



# **PAVIMENTAÇÃO DE ESTRADAS VICINAIS**

**MEMORIAL DESCRITIVO - PROJETO BÁSICO**

CUPARAQUE

Cuparaque – MG

JANEIRO/2026



## Sumário

I – APRESENTAÇÃO .....	3
II – OBJETIVO GERAL .....	4
III – OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
IV – DIAGNÓSTICO MUNICÍPIO .....	5
Localização .....	5
Vegetação .....	6
Clima e Pluviometria .....	8
Hidrografia .....	9
Solos .....	10
Geodiversidade .....	12
Do relevo .....	12
Do Mapa Rodoviário de Cuparaque .....	14
V – DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA ENFRENTADO .....	14
VI – PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA .....	15
Localização dos trechos .....	15
Justificativa da solução adotada para o projeto .....	16
Parâmetro Técnicos do Projeto .....	17
Características Técnicas Iniciais .....	17
Projeto Geométrico .....	18
Projeto Terraplenagem .....	20
ESTUDO HIDROLÓGICO .....	22
Metodologia .....	22
Característica da Região .....	22
Intensidade Pluviométricas .....	22
Projeto de Drenagem – Dimensionamento Hidráulico .....	24
OCORRÊNCIA DE MATERIAIS .....	28



## I – APRESENTAÇÃO

As estradas vicinais são eixos fundamentais para o desenvolvimento rural, garantindo o acesso de comunidades isoladas a serviços essenciais, insumos agropecuários e mercados. Este projeto propõe a pavimentação sustentável e a modernização de vias rurais em Cuparaque, integrando técnicas de engenharia e preservação ambiental. Alinhado às diretrizes do programa, o objetivo é transformar estradas precárias em infraestruturas duráveis, seguras e ambientalmente responsáveis, contribuindo para a redução de desigualdades regionais e o fortalecimento da economia local.

Atualmente, a maioria das estradas rurais do município de Cuparaque foi aberta de forma improvisada, sem revestimento ou sistemas de drenagem adequados. Essa realidade, comum em quase todas as cidades de pequeno porte, resulta em graves problemas de erosão, especialmente durante o período chuvoso. O carreamento de sedimentos para rios e córregos não só degrada os recursos hídricos, como eleva custos de manutenção e inviabiliza o tráfego regular, afetando diretamente produtores rurais e famílias que dependem dessas vias. A pavimentação proposta visa corrigir essas falhas, estabilizando o leito das estradas e mitigando impactos ambientais.

Para garantir eficácia, o projeto incorpora soluções técnicas preconizadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, como sistemas integrados de drenagem e controle de erosão. O escoamento superficial será direcionado por meio de sarjetas, bueiros e drenos longitudinais, evitando que a água acumulada degrade a estrutura das vias. Além disso, o abaulamento do leito e a superelevação em curvas garantirão maior segurança aos usuários, enquanto a pavimentação com materiais regionalmente adaptados aumentará a resistência às intempéries. Essas medidas técnicas serão complementadas com a recuperação de áreas degradadas nas margens, integrando práticas de revegetação para consolidar taludes e reduzir o assoreamento de corpos hídricos.

Este projeto representa um avanço estratégico para Cuparaque, alinhando infraestrutura rural resiliente à preservação ambiental. Ao integrar pavimentação, drenagem inteligente e engajamento comunitário, reforçamos o compromisso do programa com a redução de disparidades regionais e a promoção de um desenvolvimento sustentável e inclusivo.



## II – OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste projeto é ampliar e adequar a malha viária rural de Cuparaque, garantindo condições sustentáveis de trafegabilidade por meio da pavimentação com blocos pré-moldados de concreto. Busca-se modernizar as estradas vicinais da região, transformando-as em vias duráveis, seguras e adaptadas às demandas climáticas e de uso intensivo, características do meio rural.

A implantação do calçamento em blocos de concreto visa não apenas estabilizar o leito das estradas, reduzindo processos erosivos e custos de manutenção, mas também integrar a infraestrutura local às estratégias de desenvolvimento econômico e social. Ao priorizar soluções técnicas inovadoras e ambientalmente responsáveis, o projeto contribui para a conexão eficiente entre comunidades rurais, zonas produtivas e centros urbanos, fortalecendo a base logística necessária para impulsionar a economia regional e melhorar a qualidade de vida da população.

## III – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste projeto são:

1. Ampliar a malha viária rural pavimentada em Cuparaque, utilizando blocos pré-moldados de concreto, para garantir acesso contínuo e seguro às áreas produtivas, facilitando o escoamento de safras agrícolas e o transporte de insumos. Essa solução técnica minimiza interrupções causadas por intempéries, aumentando a eficiência logística das cadeias produtivas locais.
2. Melhorar a infraestrutura de apoio à produção rural, reduzindo perdas econômicas decorrentes de estradas danificadas. O calçamento em blocos de concreto oferece maior resistência ao tráfego de máquinas e veículos de carga, otimizando o escoamento da produção e reduzindo custos operacionais para agricultores e pecuaristas.
3. Facilitar o deslocamento da população rural para serviços essenciais (saúde, educação, comércio) e lazer, promovendo inclusão social e redução de desigualdades. A pavimentação em blocos pré-moldados, aliada a sistemas de drenagem integrados, assegura trafegabilidade durante todo o ano, mesmo em períodos chuvosos.



4. Reduzir impactos ambientais, controlando a erosão e o assoreamento de corpos hídricos. A estrutura modular dos blocos permite infiltração controlada de água, enquanto as técnicas de implantação preveem a recuperação de áreas degradadas e a integração de bacias de contenção de enxurradas (barraginhas), alinhando desenvolvimento infraestrutural à sustentabilidade.

## IV – DIAGNÓSTICO MUNICÍPIO

### Localização

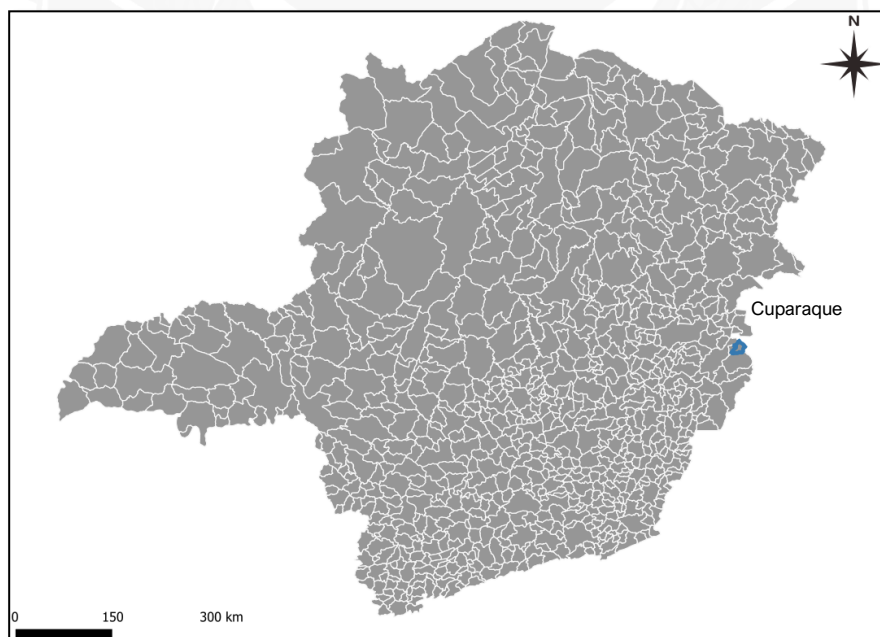
Cuparaque é um município brasileiro do estado de Minas Gerais, situado na região Sudeste do Brasil. O município integra a mesorregião do Vale do Rio Doce, uma área marcada por relevo ondulado e vegetação de Mata Atlântica.

Geograficamente, Cuparaque localiza-se aproximadamente às coordenadas 18°58'08" S de latitude e 41°05'56" O de longitude, com altitude média de 200 metros acima do nível do mar.

Limita-se com os municípios de Alto Rio Novo e Mantenópolis, ambos no estado do Espírito Santo, bem como com Goiabeira e Conselheiro Pena em Minas Gerais.

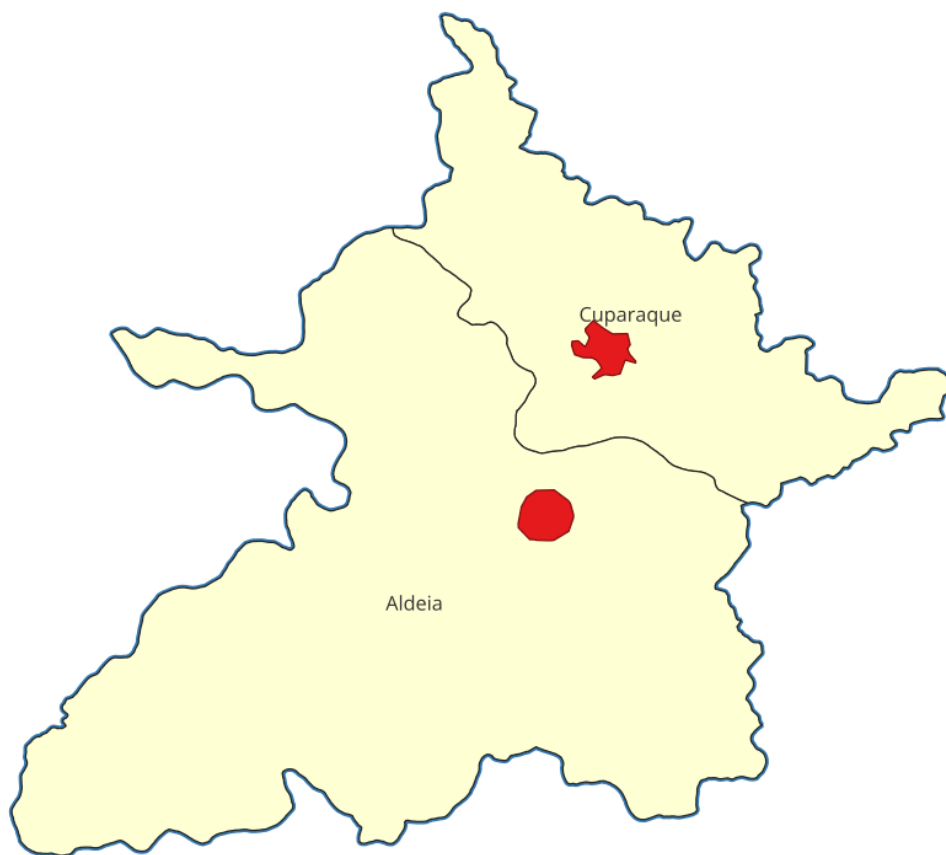
A área total de Cuparaque é de cerca de 226,750 km<sup>2</sup>, e sua população foi recenseada em 3.983 habitantes no Censo de 2022 pelo IBGE, resultando numa densidade demográfica de aproximadamente 17,6 hab./km<sup>2</sup>

Figura 01 – Mapa do Estado de Minas Gerais com destaque para o município de Cuparaque



O município possui 01 (um) distrito: Aldeia. Para efeitos censitários o município foi dividido em 02 (duas) áreas, considerando o distrito, a sede e as regiões contíguas (fig. 02).

**Figura 02 – Mapa do Município de Cuparaque com Identificação dos distritos e sede**



### **Vegetação**

O município de Cuparaque possui dois tipos de vegetação: Floresta estacional decidual submontana e Floresta estacional semidecidual montana, sendo a maior parte do município área antropizada com o predomínio das atividades agropecuárias, agrícolas, conforme fig. 03.

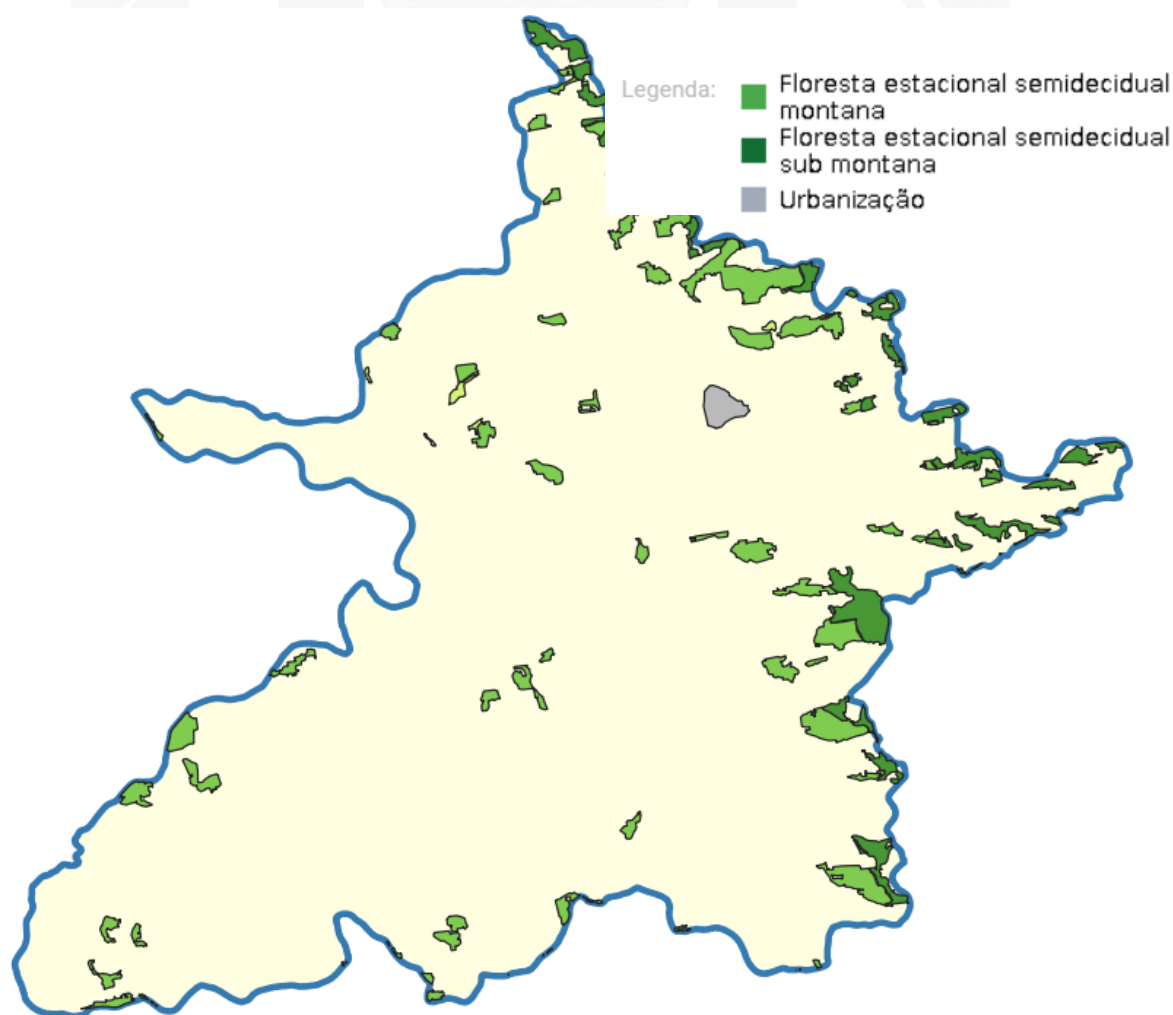
A floresta estacional semidecidual montana ocorre em altitudes mais elevadas, geralmente acima de 500 metros, enquanto a floresta estacional semidecidual submontana é encontrada em altitudes intermediárias, entre 300 e 500 metros. Esses ecossistemas são comuns em regiões de clima tropical e subtropical, particularmente no Brasil, em áreas como a Mata Atlântica e partes do Cerrado, abrangendo estados como Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo.

As florestas estacionais semidecíduais são caracterizadas por uma mistura de árvores que perdem suas folhas durante a estação seca e outras que permanecem com folhas durante todo o ano.

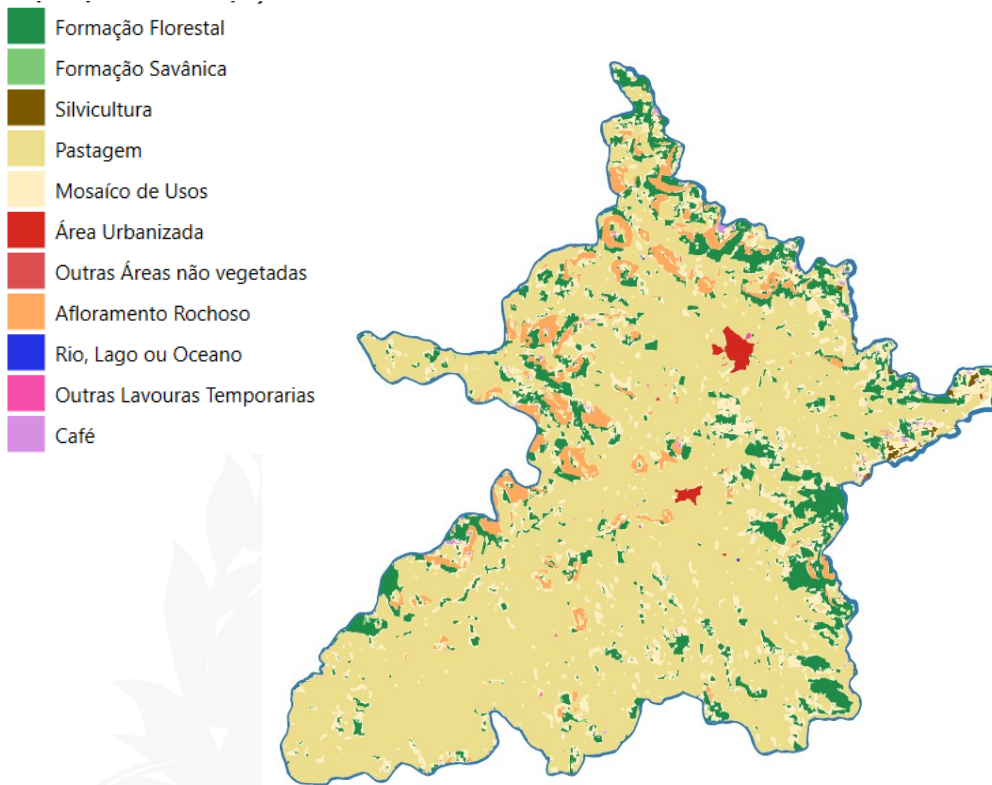
Na floresta montana, essa diversidade é acentuada por árvores de grande porte que formam um dossel fechado, proporcionando um microclima úmido e sombreado. Já na floresta submontana, a vegetação é composta por árvores de médio porte, arbustos e uma abundante presença de epífitas, como orquídeas e bromélias.

Esses ecossistemas desempenham um papel fundamental na conservação da biodiversidade. A floresta estacional semidecidual montana, por sua localização em altitudes mais elevadas, abriga espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Da mesma forma, a floresta submontana é um refúgio para diversas espécies de flora e fauna que dependem dessas áreas para sua sobrevivência. Além disso, essas florestas são cruciais para a regulação do clima local e a manutenção dos recursos hídricos, atuando na proteção dos mananciais de água.

Figura 03 – Mapa do Inventário Florestal do Município de Cuparaque (IEF)



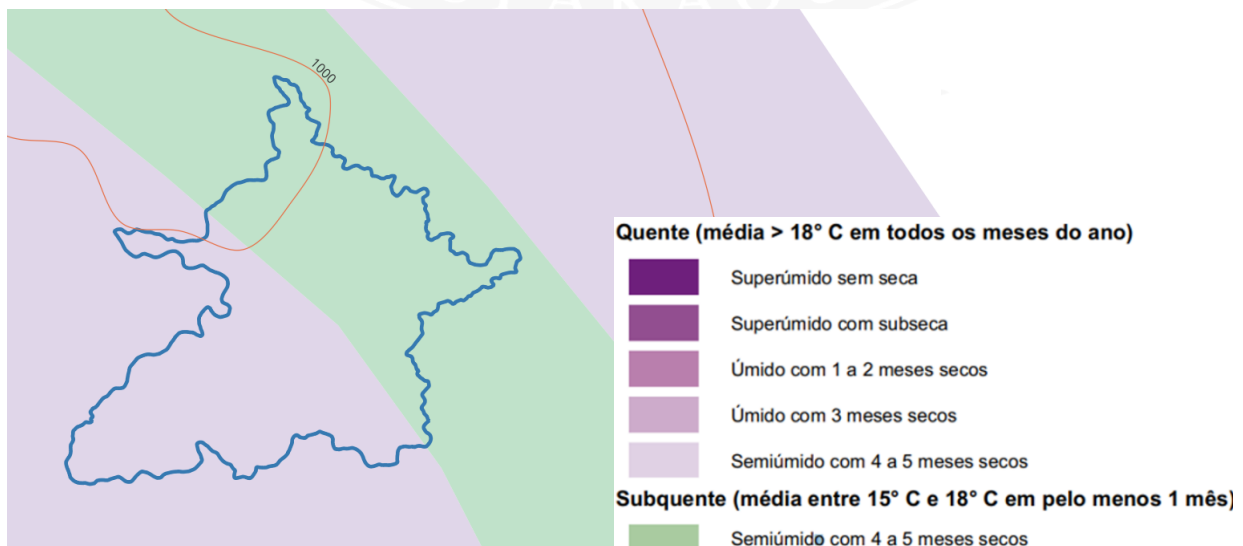
**Figura 04 – Mapa do Uso e Cobertura do Solo (Mapbiomas 2023)**



### Clima e Pluviometria

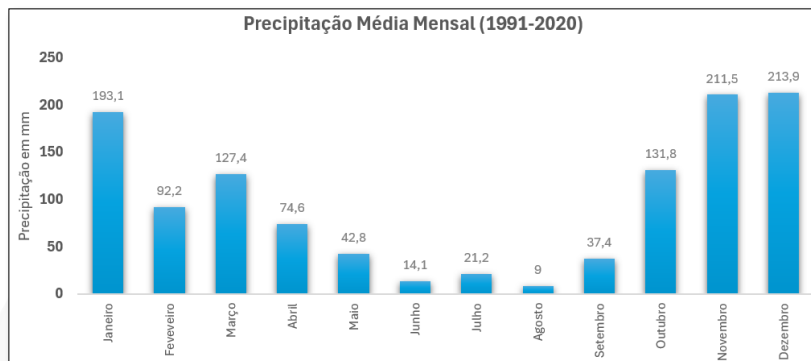
O município de Cuparaque faz parte de uma região de clima quente – semi-úmido com 4 a 5 meses secos e clima quente-úmido com 3 meses secos (fig. 04).

**Figura 04 – Mapa Climático da Região de Cuparaque (IBGE)**



A figura 5 apresenta a evolução mensal das chuvas durante o ano para o município de Cuparaque-MG conforme dados pluviométricos da Agência Nacional de Águas.

Figura 05 – Precipitação Média Mensal (INMET)

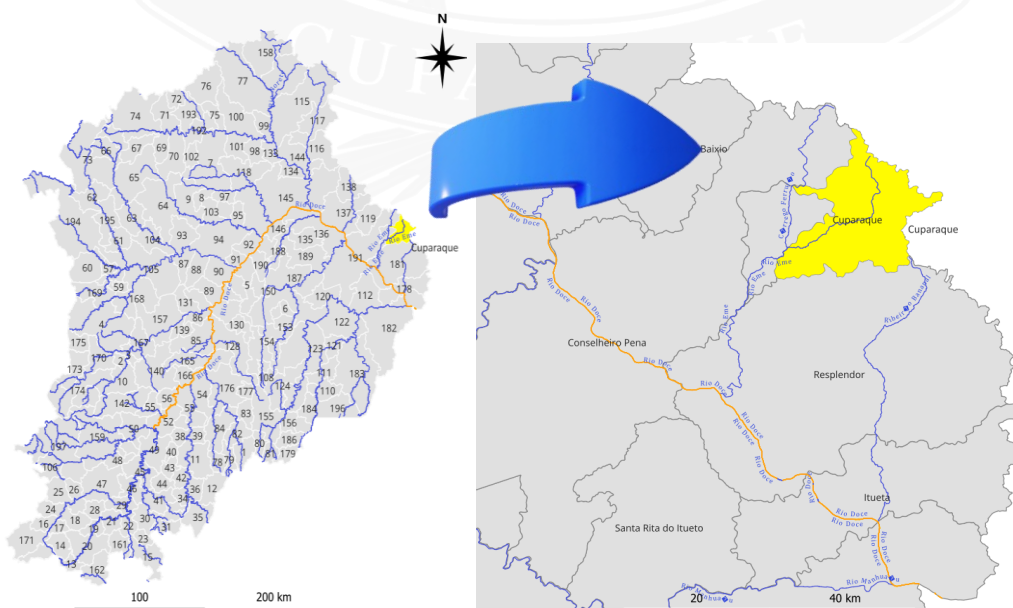


As chuvas são registradas com maior incidência entres os meses de novembro a março, chegando a uma precipitação média máxima em dezembro de 213,9 mm e mínima em agosto de 9 mm. A pluviometria média anual é de 1050 mm (figura 05). A temperatura média anual é de 23°, tendo como máxima de 32.5° e mínima de 14.8°.

## Hidrografia

Os rios de Cuparaque fazem parte da Bacia do Rio Doce. As águas dos pequenos córregos do município afluem para o Córrego Eme que desagua no Rio Doce, no município de Resplendor.

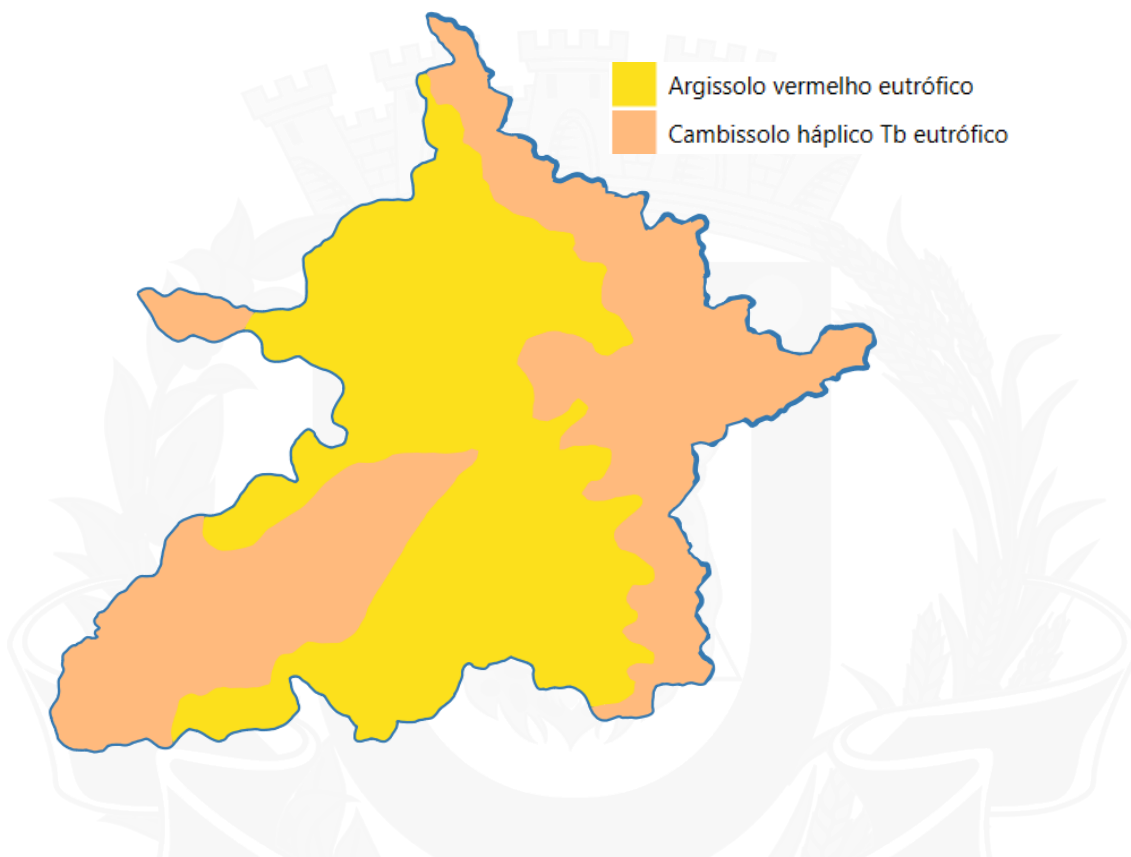
A figura 07 apresenta o mapa da bacia hidrográfica do Doce e destaca o município de Cuparaque.



## Solos

Os tipos de solos predominantes em Cuparaque são Argilossolo Vermelho Eutrófico (PVe) e Cambissolo háplico (CXBe) (fig. 08).

**Figura 08 – Tipos de Solo em Cuparaque - MG**



O Argilossolo Vermelho Eutrófico, presente em Cuparaque-MG é marcado por sua tonalidade vermelha intensa, derivada da alta concentração de óxidos de ferro, e por sua fertilidade natural elevada. Esse perfil pedológico apresenta dois horizontes principais: o horizonte A, superficial, com textura média e cor avermelhada, e o horizonte B textural (Bt), mais profundo, onde ocorre acúmulo expressivo de argila, ultrapassando 20% em relação ao horizonte superior. A transição entre esses horizontes é abrupta, característica que influencia diretamente seu comportamento geotécnico. A textura argilosa do horizonte B confere ao solo uma estrutura em blocos, estável quando compactado, mas suscetível a variações volumétricas em resposta a mudanças de umidade, o que exige atenção em projetos de pavimentação.

Sua distribuição está associada a áreas de relevo suave a ondulado, onde processos pedogenéticos favoreceram a lixiviação de bases em profundidade, mas mantiveram alta saturação por cálcio, magnésio e potássio (V% acima de 50%) no horizonte superficial, resultando em pH



neutro a levemente ácido (5,5–6,5). Essa combinação de fertilidade e estrutura o torna adequado para agricultura, mas também impõe desafios na engenharia civil, especialmente em obras que demandam controle rigoroso de compactação e drenagem.

Para projetos de pavimentação, o Argissolo Vermelho Eutrófico oferece vantagens como boa capacidade de suporte e estabilidade estrutural quando compactado dentro dos parâmetros ideais de umidade. No entanto, seu teor elevado de argila no horizonte B exige cuidados específicos: a expansão e retração associadas à variação hídrica podem comprometer a integridade do pavimento se não forem adotadas medidas como a instalação de sub-bases drenantes ou técnicas de estabilização com cal, que reduzem a plasticidade do material. Além disso, o horizonte A, mais arenoso e menos coeso, requer proteção contra erosão durante a fase de terraplenagem, seja por meio de revegetação temporária ou uso de geotêxteis. Estudos preliminares, como sondagens e ensaios de CBR (California Bearing Ratio), são essenciais para avaliar a resistência do solo e calibrar técnicas de execução. .

Já o Cambissolo Háplico eutrófico é caracterizado por ser um solo jovem e pouco desenvolvido, com horizonte B incipiente (inicial) e alta atividade de argilas. O termo "Háplico" indica que é um Cambissolo sem características adicionais específicas, como gleização ou carbonatos, enquanto "eutrófico" refere-se à sua elevada saturação por bases ( $V\% > 50\%$ ), resultado da presença significativa de cálcio, magnésio e potássio, que conferem fertilidade natural ao solo. Esses solos são comuns em áreas de relevo acidentado, como encostas e vales, onde processos erosivos ou deposição recente de sedimentos limitam o desenvolvimento pedológico completo.

O perfil típico desse solo apresenta um horizonte A superficial, com textura média a argilosa, cor escura devido à matéria orgânica e espessura reduzida, seguido por um horizonte B incipiente (Bi), onde há início de acumulação de argila e óxidos, mas sem a estruturação bem definida de solos mais maduros. A textura argilosa e a estrutura granular ou em blocos angulares do horizonte B conferem ao Cambissolo Háplico eutrófico uma capacidade moderada de retenção de água, embora sua drenagem possa variar de moderada a imperfeita, dependendo do relevo e da compactação. Em regiões de clima úmido, como o Sul e Sudeste do Brasil, esse solo é frequentemente associado a áreas de floresta subtropical ou vegetação secundária, onde a cobertura vegetal ajuda a mitigar a erosão.

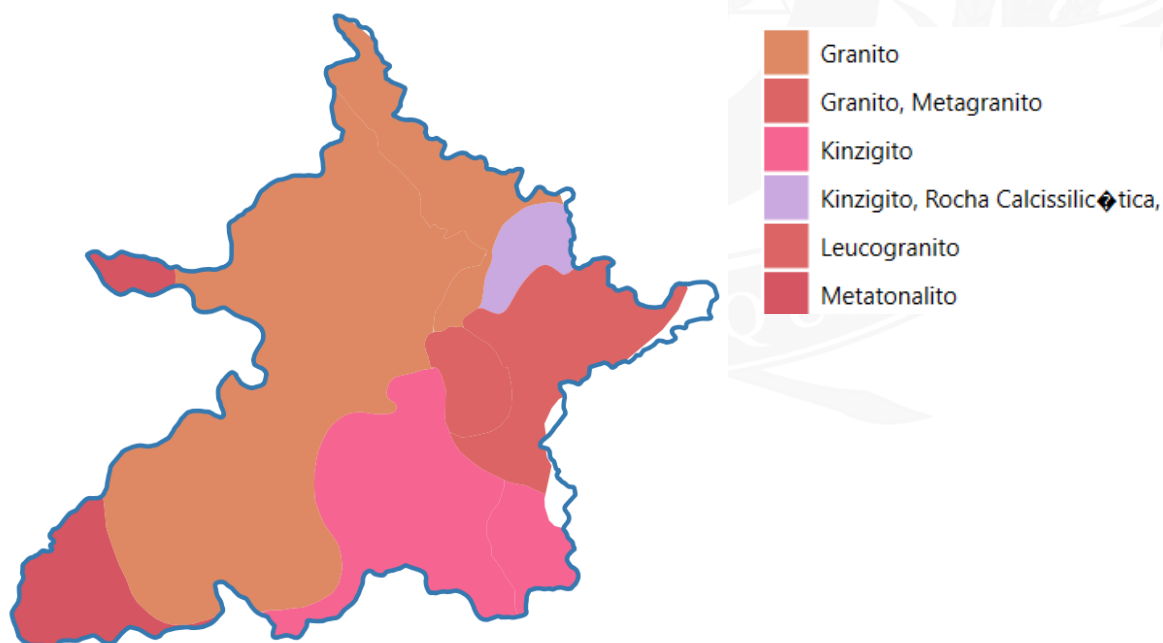
Sua distribuição está intimamente ligada a relevos ondulados a fortemente ondulados, onde a erosão e a movimentação de sedimentos são processos ativos, resultando em solos heterogêneos e pouco estratificados.

Para projetos de pavimentação, esse solo apresenta desafios significativos. Sua imaturidade pedológica e variabilidade textural podem levar a uma capacidade de suporte irregular, exigindo ensaios geotécnicos detalhados, como o CBR (California Bearing Ratio), para avaliar sua adequação como subleito. A presença de argilas expansivas, como esmectita em alguns casos, requer atenção à movimentação volumétrica sob variações de umidade, o que pode comprometer a estabilidade do pavimento. Técnicas de estabilização, como adição de cal ou cimento, são frequentemente necessárias para reduzir a plasticidade e aumentar a resistência mecânica. Além disso, o relevo acidentado típico dessas áreas exige medidas de controle de erosão durante a terraplenagem, como uso de curvas de nível, mantas geotêxteis ou estruturas de contenção (gabiões, por exemplo), para evitar perda de solo superficial e assoreamento de sistemas de drenagem. .

### Geodiversidade

A litologia do município de Cuparaque-MG é composta por 6 unidades diferentes (figura 09): Granito; Granito, Metagranito; Kinzigito; Kinzigito, Rocha Calcissilicática; Leucogranito; Matatonalito.

**Figura 09 – Litotipos que compõem Cuparaque-MG**



### Do relevo

O conhecimento da configuração do relevo de Cuparaque-MG é crucial para orientar um projeto de recuperação de estradas vicinais, através dessas informações é possível identificar e

categorizar as áreas de acordo com as intervenções necessárias.

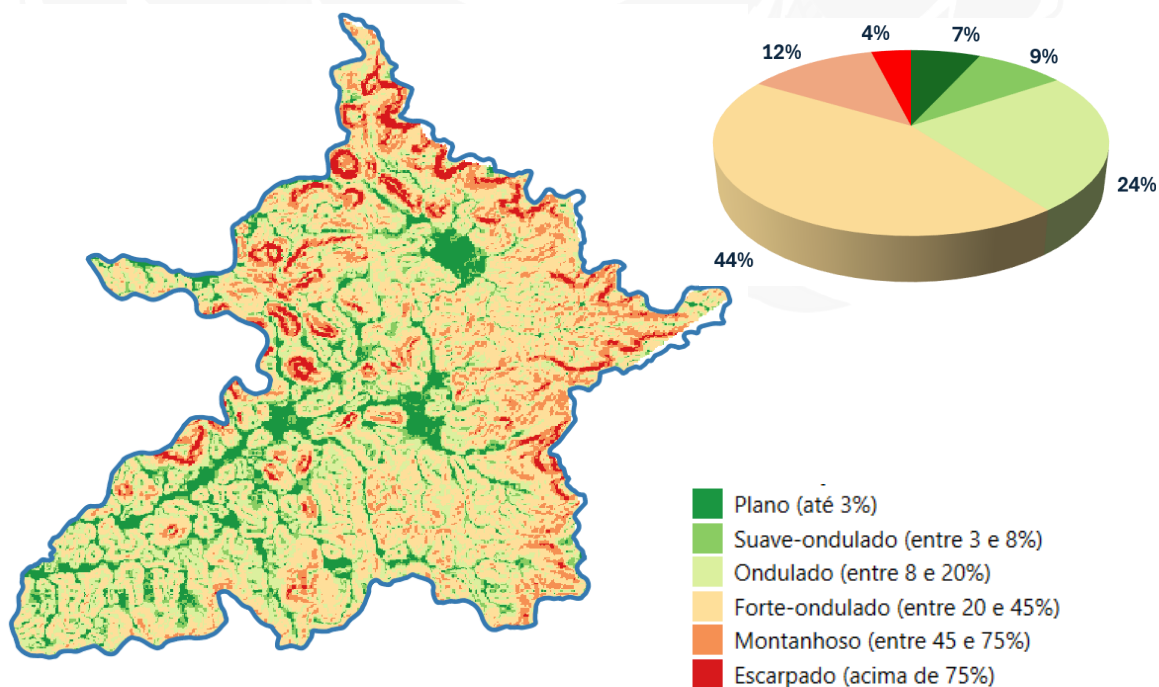
As áreas suaves-onduladas e onduladas, representando juntas 68% do território, oferecem um terreno relativamente favorável para a construção e manutenção de estradas, exigindo menos movimentação de terra e menos custos associados. Nessas áreas, a implementação de sistemas de drenagem simples e revestimento superficial pode ser suficiente para garantir a durabilidade das vias.

As regiões fortemente onduladas e montanhosas, que compõem 19% do relevo, requerem uma abordagem mais cuidadosa devido aos riscos de erosão e instabilidade do solo. Nessas partes, será necessário investir em técnicas de controle de erosão, como escalonamento de taludes e sistemas de drenagem mais robustos.

Já as áreas escarpadas, que representam 1% do relevo, apresentam os maiores desafios para a construção de estradas devido às inclinações extremas e alta propensão a deslizamentos. Nestes locais, é ideal evitar a construção de estradas vicinais, mas se for imprescindível, devem ser adotadas medidas de segurança extremas, como escavação de túneis e uso de estruturas de contenção reforçadas.

No geral, a análise do mapa de declividade permite um planejamento detalhado e eficiente, ajudando a minimizar custos, garantir a segurança e a sustentabilidade das vias rurais.

**Figura 10 – Mapa de Declividade do Município de Cuparaque-MG**

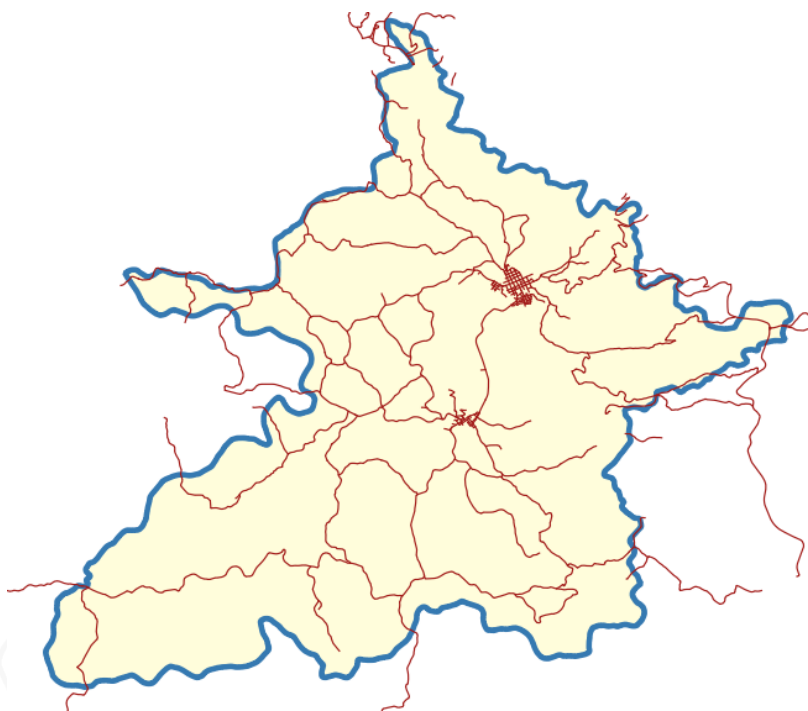




## Do Mapa Rodoviário de Cuparaque

O município de Cuparaque possui 242 quilômetros de estradas vicinais distribuídas em toda extensão territorial (figura 11).

Figura 11 – Mapa Rodoviário de Cuparaque



## V – DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA ENFRENTADO

O município de Cuparaque-MG enfrenta sérias dificuldades devido às estradas vicinais não possuírem pavimentação e pelo estado precário de conservação, especialmente durante o período chuvoso. A administração pública se depara com desafios contínuos na manutenção dessas vias, pois a falta de pavimentação adequada resulta em custos elevados de reparo e constante necessidade de intervenção. As chuvas intensas agravam a situação, causando erosão do solo e formação de grandes buracos, o que dificulta ainda mais a trafegabilidade.

Para os moradores, a situação é igualmente problemática. As estradas em más condições tornam o transporte de produtos agrícolas e mercadorias extremamente complicado. Veículos frequentemente atolam ou sofrem danos devido às péssimas condições das vias, resultando em



prejuízos financeiros e atrasos na entrega de produtos. Isso impacta diretamente a economia local, já que a agricultura é uma das principais atividades da região.

Durante o período chuvoso, o cenário piora significativamente. As estradas ficam encharcadas, transformando-se em lamaçais quase intransitáveis. Moradores enfrentam dificuldades para se deslocar, seja para acessar serviços básicos como saúde e educação, ou para simplesmente realizar atividades do dia a dia. Emergências médicas, por exemplo, tornam-se situações de grande risco quando as ambulâncias não conseguem chegar a tempo devido às condições das estradas.

Além disso, a falta de pavimentação e o mau estado das estradas comprometem a segurança dos usuários. Deslizamentos de terra são comuns em áreas de maior declividade, representando perigo iminente. Para a administração pública, isso implica na necessidade de monitoramento constante e resposta rápida para garantir a segurança das vias, o que muitas vezes se torna inviável devido à extensão das áreas afetadas e à escassez de recursos.

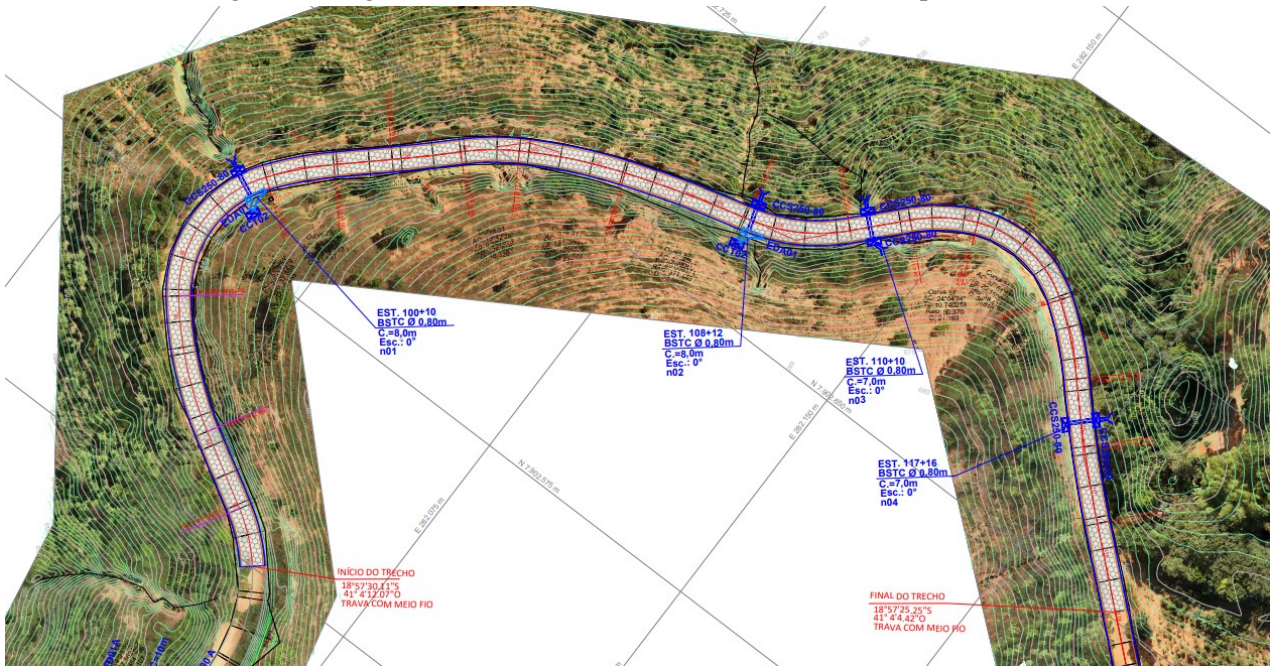
Portanto, a melhoria das estradas vicinais é crucial para o desenvolvimento de Cuparaque, tanto para facilitar a mobilidade dos moradores quanto para impulsionar a economia local. Investir na pavimentação e conservação das estradas não apenas reduziria os custos de manutenção a longo prazo, mas também traria um impacto positivo significativo na qualidade de vida dos habitantes e na prosperidade do município.

## **VI – PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA**

### **Localização dos trechos**

O trecho a ser pavimentado está localizado na zona rural do município de Cuparaque, na estrada vicinal de acesso ao município de Mantenópolis. O trecho possui 500 metros de extensão e largura de pavimentação de 6,76 metros. O trecho está compreendido entre as coordenadas geográficas 18°57'30.11"S 41° 4'12.07"O a 18°57'25.25"S 41° 4'4.42"O

Fig. 16 – Imagem de Satélite com identificação da área a ser pavimentada



### Justificativa da solução adotada para o projeto

Após a visita de campo, procedeu-se à análise das alternativas. Dentre estas, as mais relevantes referiam-se ao tipo de revestimento da pavimentação: betuminoso, concreto ou blocos pré-moldados de concreto. O fator preponderante para a escolha foi a viabilidade econômica. Nesse aspecto, a pavimentação com blocos pré-moldados de concreto demonstrou ser a opção mais viável a curto e longo prazo, apresentando menor custo de manutenção comparativamente ao asfalto.

Outros aspectos analisados foram o traçado, o alinhamento vertical e o sistema de drenagem. Nestes casos, o fator técnico prevaleceu, considerando as condições do terreno natural e o clima da região. Sempre que possível, manteve-se o traçado existente para respeitar o alinhamento das edificações. Contudo, o traçado adotado oferece maior segurança ao tráfego de veículos.

Quanto à drenagem, devido às condições climáticas e topográficas e por razões de viabilidade econômica e custo-benefício, o sistema foi concebido para conduzir o escoamento para os canais naturais e terrenos adjacentes.

A solução escolhida compreende pavimentação com bloquetes, meio-fio pré-moldado em concreto e sarjeta de concreto moldada in loco para drenagem superficial. Essa opção fundamenta-se na viabilidade técnica na execução, na durabilidade e benefício prolongado à população (facilitando a manutenção), e na maior facilidade para contratação de empresas especializadas.



## **Parâmetro Técnicos do Projeto**

Fluxo de veículos é relativamente baixo. Específico para o transporte dos moradores em cada localidade.

Hidrologia: a precipitação média anual é moderada. O solo local é basicamente composto por argila, silte, areia e materiais orgânicos. A topografia do logradouro facilita o escoamento superficial. A via tem pequena extensão e não possui sistema de drenagem.

## **Características Técnicas Iniciais**

As normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) estabelecem 05 (cinco) classes técnicas para projetos de rodovias rurais da rede nacional. A Classe IV, a mais limitada, refere-se a rodovias de pista simples e subdivide-se em IV-A e IV-B. A Classe IV-A é recomendada para demandas entre 50 e 200 veículos por dia (vpd) na data de abertura, enquanto a IV-B aplica-se a demandas inferiores a 50 vpd. Para esta última, a largura mínima absoluta da faixa de trânsito é definida em 2,50 metros. Diante desse contexto, o presente projeto buscou viabilizar as vias dentro das limitações impostas pela ocupação irregular e descontrole urbano, alinhando-se às diretrizes técnicas sempre que possível.

Embora o logradouro contemplado situa-se em zona rural, a via apresenta baixo fluxo veicular e velocidade máxima limitada a 40 km/h. Essas características justificam o tratamento como via urbana com pavimentação em bloquetes, solução adequada ao perfil identificado.

Quanto ao abaulamento, este corresponde à inclinação transversal da pista, projetada para escoar as águas superficiais. Em pista dupla, adotam-se inclinações transversais independentes. A ausência desse elemento compromete a segurança, podendo causar aquaplanagem em velocidades excessivas, além de facilitar a infiltração de água nas camadas inferiores do pavimento e no subleito.

As Normas do DNIT consideram adequada a utilização dos seguintes valores para o abaulamento, nos projetos de rodovias com os pavimentos convencionais, (DNER, 1999):

- revestimentos betuminosos com granulometria aberta: 2,5% a 3,0%;
- revestimentos betuminosos de alta qualidade (CA UQ): 2,0%;
- pavimento de concreto de cimento: 1,5%.

A pavimentação da pista em bloquete será sobre colchão de areia, que depois de compactada



deverá apresentar espessura igual ou superior a 5 cm. O meio-fio que servirá como proteção para os veículos que trafegarem pelo acesso será assentado sobre a base estabilizada e deverá ser pintado com cal hidratada. Ele terá 35 cm de altura e 13cm de largura.

### **Projeto Geométrico**

O Projeto Geométrico foi desenvolvido de acordo com o disposto nas Instruções de serviço IS-706 - instruções de Serviço para Projeto Geométrico, sendo adotadas as especificações preconizadas no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNIT. Teve por objetivo a definição geométrica dá acesso, detalhando-a planialtimetricamente e a seção transversal.

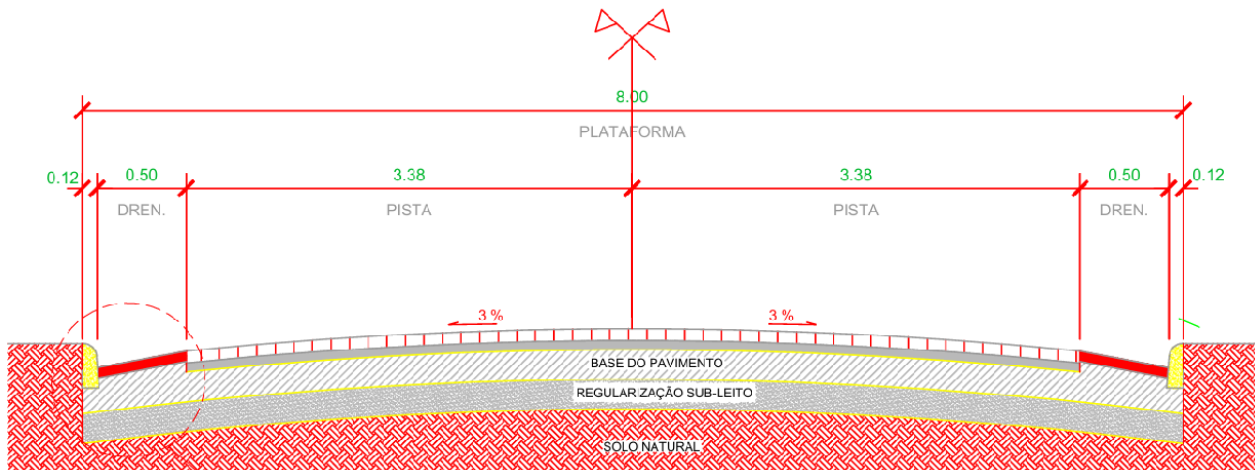
O máximo aproveitamento do traçado existente foi a condicionante que norteou os estudos geométricos, o qual foi lançado a partir dos elementos constantes dos estudos topográficos efetuados. Dada às características topográficas da área onde se desenvolve a via, bem como devido à ocupação da área lindeira, pelas edificações existentes ao longo de toda a extensão da diretriz projetada, o equilíbrio entre os volumes de cortes e aterros ficou em caráter secundário.

A partir das observações efetuadas no que diz respeito à classificação funcional do segmento assinalado, combinadas com os estudos de tráfego, foram definidas as características básicas para elaboração dos estudos geométricos. Com base nessas premissas, definiu-se que nele serão adotadas as características técnicas indicadas para via urbana.

A seguir, constam os parâmetros técnicos adotados, bem como as características técnicas e operacionais do segmento:

- Região Plana
- Velocidade diretriz: 40Km/h
- Rampa máxima: 20% (ou em conformidade com a urbanização local)
- Largura da seção da plataforma de geometria, considerada no projeto: faixa de rolamento 6,40m.

Fig. 17 – Seção Tipo em tangente



O projeto Geométrico em planta e perfil está sendo apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução, com as seguintes informações:

Em planta:

- Indicação do eixo de projeto com estacas marcadas a cada 20 (vinte) metros e seus pontos notáveis;
- Desenho do relevo topográfico, com curvas de nível espaçadas de metro em metro.

Em perfil:

- Terreno natural levantado pela topografia;
- Greide de Pavimentação;
- Comprimento e percentagens das rampas;
- Comprimento das projeções horizontais e verticais de concordância;
- Estaqueamento do eixo projetado, com estacas indicadas de 20 em 20 metros.

A planilha de coordenadas dos eixos está disponível em cada um dos projetos que compõem as peças gráficas.

Por fim, mais uma vez destaca-se que em função das características das vias, oriundas de ocupações irregulares e da distribuição de nível de soleira das edificações aleatório, foram adotados na medida do possível os aspectos técnicos acima descritos.



## **Projeto Terraplenagem**

### **Considerações Gerais**

O Projeto de Terraplenagem para este trecho viário foi desenvolvido em estrita conformidade com as Normas, Especificações e Instruções de Serviço vigentes (IS-209), aplicáveis a trabalhos desta natureza. Sua concepção também considerou as informações técnicas provenientes dos estudos geotécnicos realizados e do projeto geométrico definido para a via.

O projeto visa garantir a construção de uma plataforma final com largura adequada, capaz de receber, posteriormente, as camadas de pavimentação e o sistema de drenagem planejados.

A implantação da terraplenagem envolve necessariamente a abordagem detalhada dos seguintes tópicos:

- Definição e quantificação dos serviços preliminares;
- Definição das seções típicas de terraplenagem;
- Determinação dos volumes de terraplenagem;
- Análise de terraplenagem e estudo da distribuição das massas;
- Determinação das distâncias de transporte;
- Elaboração dos memoriais de cálculo de terraplenagem;
- Quantificação dos serviços.

No caso específico das ruas em questão a terraplanagem deverá ser simples com corte linear acompanhando o greide natural em quase todas as situações.

### **Nota de Serviço de Terraplenagem**

A nota de serviço de terraplenagem é apresentada no Volume 2.

### **Movimento de Terra**

Os volumes foram calculados pelo uso do software AUTOCAD CIVIL 3D, pelo método da semissoma das áreas de corte ou aterro, em cada par de seções transversais relativas a duas estacas subsequentes e o volume total para cada segmento em corte e aterro.



Os volumes a serem movimentados são resumidos nas peças gráficas para cada localidade de estudo.

### Determinação do Fator de Empolamento

Para todo o volume de terraplenagem, adotou-se o fator de empolamento de 1,25. Esta definição está em estrita conformidade com as Diretrizes estabelecidas no Manual de Implantação Básica de Rodovias do DNIT (página 241), que prevêem a necessidade de considerar esse fenômeno nos projetos.

O empolamento, também conhecido como expansão volumétrica, é uma característica intrínseca dos solos e de fundamental importância na terraplenagem. Ele ocorre quando o solo, escavado de seu estado natural compactado (resultante do seu processo de formação), sofre uma expansão em seu volume. Essa variação pode ser significativa em determinados casos.

Após o desmonte, o material passa a ocupar um volume solto ( $V_s$ ), superior ao volume que ocupava em seu estado natural compactado ( $V_n$ ). É crucial destacar que, embora o volume aumente, a massa específica do material solto permanece constante em relação ao seu novo estado.

O Manual de Implantação Básica de Rodovias do DNIT fornece parâmetros referenciais para fatores de empolamento e expansão, conforme apresentado na Tabela 16 abaixo:

Tipo de solo	f (%)	$\varrho_1$
Solos argilosos	40	0,71
Terra comum seca (solos argilo-siltosos com areia)	25	0,80
Terra comum úmida	25	0,80
Solo arenoso seco	12	0,89

### Memorial de Distribuição de Material

A distribuição de materiais será feita em compensação de corte e aterro ao longo da via. Como nos casos em questão ficou predominantemente maior o volume de corte nas seções, então foi previsto o reaproveitamento do material escavado como aterro de suporte e borda lateral do meio fio, considerando uma área de aterro de 50 cm de largura e 10cm de espessura.



## **ESTUDO HIDROLÓGICO**

Este estudo tem como objetivo averiguar a situação existente e, caso necessário, propor medidas visando melhorar as condições de trafegabilidade do projeto em questão no que concerne as condições de drenagem da via. Para tal o presente estudo se utilizou de outros estudos já realizados na região de forma a dar celeridade a fase de estudos.

### **Metodologia**

Os elementos de referência básicos obtidos, utilizados no desenvolvimento dos estudos, são listados a seguir:

- Alturas mensais de chuva fornecidas pela ANA, cujas informações são disponibilizadas na internet em seu serviço denominado Hidroweb, da estação Fazenda Boa Fortuna;
- “Chuvas Intensas no Brasil” – Engº. Otto Pfafstetter – Ministério de Viação e Obras Públicas Departamento Nacional de Obras de Saneamento – DNOS- Rio de Janeiro – 1957;
- Cadastro das obras existentes.

### **Característica da Região**

As características fisiográficas do município de área de intervenção estão descritas no capítulo IV deste relatório.

### **Intensidade Pluviométricas**

A intensidade da chuva (I) é geralmente obtida a partir de dados históricos de precipitação para a localização específica, e pode variar dependendo do período de retorno considerado.

A intensidade pluviométrica pode ser medida utilizando um pluviógrafo, calculada através de equações IDF (curva intensidade-duração-frequência), ou adotada de acordo com a localidade do projeto conforme NBR 10844:19891.

Nos estudos desenvolvidos no Projeto Atlas Pluviométrico as relações IDF realizados com dados pluviográficos são representadas pela equação:



$$i_m = \frac{K T^a}{(t + b)^c}$$



$i$  é a intensidade;

$t$  é a duração; e

$T$  é o período de retorno.

e  $K$ ,  $a$ ,  $b$  e  $c$  são os parâmetros empíricos, que variam de local para cada posto.

Os parâmetros da equação IDF para o município de Cuparaque foram obtidos pelo aplicativo Plúvio 2.1, da Universidade Federal de Viçosa.

**Plúvio 2.1**  
Copyright (2005) © GPRH

**RELATÓRIO**  
Parâmetros da Equação de Intensidade, Duração e Frequência da Precipitação

**LOCALIZAÇÃO:**

**Localidade:** Cuparaque      **Estado:** Minas Gerais  
**Latitude:** 18°58'10"  
**Longitude:** 41°05'57"

**PARÂMETROS DA EQUAÇÃO:**

**K:** 1908,242  
**a:** 0,208  
**b:** 18,433  
**c:** 0,926

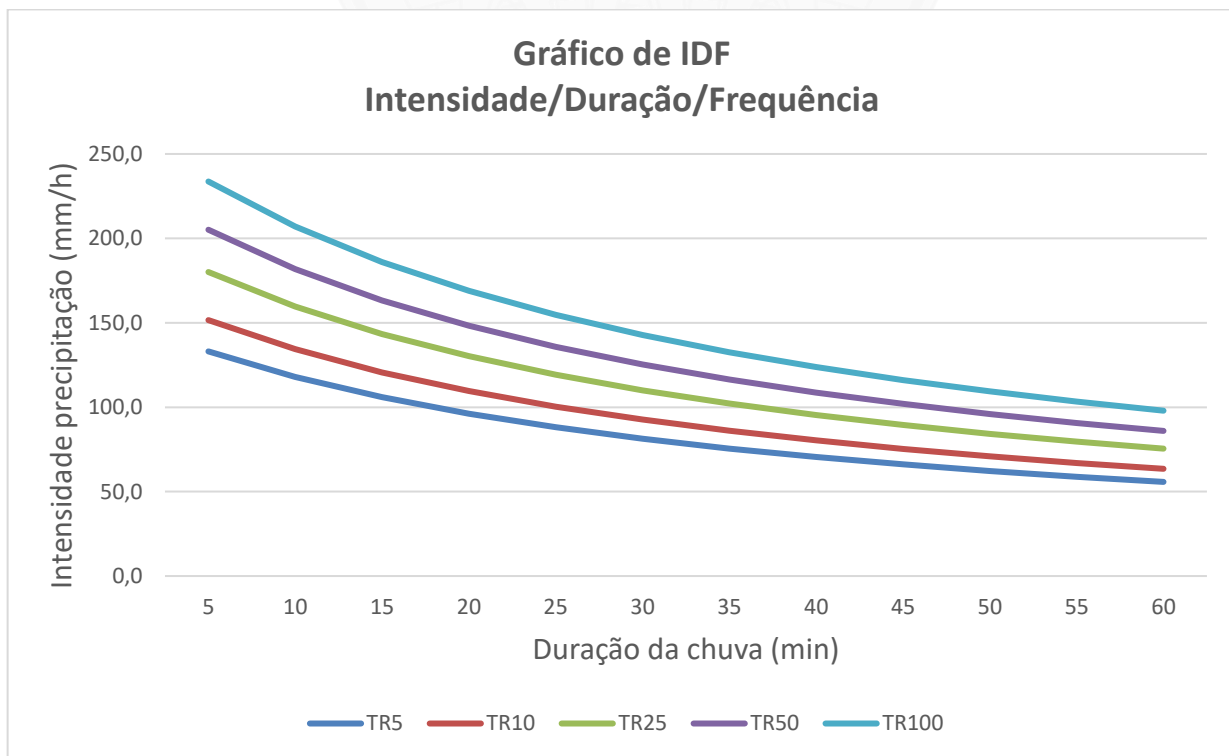
O quadro abaixo apresenta os dados da Curva IDF:

DURAÇÃO (min)	PERÍODO DE RETORNO				
	5	10	25	50	100
5	133,0	151,6	180,1	205,1	233,7
10	117,9	134,3	159,6	181,8	207,1
15	105,9	120,7	143,3	163,3	186,0
20	96,2	109,6	130,2	148,3	168,9
25	88,1	100,4	119,2	135,8	154,7
30	81,3	92,6	110,0	125,4	142,8



35	75,5	86,0	102,2	116,4	132,6
40	70,5	80,3	95,4	108,7	123,8
45	66,1	75,3	89,5	101,9	116,1
50	62,2	70,9	84,2	96,0	109,3
55	58,8	67,0	79,6	90,7	103,3
60	55,8	63,5	75,5	86,0	97,9

O Gráfico da Curva IDF é apresentada na figura abaixo:



### Projeto de Drenagem – Dimensionamento Hidráulico

Para este trecho em área rural, caracterizado por baixa densidade populacional e polos geradores distribuídos ao longo da via, a solução de drenagem prioriza o direcionamento das águas pluviais coletadas pelas sarjetas para os talwegues naturais existentes. Esta abordagem evita a implantação de sistemas subterrâneos, inviabilizada pelo alto custo associado à frequente ocorrência de afloramentos rochosos e pela ausência de infraestrutura prévia de esgoto e drenagem na região.

O dimensionamento da microdrenagem adotou um período de retorno de 10 anos, conforme estabelecido pela normatização pertinente e literatura especializada. O sistema foi concebido para operar predominantemente por escoamento superficial, com captação em bocas de lobo sempre que viável, conduzindo as águas até corpos hídricos ou áreas adequadas através de dispositivos de



dissipação (saídas d'água) ou caixas coletoras. As planilhas de verificação de velocidade de fluxo, vazão, largura da área de inundação e comprimento crítico encontram-se disponíveis em anexo.

As saídas d'água estão posicionadas na borda da plataforma rodoviária, junto aos acostamentos ou em alargamentos específicos. Sua localização obedece a critérios técnicos: pontos onde se atinge o comprimento crítico da sarjeta, pontos baixos de curvas verticais côncavas, proximidade de pontes, pontilhões e viadutos e, eventualmente, nas transições entre corte e aterro.

Para o escoamento transversal entre os lados opostos da via, recomenda-se a construção de sarjetões de concreto. Esta solução é adequada devido às baixas velocidades características de trechos residenciais e à inviabilidade técnica de sistemas subterrâneos, motivada tanto pelos afloramentos rochosos quanto pela falta de espaço livre para passagem e deságue de tubulações, decorrente da presença de edificações.

### **Projeto de Drenagem – Área de Drenagem**

Para o cálculo dos dispositivos de drenagem superficial, a largura de implúvio considerada foi restrita à área de contribuição da semi-pista nos trechos em tangente e à largura total da pista nas curvas. Esta abordagem visa minimizar custos e considera a predominância de áreas urbanizadas com edificações lindeiras, onde a contribuição efetiva provém principalmente da pista de rolamento.

Foram previstas saídas d'água em pontos intermediários para garantir a capacidade de vazão de cada sarjeta e reduzir a velocidade do escoamento, assegurando que a altura da lâmina d'água não exceda o limite estabelecido no dimensionamento. Como padrão, sempre que viável, adotou-se velocidade máxima de  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  nas sarjetas.

Definiu-se uma faixa de alagamento admissível correspondente à altura total da sarjeta dimensionada e com largura máxima de 0,5 metro em direção ao eixo da via, considerando a baixa intensidade de tráfego no trecho.

### **Período de Recorrência (T)**

O tempo de recorrência para o projeto dos dispositivos de drenagem foi fixado, levando-se em consideração os seguintes fatores:

- Importância e segurança da obra;
- No caso de interrupção do tráfego, os prejuízos econômicos;



- Danos às obras de drenagem;
- Estimativa de custos de restauração, na hipótese de destruição;
- Periculosidade de subestimação das vazões pelos danos que as cheias possam ocasionar às populações ribeirinhas e às propriedades;
- Outros fatores de ordem econômica.

Em face desses fatores, foram usados os seguintes períodos de recorrência segundo a Instrução de Serviço – IS-203 do DNIT.

#### Tempo ou Período de Recorrência – Tr

Espécie	Tempo de recorrência em (anos)
Drenagem Superficial	5 a 10
Drenagem Subsuperficial	10
Bueiros Tubulares	15 (como canal)
	25 (como orifício)
Bueiro Celular	25 (como canal)
	50 (como orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

#### Tempo de Concentração (Tc)

Para determinação do tempo de concentração optou-se em utilizar a fórmula de Kirpich modificada. A equação é:

$$T_c = 1,42 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

tc – tempo de concentração, em horas

L - comprimento do curso d' água em Km

H – desnível máximo, em m.



- **Duração da chuva de projeto (D)**

Aplicada a metodologia para pequenas Bacias com a Área < 4km<sup>2</sup> A duração (D) da chuva de projeto deve igualar ao tempo de concentração (tc). Foi considerado o Tempo de concentração de no mínimo 10 min.

- **Vazão de projeto**

As vazões de projeto para o sistema de microdrenagem serão calculadas pelo Método Racional, empregando-se a seguinte fórmula:

$$Q_p = 0,00278 \times C \times I \times A$$

Onde:

**Q<sub>p</sub>** = Vazão de projeto, em m<sup>3</sup>/s

**C** = Coeficiente de escoamento superficial – Considerou-se 0,5 (área residencial isolada)

**I** = Intensidade da chuva de projeto, em mm/h

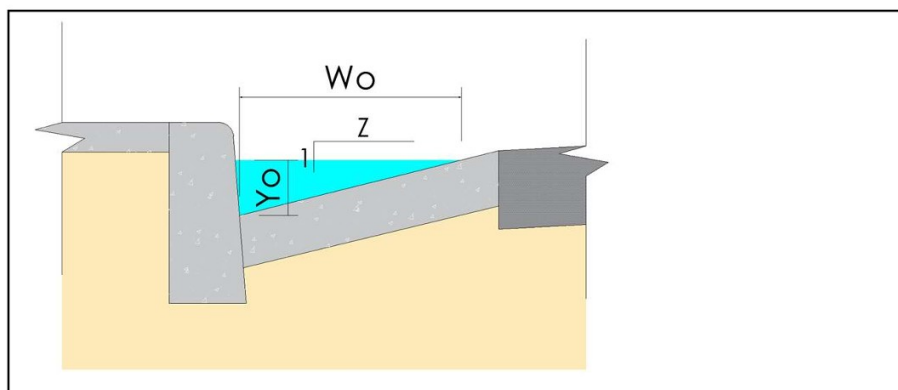
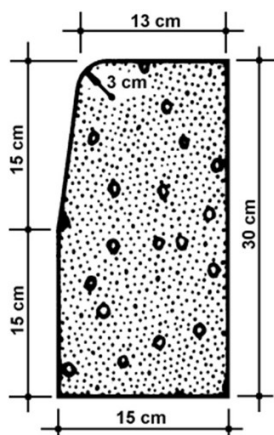
**A** = Área de drenagem, em há

- **Sarjetas**

A capacidade teórica da sarjeta foi calculada considerando que o canal é triangular e usando a seguinte equação:

$$Q_o = 0,375 \times I^{\frac{1}{2}} \times \frac{Z}{n} \times Y_o^{\frac{8}{3}}$$

Para efeito de cálculo considera-se Y = 10cm o que estabelece o escoamento exclusivamente na sarjeta, além disso estabelece como 3% a declividade mínima transversal do leito carroçável, abaixo detalhe do meio fio tipo e da sarjeta triangular de concreto.



A capacidade teórica da sarjeta foi calculada considerando que o canal é triangular, aplicando a fórmula acima temos:

Onde:

$Q_0$  = Vazão descarregada ( $m^3/s$ )

$I$  = Declividade do terreno (m/m) (variável obtido no perfil longitudinal)

$z$  = Tangente do ângulo entre a sarjeta e a guia  $\square$  4 cm

$n$  = Número de Manning  $\square$  0,015 (adotado)

$Y_0$  = Lâmina d'água máxima (sarjeta usual de 15 cm e lâmina máxima utilizada de 10cm para evitar transbordamento);

Aqui cabe salientar que devido ao baixo grau de urbanização, e pequena área de contribuição, não foi considerado fatores de obstrução das sarjetas.

Efetuada todos os cálculos técnicos acima chegou-se ao dimensionamento e checagem das sarjetas quanto aos parâmetros técnicos mínimos para avaliar o funcionamento das mesmas.

## OCORRÊNCIA DE MATERIAIS

A indicação da localização para a ocorrência dos materiais está apresentada na figura abaixo.



É o relatório. Em 15 de janeiro de 2026.

**Guilherme Coelho Fernandes**  
**Engenheiro Civil**  
**CREA MG 201.722/D**