:

- Vistorias periódicas e sistemáticas devem ser executadas nas áreas de risco por técnicos especializados para observação de possíveis evoluções dos processos erosivos, para registro de novos processos e tomada de ações junto à população quando novas situações de risco foram observadas;

- As equipes responsáveis pelo monitoramento de cada área devem ser compostas, de preferência, sempre pelos mesmos profissionais, para que estes adquiram maior conhecimento sobre a área e possam ter condições para avaliar o grau de evolução dos processos;

- Orientação aos moradores visando inibir intervenções que possam produzir novas situações de risco, tais como, construção de novas moradias em locais inadequados, lançamento de lixo, entulho ou água servida no interior da erosão;

- Sinalizar e isolar o entorno do processo erosivo de modo a garantir que animais e pessoas, principalmente crianças, não circulem junto à crista dos taludes e no interior das erosões;

- Disponibilização de um plantão de atendimento público e outros canais permanentes de comunicação com os moradores das áreas de risco, para apresentação de demandas de manutenção, solicitação de vistorias e informação sobre “problemas que podem causar risco”; e

- Instituir núcleos comunitários, constituídos por moradores das áreas de risco, voluntários e lideranças populares, informados e capacitados, de modo que possam envolver a população nas ações de prevenção, monitoramento e fiscalização das áreas de risco.

6. DIRETRIZES GERAIS DO PLANO DE CONTROLE DE EROSÃO

- a) Viabilizar e promover o reconhecimento de processos erosivos ativos no território municipal, assim como, áreas susceptíveis a tais processos;
- b) Criar e gerenciar um canal unificado para o Cadastro de Erosão Municipal instalados em área urbana e rural e elaborar relatórios técnicos sobre as áreas cadastradas;

- c) Promover e incentivar a aplicação de medidas preventivas em áreas urbanas e áreas rurais baseadas nos princípios da manutenção de cobertura protetora à superfície do solo (evitar o impacto direto das gotas de chuva), facilitação da infiltração da água no solo e disciplinamento o escoamento superficial;
- d) Promover e fomentar medidas corretivas em processos erosivos lineares instalado em áreas urbanas e áreas rurais, priorizando àquelas que causem risco e/ou dano à sociedade civil e ao meio ambiente;
- e) Monitoramento dos processos erosivos do território municipal através de métodos quantitativos e qualitativos;
- f) Promover relatório anual para divulgação dos trabalhos desenvolvidos no controle de processos erosivos em território municipal.
- g) Definir bacias prioritárias em escala local e propor programas e grupos de trabalho para promover a prevenção e controle de erosão.

7. DIRETRIZES ESPECÍFICAS DO PLANO DE CONTROLE DE EROSÃO

7.1 Diagnóstico e construção do mapa de susceptibilidade à erosão

- O mapeamento deve ser executado seguindo o roteiro metodológico definido por Bitar, 2014, intitulado *“Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação – 1:25.000: Nota técnica explicativa”* elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT e o Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Como produtos do mapeamento geotécnico será esperado uma carta susceptibilidade a movimento de massa e inundação em escala de 1:25.000 do território municipal, um banco de dados georreferenciado utilizado e orientações do uso da carta. O Departamento de Gestão Territorial da CPRM é responsável por realizar esse mapeamento em todo o território nacional.

- O município conta com mapas temáticos e descrição do contexto pedológico, geomorfológico e geológico do território (anexo III), assim como, mapeamento de áreas de risco de inundação em escala de detalhe – 1:2.000 (IPT, 2018).

- Realizar diagnóstico das estradas rurais utilizando mapas topográficos de detalhe, identificando os trechos onde há erosão no leito da estrada, onde o escoamento é proveniente das estradas para as propriedades e vice-versa e propor medidas de controle de erosão de caráter preventivo e corretivo

7.2 Cadastro e monitoramento dos processos erosivos

- Criar um banco de dados de cadastramento e gerenciamento dos processos erosivos instalados no território municipal englobando informações técnicas, medidas e providências implementadas.
- A identificação dos processos erosivos poderá ser feita através de um canal de comunicação direto com a população ou através de programa de cadastramento realizado por técnicos municipais para o levantamento de processos erosivos por bacia hidrográfica através de campanha de campo, análise de imagens de satélites, fotografias aéreas, equipamentos de sensoriamento remoto e parcerias entre instituições públicas, privadas e organizações da sociedade civil.
- Criar programas permanentes de monitoramento quantitativo e qualitativo dos processos erosivos em território municipal.
- Realizar capacitação dos técnicos/fiscais ambientais para realizar o diagnóstico, relatório técnico e monitoramento de processos erosivos instalados no território municipal através de parcerias com instituições públicas de renomado conhecimento técnico, tais como universidades, DAEE e IPT.

7.3 Medidas preventivas: programas e ações de controle de erosão

a) Programa municipal de controle de erosão

- O programa deverá promover o reconhecimento do território municipal abordando as potencialidades, fragilidades e vocação do terreno abrangendo todas as bacias hidrográficas municipais;
- Mapeamento dos processos erosivos instalados no território municipal e definir as bacias prioritárias;
- Estabelecer metas de implantação e manutenção de práticas conservacionistas do solo por bacia hidrográfica;

- Estabelecer frente de trabalho formado por representantes da sociedade civil, servidores municipais e estaduais, voltados para o reconhecimento de processos erosivos, implementações de medidas preventivas no território municipal;
- Ações de capacitação de produtores rurais e educação ambiental voltada para a adoção de práticas conservacionistas do solo, reconhecimento das áreas de risco e processos geodinâmicos frequentes no município;
- Viabilizar e fomentar parcerias com universidades e instituições públicas e privadas visando a implantação de tecnologias e práticas voltadas ao controle de erosão e conservação do solo;
- Divulgar cronograma anual de ações voltadas ao controle de processos erosivos por bacia hidrográfica;
- Implementar ferramenta de pagamento por serviços ambientais àquelas propriedades que aderirem aos programas municipais de controle de erosão e de restauração florestal.

b) Programa municipal de restauração de Áreas de Preservação Permanente (APP's) hídricas

- Elaborar programa de restauração florestal das bacias hidrográficas do município acompanhada de cronograma de execução, considerando as bacias prioritárias de acordo com Plano Diretor de restauração Florestal de APPs hídricas da UGRHI Tietê-Jacaré e UGRHI Mogi-Guaçu, os mananciais do município e áreas de maior susceptibilidade a processos erosivos;
- Realizar ações de intervenção em trechos de APPs hídrica através de reflorestamento arbóreo e vegetações forrageiras capazes de conter processos erosivos em estágio inicial.
- Os programas e ações de restaurações de APPs hídricas deverão ser realizadas pela instituição pública competente.

7.4 Medidas corretivas: obras e manutenção de estruturas de drenagem e controle de erosão

As obras de intervenção em processos erosivos lineares e ações voltadas à manutenção dos sistemas de drenagem urbano e rural deverão ser executadas pela instituição municipal responsável pela pasta de drenagem pluvial.

a) Manutenção de estradas e dispositivos de contenção de águas pluviais em área rural

- Divulgar cronograma anual de ações de manutenção programadas para o período seco (maio, junho, julho, agosto, setembro).
- Na manutenção das estradas rurais deve ser feita obrigatoriamente com materiais inertes da construção civil, devidamente triado por usina de reciclagem de resíduos da construção civil instalada no município de Araraquara.

b) Manutenção da micro e macrodrenagem urbana

- Divulgar cronograma anual de manutenção programadas para o período seco (maio, junho, julho, agosto, setembro);
- Os dispositivos de drenagem tais como bocas de lobos e dissipadores de energia deverão ter cadastro técnico com sistema de identificação organizado por bacia hidrográfica e ser plotado em mapa temático.
- Implementar obras de macrodrenagem proposto pelo Plano Municipal de Saneamento Básico (2014) no Capítulo 7.5.1 intitulado AMORTECIMENTO DE ONDAS DE CHEIAS a partir da implementação de reservatórios atenuadores de enchentes, conforme projetos disponíveis no anexo do referido plano.
- Considerar as diretrizes e ações estratégicas do Sistema Municipal de Drenagem Urbana conforme os artigos 77º e 78º da Lei Municipal Complementar 850/2014 (Plano Diretor Municipal).
- Divulgar cronograma plurianual para implementação de obras e serviços referente à micro e macrodrenagem através da instituição pública competente.

c) *Intervenção em processos erosivos lineares, desbarrancamento e solapamento das margens*

- Divulgar cronograma anual de intervenções em processos erosivos cadastrados no sistema municipal para serem executadas no período seco (maio, junho, julho, agosto, setembro) de acordo com a criticidade dos processos erosivos;
- A intervenção em processos erosivos lineares que coloque em risco à população, infraestrutura e patrimônio público e privado poderá ser realizada de forma emergencial em qualquer período do ano.

d) *Atividade de educação ambiental*

- As atividades de educação ambiental devem atender a zona urbana e rural com ações voltadas ao reconhecimento do território municipal abordando as potencialidades, fragilidades e vocação do terreno.

8. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO E RESPONSABILIDADES

Programas e ações previstas no Plano Municipal de Controle de Erosão Hídrica	2021		2022		2023		2024		2025	
	1º	2º	1º	2º	1º	2º	1º	2º	1º	2º
Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação – 1:25.000 – CPRM										
Diagnóstico das estradas rurais										
Implantação do canal de cadastro de processo erosivo. Definir o modelo de Relatório Técnico Preliminar (RTP) e Relatório Técnico de Execução (RTE). Adequação das instituições municipais aos tramites administrativo dos documentos.										
Definir bacias hidrográficas prioritárias e instituir programa de cadastramento de erosão realizado pelo										
Programa municipal de intervenção e controle de erosão hídrica: medidas corretivas e medidas preventivas por bacia hidrográfica										
Instituir programas permanentes de monitoramento de processos erosivos										
Programa municipal de restauração de Áreas de Preservação Permanente (APP's) hídricas										
Manutenção de estradas e dispositivos de contenção de águas pluviais em área rural										
Manutenção da macro e microdrenagem urbana										
Intervenção em processos erosivos lineares e desbarrancamento e solapamento das margens										
Atividades de Educação Ambiental										

9. BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA FILHO, G. S. (2014). Processos erosivos na região Sudeste. In: LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; ARAÚJO, A. S. F. (Org) Agricultura conservacionista no Brasil (Parte 02, Capítulo 04) Brasília, DF, EMBRAPA.
- BITAR, O. Y. (2014). Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000. São Paulo, SP. IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo. Brasília, DF. CPRM – Serviço Geológico do Brasil.
- BRASIL – Lei Federal nº 12.608c de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres.
- CORRÊA, E.A. et al. Aplicação da equação universal de perda de solo modificada (MEUPS) na avaliação da erosão hídrica do solo em uma microbacia hidrográfica com solos predominantemente argilosos. Anais do I Congresso Nacional de Geografia Física, 2017.
- FILIZOLA, H. F.; ALMEIDA FILHO, G. S.; CANIL, K.; SOUZA, M. D.; GOMES, M. A. F. (2011) Controle de processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas) em áreas de solos arenosos. Circular técnica 22, EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Jaguariúna, SP, 7 p.
- IG – Instituto Geológico do Estado de São Paulo (2008). Mapeamento de áreas de riscos associados à inundação – Relatório Técnico Município de Araraquara – Termo de Cooperação Técnica IG – CEDEC, São Paulo, SP.
- IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo. (2012) – Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo - RELATÓRIO TÉCNICO 131.057 – 205 – Volume I, II, 434 p e Anexo B1, 189 p.
- IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo. (2018) – Mapeamentos de áreas altos e muito altos riscam a deslizamentos e inundação no município de Araraquara, SP - RELATÓRIO TÉCNICO 152.911 – 205 - 104 p.
- IWASA, O. Y. & FENDRICH, R. (1998). Controle de Erosão Urbana. In OLIVEIRA, A. M. S. & BRITO, S. N. A (ORG). Geologia de Engenharia (Cap.16), São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.
- LOMBARDI NETO, F; PINTO, S.A.F.; DONZELI, P.L.; VALÉRIO FILHO, M.; VALERIANO, M. M. Análise comparativa da aplicação dos modelos MUSLE e USLE, com o suporte de técnicas de geoprocessamento. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA, 10, 1994, Florianópolis. Anais...Campinas: SBCS, 1994. p. 127.
- MACEDO, D. R.; LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. BARROS, L. F. P. (2020) – Noções de hidráulica e hidrometria fluvial. In MAGALHÃES JUNIOR & BARROS, L. F. P. (ORG)

Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais (Cap.3), Rio de Janeiro (1ª Edição), Bertrand Brasil. p. 417.

MELLO, R. C. A (2020). Balanço de denudação no Planalto Alcalino de Poços de Caldas (MG). Tese de Doutorado – IGCE/UNESP – Rio Claro.

MIGUEZ, M. G.; GREGÓRIO, L. T.; VERÓL, A. P. (2018) Gestão de risco e desastres hidrológico – 1ª Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier. p. 340.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA – Lei Ordinária nº 8.335, de 03 de novembro de 2014, que institui a Política Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA – Lei Complementar nº 850 de 11 de fevereiro de 2014, que estabelece de Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental – PDPUA, revoga a Lei Complementar nº 350/05 e alterações e institui e institui o Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara – PDDPA conforme estabelece o paragrafo 3º do artigo 40 do Estatuto da Cidade

SANTORO, J. (2015). Erosão continental. In TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (ORG). Desastres Naturais: Conhecer para prevenir (3ªEd, Cap.04), Instituto Geológico, São Paulo;

SAYERS, P.; LI, Y.; GALLOWAY, G.; PENNING-ROUSELL, E.; SHEN, F.; WEN, K.; CHEN, Y.; LE QUESNE, T. (2013). Flood risk management: A strategic approach. Paris: UNESCO

ZOCCAL, J. C. (2007). Soluções cadernos de estudos em conservação do solo e água. Presidente Prudente - SP: CODASP.

10. ANEXO I: MODELO DE FICHA DE CADASTRO DE EROÇÃO E RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR – RTP

	FICHA DE CADASTRO DE EROÇÃO & RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR - RTP	Nº DE CADASTRO	
		DATA DE VISTORIA	

1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA EROÇÃO

NOME:		INSCRIÇÃO CADASTRAL MUNICIPAL:
PROPRIETÁRIO/SOLICITANTE:	CONTATO:	DOCUMENTO DE ORIGEM:
LOGRADOURO:		Nº:
ACESSO:		
BAIRRO:	CEP:	MUNICÍPIO:

2. DADOS DO MEIO FÍSICO

BACIA HIDROGRÁFICA:	GEOMORFOLOGIA:
GEOLOGIA:	PEDOLOGIA:

3. DADOS GEOMÉTRICOS DA BACIA	4. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%;">Comprimento (m)</th> <th style="width: 25%;">Profundidade média (m)</th> <th style="width: 25%;">Largura média (m)</th> <th style="width: 25%;">Volume (1000 m³)</th> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Comprimento (m)	Profundidade média (m)	Largura média (m)	Volume (1000 m³)					<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 33%;">Área de Contribuição (km²)</th> <th style="width: 33%;">Comprimento de rampa (m)</th> <th style="width: 34%;">Declividade (%)</th> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="height: 30px;"></td> <td>Vertente:</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Cabeceira:</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>	Área de Contribuição (km²)	Comprimento de rampa (m)	Declividade (%)		Vertente:	-	Cabeceira:	-
Comprimento (m)	Profundidade média (m)	Largura média (m)	Volume (1000 m³)														
Área de Contribuição (km²)	Comprimento de rampa (m)	Declividade (%)															
	Vertente:	-															
	Cabeceira:	-															

5. INTERAÇÃO DA EROÇÃO COM A ÁREA URBANA E/OU RURAL

6. IDENTIFICAÇÃO DA FICHA

REFERÊNCIAS:	COORDENADA GEOGRÁFICA:	NÍVEL DE RISCO
	X:	
	y:	
EQUIPE TÉCNICA:	FOLHA TOPOGRÁFICA:	ANEXOS:

7. DINÂMICA – FENOMENOLOGIA

8. MEDIDAS DE CONTROLE – PREVENTIVAS E CORRETIVAS

9. PREVISÕES DE EVOLUÇÃO E NÍVEL DE CRITICIDADE

10. CROQUI DO PROCESSO EROSIVO

11. ANEXO II: MODELO DE ANÁLISE DO NÍVEL DE RISCO DE PROCESSOS EROSIVOS INSTALADOS EM TERRITÓRIO MUNICIPAL

	ANÁLISE DO NÍVEL DE RISCO DE PROCESSOS EROSIVOS INSTALADOS EM TERRITÓRIO MUNICIPAL	
PROCESSO:	XXXXX/2021	DAAE-Araraquara / GFLA-SMMAS

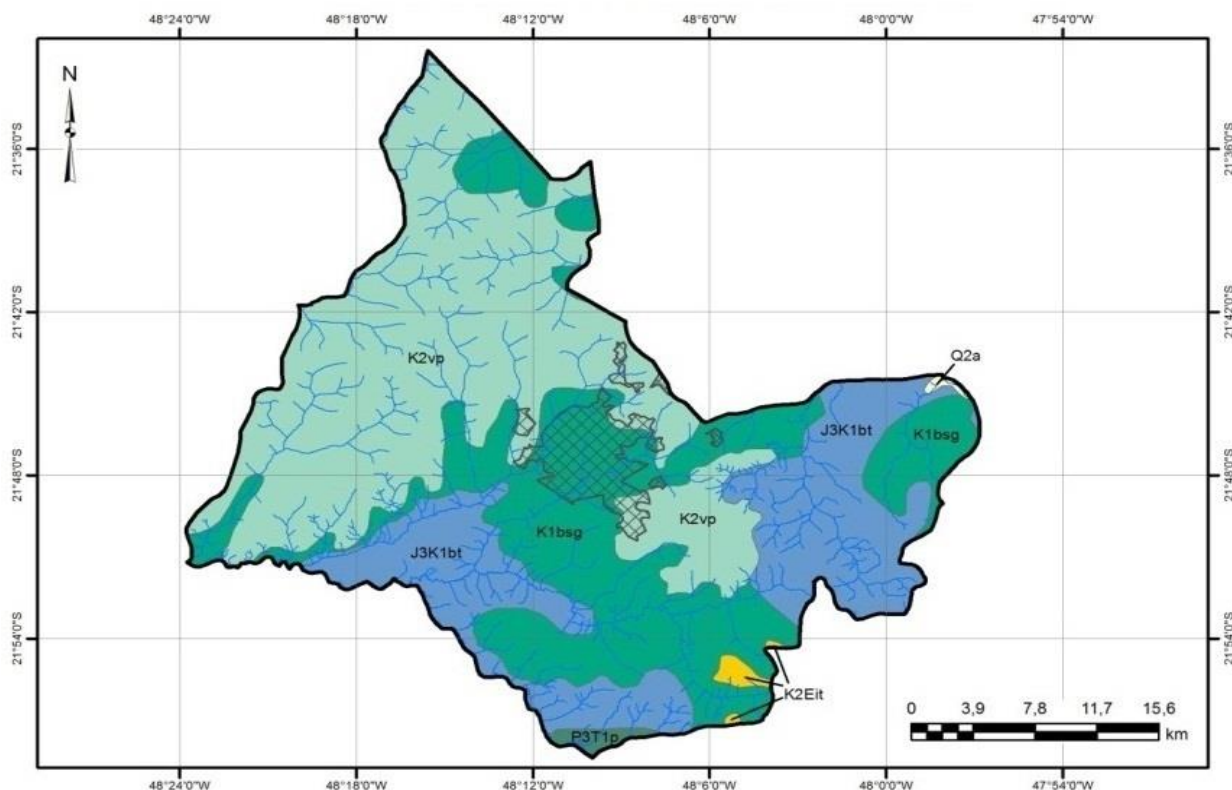
RESPONSÁVEL PELA ANÁLISE:

PROCESSO E RISCO		DANOS	EFEITO			ANÁLISE DE NÍVEL DE RISCO		
			BAIXO	MÉDIA	ALTA	PROBABILIDADE DE EVOLUÇÃO DO PROCESSO EROSIVO	IMPACTO	NÍVEL DE RISCO
PROCESSO EROSIVO URBANO E RURAL	CARACTERÍSTICA DO PROCESSO EROSIVO	SULCO / RAVINA / VOÇOROCA / DESBARRANCAMENTO						
		SUCEPT. DO TERRENO (geologia/geomorfologia/pedologia)						
		COBERTURA VEGETAL						
		DECLIVIDADE						
		OBJETO DE ANÁLISE	RISCO DE DANO	DANIFICADAS E DESTRUÍDAS	Nº	PROBABILIDADE DE CAUSAR DANOS	IMPACTO	NÍVEL DE RISCO
	RISCO DE DANOS MATERIAIS	COMUNITÁRIO						
		EDIFICAÇÃO						
		PÚBLICO						
		PARTICULAR						
	RISCO DE DANOS HUMANOS	FERIDA						
		ÓBITO						
		ENFERMO						
		DESABRIGADA						
		DESALOJADA						
	RISCO À SERVIÇOS ESSENCIAIS	ABASTECIMENTO DE ÁGUA						
		ABASTECIMENTO DE ENERGIA						
		SIST. DE TRANSPORTE						
		SISTEMA DE COMUNICAÇÃO						
	RISCO AO SERVIÇO ECOSSISTÊMICO	REDE DE COLETA DE ESGOTO						
		APP						
		RESERVA LEGAL						
		CONSERVAÇÃO DO SOLO						
		PRODUÇÃO AGRÍCOLA						
		PRODUÇÃO DE ÁGUA (MANANCIAL ABAST. PÚBLICO)						

PROBABILIDADE (P)	MUITO ALTA	5	5	10	15	20	25
	ALTA	4	4	8	12	16	20
	MÉDIA	3	3	6	9	12	15
	BAIXA	2	2	4	6	8	10
	MUITO BAIXA	1	1	2	3	4	5
NÍVEL DE RISCO (NR) $NR = P \times I$			1	2	3	4	5
			MUITO BAIXO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
			IMPACTO (I)				

NÍVEL DO RISCO	CLASSIFICAÇÃO	AÇÕES NECESSÁRIAS?
$NR \leq 5$	ACEITÁVEL	NÃO (INDEPENDENTE DO EFEITO, SITUAÇÃO ACEITÁVEL)
$6 \leq NR \leq 12$	MODERADO	SIM (PROMOVER ENCAMINHAMENTOS PARA AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS)
$15 \leq NR \leq 25$	CRÍTICO	

12. ANEXO III: MAPAS TEMÁTICOS DE CONTEXTO GEOLÓGICO, GEOMORFOLOGICO E PEDOLÓGICO DE ARARAQUARA



Convenções Cartográficas

- Rio, Ribeirão, Córrego, Cursos d'água
- Represa
- Perímetro Urbano
- Limite Municipal

LEGENDA

- Q2a** Depósitos Aluvionares (Q2a): areia, areia quartzosa, casca-lheira, silte, argila e, localmente, turfa
- K2Eit** Formação Itaqueri (K2Eit): arenito siltico muito fino a grosso, eventualmente silicificado, matriz argilosa; folhelho e conglomerado com clastos de basalto, quartzo, calcedônia, granito, quartzito, argilito, filito, pegmatito, silexito e folhelho. Ambiente flúvio-continental.

PROVÍNCIA PARANÁ

BACIA BAURU

GRUPO BAURU

- K2vp** Formação Vale do Rio Peixe (K2vp): arenito muito fino a fino marrom, rosa e alaranjado, seleção boa; camadas tabulares de siltito maciço, cor creme a marrom, e lentes de arenito conglo-merático com intraclastos argilosos ou carbonáticos; ambiente continental desértico, eólico.

BACIA SERRA GERAL

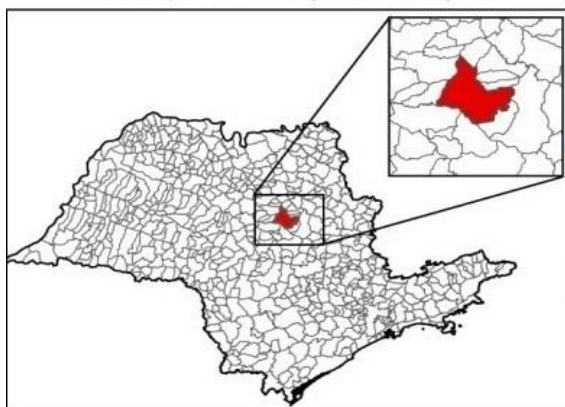
GRUPO SÃO BENTO

- K1bsg** Formação Serra Geral (K1bsg): basalto e andesito basáltico tholeítico; riolito e riolito; intercala camadas de arenito, litarenito e arenito vulcânico.
- J3K1bt** Formação Botucatu (J3K1bt): arenito fino a grosso de cor vermelha, grãos bem arredondados e com alta esfericidade, disposto em sets e/ou cosets de estratificações cruzadas de grande porte; ambiente continental desértico: depósitos de dunas eólicas

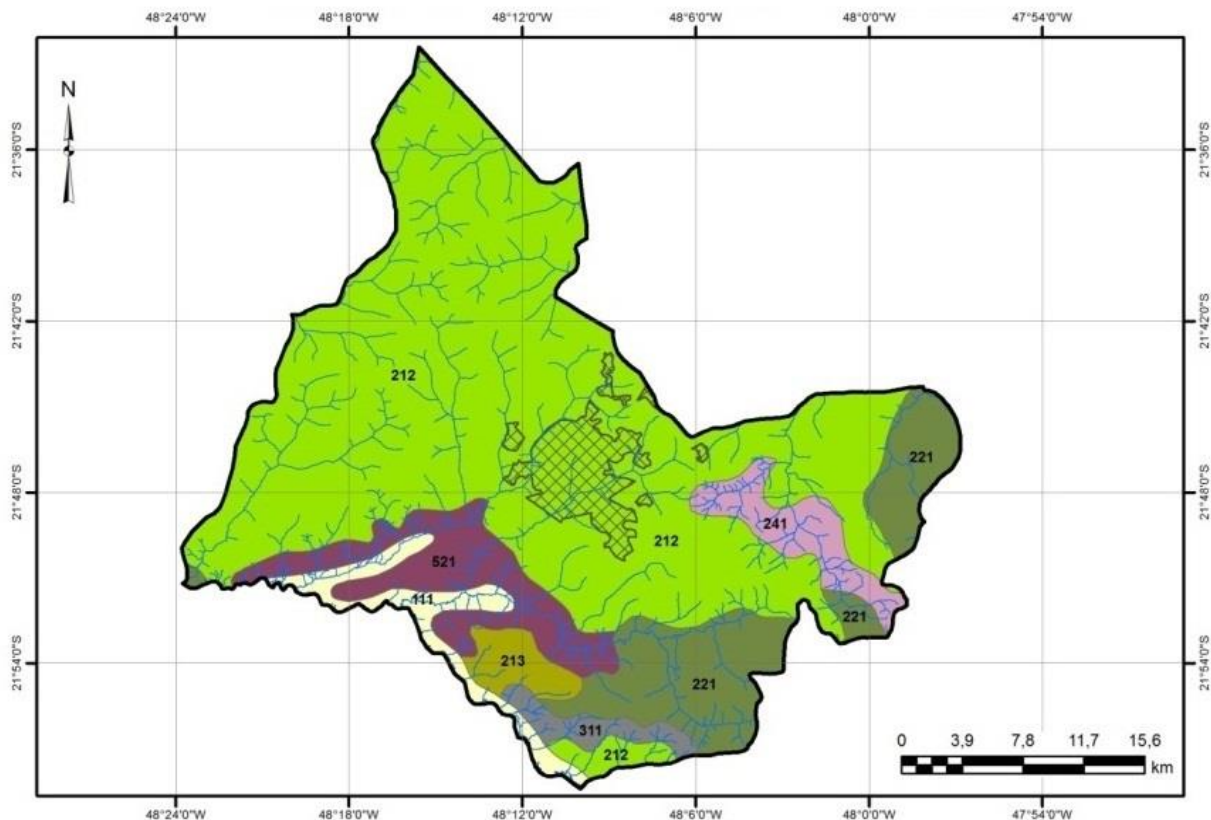
BACIA DO PARANÁ

- P3T1p** Formação Pirambóia (P3T1p): arenito médio e fino com cores esbranquiçadas, avermelhadas e alaranjadas, geometria lenticular bem desenvolvida; ambiente continental, eólico

Localização do Município de Araraquara



FONTE: IPT, 2018



Legenda

1. RELEVOS DE AGRADAÇÃO

1.1 CONTINENTAIS

- 111** 111 - PLANÍCIES ALUVIAIS: Terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.

2. RELEVOS DE DEGRADAÇÃO, EM PLANALTOS DISSECADOS

2.1. RELEVO COLINOSO

(Predominam baixas declividades - até 15% - e amplitudes locais inferiores a 100 metros)

- 212** 212 - COLINAS AMPLAS: Predominam interflúvios com área superior a 4km², topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexas. Drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

- 213** 213 - COLINAS MÉDIAS: Predominam interflúvios com áreas de 1a 4 km², topos aplainados, vertentes com perfis convexas a retilíneos. Drenagem de média a baixa densidade, padrão sub-retangular, vales abertos a fechados, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

2.2. RELEVO DE MORROS COM ENCOSTAS SUAVISADAS

(Predominam baixas declividades - até 15% e amplitudes locais de 100 a 300 metros)

- 221** 221 - MORROS AMPLOS - Constituem interflúvios arredondados com área superior a 15 km², topos arredondados a achatados, vertentes com perfis retilíneos a convexas. Drenagem de baixa densidade, padrão dendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas. Em vários locais há presença de boçorocas.

2.4. RELEVO DE MORROS

(Predominam declividades médias a altas - acima de 15% e amplitudes locais de 100 a 300 metros)

- 241** 241 - MORROS ARREDONDADOS - Topos arredondados e localmente achatados, vertentes com perfis convexas e retilíneos, localmente ravinados. Exposições locais de rocha. Presença de espigões curtos locais. Drenagem de média densidade, padrão dendrítico e subdendrítico, vales fechados.

3. RELEVOS RESIDUAIS SUPOSTADOS POR LITOLOGIAS PARTICULARES

3.1. SUSTENTADOS POR MACIÇOS BÁSICOS

- 311** 311 - MESAS BASÁLTICAS - morros testemunhos isolados (peões e baús), topos aplainados a arredondados, vertentes com perfis retilíneos, muitas vezes com trechos escarpados e exposições de rocha. Drenagem de média densidade, padrão pinulado a subparalelo, vales fechados.

5. RELEVOS DE TRANSIÇÃO

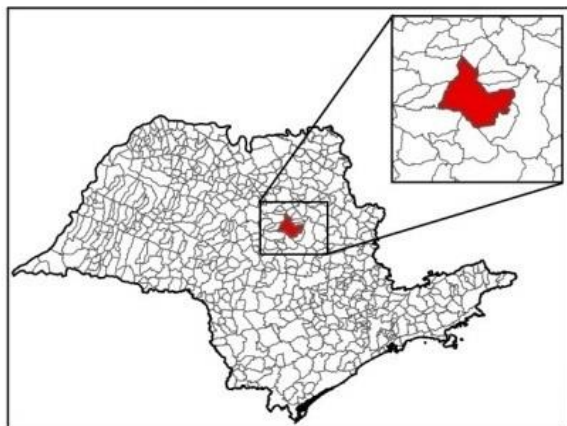
5.2. ESCARPAS (Predominam declividades altas- acima de 30% e amplitudes maiores que 100 metros)

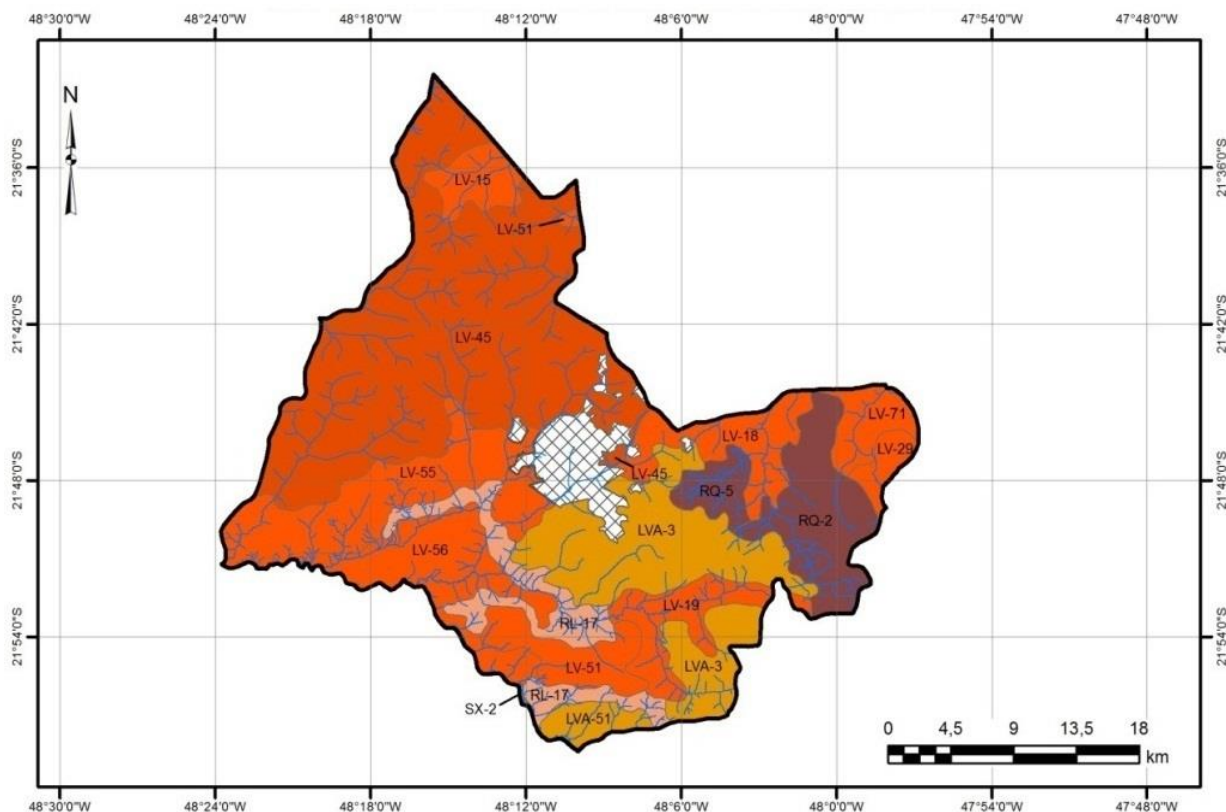
- 521** 521 - ESCARPAS FESTONADAS - desfeitas em anfiteatros separados por espigões, topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos. Drenagem de alta densidade. Padrão subparalelo a dendrítico, vales fechados.

Convenções Cartográficas

-  Rio, Ribeirão, Córrego, Cursos d'água
-  Represa
-  Perímetro Urbano
-  Limite Municipal

Localização do Município de Araraquara





Legenda

Latossolos Vermelhos (LV)

- LV-15** Latossolos Vermelhos Distróficos com horizonte A moderado e proeminente, textura argilosa, relevo suave ondulado e plano.
- LV-18** LV-18 Latossolos Vermelhos Distróficos com textura argilosa e Distróficos com textura média, ambos com horizonte A moderado, relevo suave ondulado e plano.
- LV-19** LV-19 Latossolos Vermelhos Distróficos, de textura argilosa e Distróficos de textura média, ambos com horizonte A moderado, presentes em relevo suave ondulado e ondulado.
- LV-29** LV-29 Latossolos Vermelhos Distróficos e Eutróficos com textura argilosa + LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos todos com horizonte A moderado em relevo suave ondulado + NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos de relevo ondulado + NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos de horizonte A moderado e chernozêmico em relevo forte ondulado.
- LV-45** LV-45 Latossolos Vermelhos Distróficos de horizonte A moderado com textura média, em relevo plano e suave ondulado.
- LV-51** LV-51 Latossolos Vermelhos Distróficos + LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos de textura argilosa, ambos com horizonte A moderado e proeminente em relevo suave ondulado e plano.
- LV-55** LV-55 Latossolos Vermelhos Distróficos textura média e argilosa relevo suave ondulado + Latossolos Vermelhos Eutróficos e Distróficos textura argilosa relevo suave ondulado e ondulado ambos com horizonte A moderado.
- LV-56** LV-56 Latossolos Vermelhos Distróficos + Latossolos Vermelhos-Amarelos Distróficos ambos de horizonte A moderado, com textura média, em relevo plano e suave ondulado.
- LV-71** LV-71 Latossolos Vermelhos Distróficos de textura média + LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos de textura argilosa, ambos com horizonte A moderado em relevo suave ondulado + GLEISSOLOS HÁPLICOS e MELÂNICOS, ambos em relevo de várzea.

Latossolos Vermelho-Amarelos

- LVA-3** LVA-3 Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos de horizonte A moderado com textura média e argilosa em relevo suave ondulado.
- LVA-51** LVA-51 Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos + LATOSSOLOS VERMELHOS distróficos ambos com textura média + NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS órticos distróficos, todos com horizonte A moderado em relevo suave ondulado.

Neossolos Litólicos

- RL-17** RL-17 Neossolos Litólicos Eutróficos e Distróficos de textura indiscriminada + ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos abruptos de textura média /argilosa, ambos com horizonte A moderado em relevo ondulado.

Neossolos Quartzarênicos

- RQ-2** RQ-2 Neossolos Quartzarênicos Órticos + LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS de textura média, ambos distróficos de horizonte A moderado em relevo e suave ondulado.
- RQ-5** RQ-5 Neossolos Quartzarênicos Órticos + Latossolos Vermelho-Amarelos de textura média, ambos Distróficos com horizonte A moderado presentes em relevo suave ondulado e plano + GLEISSOLOS HÁPLICOS e MELÂNICOS ambos em relevo de várzea.

Pianossolos Háplicos

- SX-2** SX-2 Pianossolos Háplicos Distróficos com horizonte A moderado e proeminente com textura arenosa/média e arenosa/argilosa + ORGANOSSOLOS HÁPLICOS distróficos de textura argilosa, todos em relevo de várzea.

Convenções Cartográficas

-  Rio, Ribeirão, Córrego, Cursos d'água
-  Represa
-  Perímetro Urbano
-  Limite Municipal

Localização do Município de Araraquara

