



**Relatório Técnico
Transposição da APP - (Bueiro)**



**Empreendedor: EPO Engenharia, Planejamento e
Obras Ltda.**

**Empreendimento: Parcelamento de Solo Urbano
Kubitschek**

Município: Betim

AGOSTO/2017

SUMÁRIO

SUMÁRIO	1
1 OBJETIVO	2
1.1 RESPONSÁVEL TÉCNICO	2
2 O EMPREENDIMENTO	2
2.1 PONTO DA TRAVESSIA	4
3 COLETA DE DADOS	5
3.1 DADOS BÁSICOS	5
3.2 OBRAS HIDRÁULICAS EXISTENTES	5
3.3 DADOS HIDRO-METEOROLÓGICOS	5
3.4 CHUVAS INTENSAS	6
4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS E CLIMATOLÓGICOS	8
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	8
4.1.1. <i>Localização</i>	8
4.1.2. <i>Relevo e Ocupação das Bacias Hidrográficas</i>	8
4.1.4 <i>Características da Vegetação</i>	9
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO REGIME CLIMÁTICO	10
5 ESTUDO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL	12
5.1 CLASSIFICAÇÃO QUANTO ÀS DIMENSÕES DAS BACIAS	12
5.2 PERÍODOS DE RETORNO	12
5.3 MÉTODO RACIONAL	12
5.3.1. <i>Coeficiente de escoamento Superficial</i>	12
5.3.2. <i>Tempo de Concentração</i>	13
6 CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO	14
7 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	15
8 RECOMENDAÇÕES	17
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
10 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	17

1 OBJETIVO

Este Relatório Técnico tem como principal objetivo apresentar os cálculos de dimensionamento do trecho a ser canalizado sobre a Rua 10 do parcelamento de solo Kubitschek.

O licenciamento ambiental referente a este empreendimento já foi concedido pela Prefeitura Municipal de Betim.

1.1 RESPONSÁVEL TÉCNICO

Milton Caserio Filho

Crea: 49.410/D – MG

Formação: Engenheiro Civil

2 O EMPREENDIMENTO

Trata-se de um parcelamento de solo urbano denominado Kubitschek de propriedade da EPO Engenharia, Planejamento e Obras Ltda.

A travessia rodoviária é uma das estruturas do loteamento a ser implantadas no município de Betim-MG. Este possuirá lotes de 360 a 7.850m² que serão destinados a usos unifamiliar, multifamiliar e comercial/serviços. O empreendimento terá 217 lotes divididos em 20 quadras e somando uma área a ser parcelada de 429.776,04m². A tabela abaixo sintetiza os principais dados do empreendimento.

Tabela 1 – Principais características do empreendimento.

Item	Valor	Percentual*
Área total:	429.776,04 m ²	100,00%
Área a ser parcelada:	429.776,04 m ²	100,00%
Área dos lotes:	197.654,22 m ²	46%
Área do sistema viário:	78.103,70 m ²	18,17%
Área Institucional:	21.489,54 m ²	5,00%
Área verde/ APP / Área de Lazer:	137.518,58 m ²	30,83%
Número de Quadras:	23	
Número de Lotes:	217	

Relatório Técnico

Item	Valor
Tempo de comercialização previsto:	05 anos.
Sub-bacias e Bacias de drenagem:	Córrego Cachoeira, Ribeirão Betim, Rio Paraopeba e Rio São Francisco
Sistema de Tratamento do Esgoto:	Rede COPASA
Sistema de Coleta de Lixo:	Prefeitura Municipal de Betim
Disposição Final Lixo Doméstico:	CTRS - Citrolândia (Licenciado)

Abaixo uma imagem que visa apresentar a localização da travessia da canalização do curso d'água no contexto do empreendimento

Figura 1 – Mapa situação do empreendimento com o posicionamento do ponto da travessia



Fonte: Adaptado Google Maps

2.1 PONTO DA TRAVESSIA

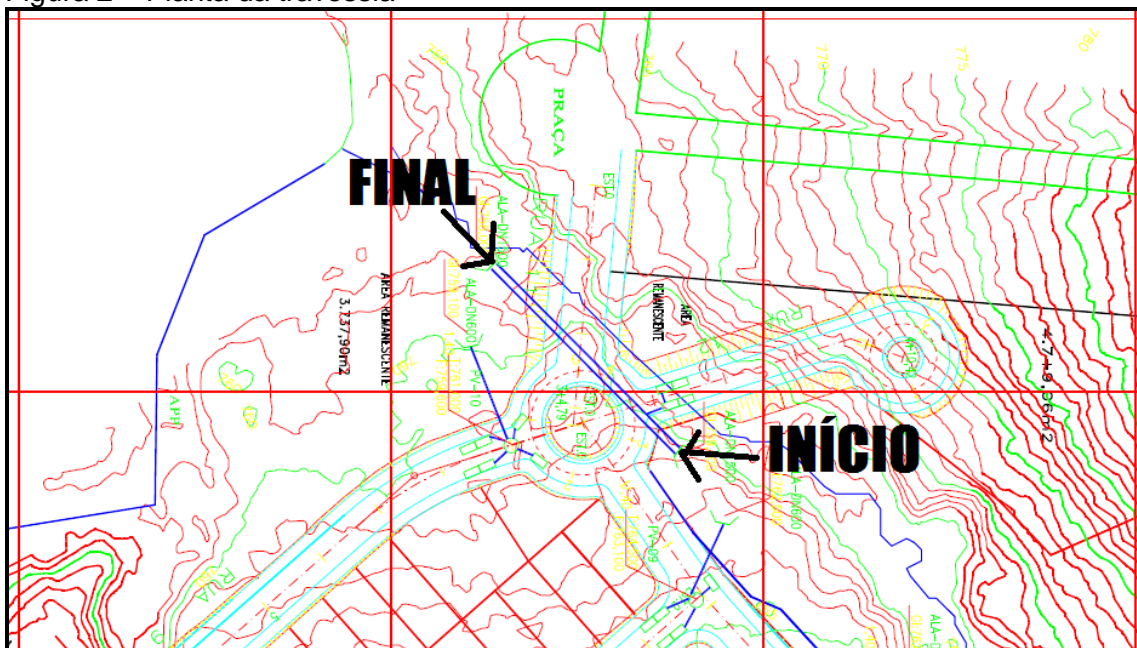
O ponto onde será realizada a travessia será nas coordenadas UTM

Longitude: 581698 E

Latitude: 7794056 N

A figura abaixo visa mostrar em detalhe a localização da travessia e seu contexto no empreendimento. O curso de água a ser realizada a travessia não possui nome próprio.

Figura 2 – Planta da travessia



3 COLETA DE DADOS

3.1 DADOS BÁSICOS

Para elaboração dos estudos hidrológicos foram coletados os dados seguintes:

- Pluviométricos; alturas mensais de chuva, fornecidas pela ANEEL, cujas informações são disponibilizadas pela internet em seu serviço denominado Hidroweb, do posto Ponte Nova do Paraopeba, localizado em Betim-MG;
- Cartas topográficas da região na escala 1:50.000.IBGE;
- Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais, do projeto COPASA/UFV.

3.2 OBRAS HIDRÁULICAS EXISTENTES

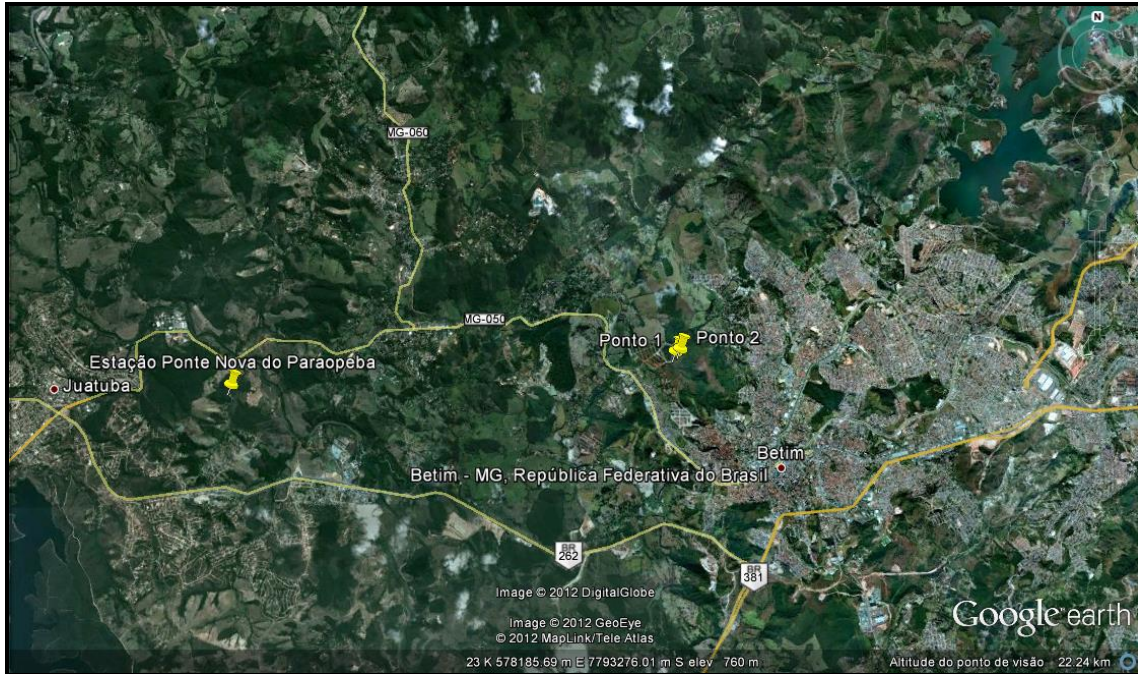
Durante visita ao campo e percorrendo toda a região a montante do local onde deverão ocorrer as obras referentes à travessia rodo-ferroviária, foi possível observar que não existem estruturas hidráulicas a montante do ponto da pretendida travessia. Não há previsão de obra hidráulica a montante da travessia.

3.3 DADOS HIDRO-METEOROLÓGICOS

As relações entre intensidade, duração e frequência das precipitações intensas devem ser deduzidas a partir das observações de chuvas ocorridas durante um período de tempo longo o suficiente para que seja possível considerar as frequências como probabilidades.

A partir de pesquisa ao banco de dados da ANA, foi selecionado um posto pluviométrico situado próximo à região do presente estudo, conforme citado anteriormente. A responsabilidade é da ANA e quem opera o posto é a CPRM. O código deste posto é o nº01944004. As coordenadas do posto são, em UTM: latitude 572547 e longitude: 7793287 na Zona 23 Sul. O posto encontra-se a aproximadamente 10 km do ponto da travessia.

Figura 3 – Imagem de satélite mostrando proximidade entre os Pontos 1 e 2 e a Estação Ponte Nova do Paraopeba



Fonte: Google Imagens

3.4 CHUVAS INTENSAS

Foram consultados diversos estudos elaborados para a região do empreendimento. Todos os estudos apresentaram resultados semelhantes e para a elaboração deste relatório foi escolhido o estudo elaborado pela UFV. A principal razão para a escolha deste estudo é que na sua elaboração foram utilizados dados recentes e também por ter apresentado resultados mais conservadores.

As precipitações máximas diárias foram catalogadas, formando uma série anual para análise de frequência. Verificou-se também o modelo de chuvas utilizado no trabalho elaborado pela Universidade Federal de Viçosa para a COPASA “Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais”.

A equação de chuvas definida para a estação Ponte Nova do Paraopeba é:

$$i = \frac{3317,4410 \times T^{0,175}}{(t + 30,140)^{0,951}}$$

Onde:

i = intensidade, em mm/h;

Relatório Técnico

t = duração da precipitação, em minutos;

T = tempo de recorrência, em anos.

Os valores das Intensidades Pluviométricas calculadas para este posto são apresentados a seguir:

Tabela 2 – Intensidade Pluviométrica

Intensidade Pluvionétrica (i)							
T (anos)	t (minutos)						
	5	10	15	30	45	60	120
5	148,9586	131,2565	117,391	89,35905	72,30519	60,81299	37,43474
10	168,1689	148,1839	132,5303	100,8832	81,62998	68,6557	42,26249
15	180,5351	159,0806	142,2758	108,3016	87,6326	73,70426	45,37024
25	197,4173	173,9565	155,5803	118,4291	95,82729	80,59649	49,6129
50	222,8771	196,3907	175,6446	133,7022	108,1856	90,99057	56,0112
100	251,6203	221,7181	198,2966	150,945	122,1377	102,7251	63,23465

4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS E CLIMATOLÓGICOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

4.1.1. Localização

A área onde será implantada a travessia-rodoviária (bueiro) faz parte da bacia hidrográfica federal do rio São Francisco. No âmbito estadual pertence à bacia do rio Paraopeba. O curso de água em questão é afluente pela margem direita do Córrego Cachoeira que é afluente do Ribeirão Betim.

4.1.2. Relevo e Ocupação das Bacias Hidrográficas

Durante visita a campo, bem como nas cartas altimétricas e imagens de satélite, é possível verificar que a região possui relevo montanhoso e algumas áreas com declividades acentuadas. A urbanização das bacias é pequena nas proximidades do curso de água, apresentando-se com uma grande parcela de cobertura vegetal na parte alta a montante do ponto das obras.

4.1.3. Características do Solo

Para a definição do coeficiente de escoamento superficial das bacias hidrográficas, analisaram-se os mapas de solo e vegetação de autoria do IBGE e foi realizado o posterior reconhecimento *in loco* da área do empreendimento com o intuito de obter informações acerca de sua situação atual.

Segundo informações do IBGE, o município de Betim apresenta, de maneira geral, 2 tipos de solos: os argissolos e os latossolos. Ambos os tipos de solos possuem suas sub-classificações. Ainda segundo esta classificação, o empreendimento está situado em uma área de ocorrência de Argissolos Vermelho-amarelos.

Durante a visita a campo foi possível verificar que algumas áreas apresentavam maior capacidade de retenção da água superficial.

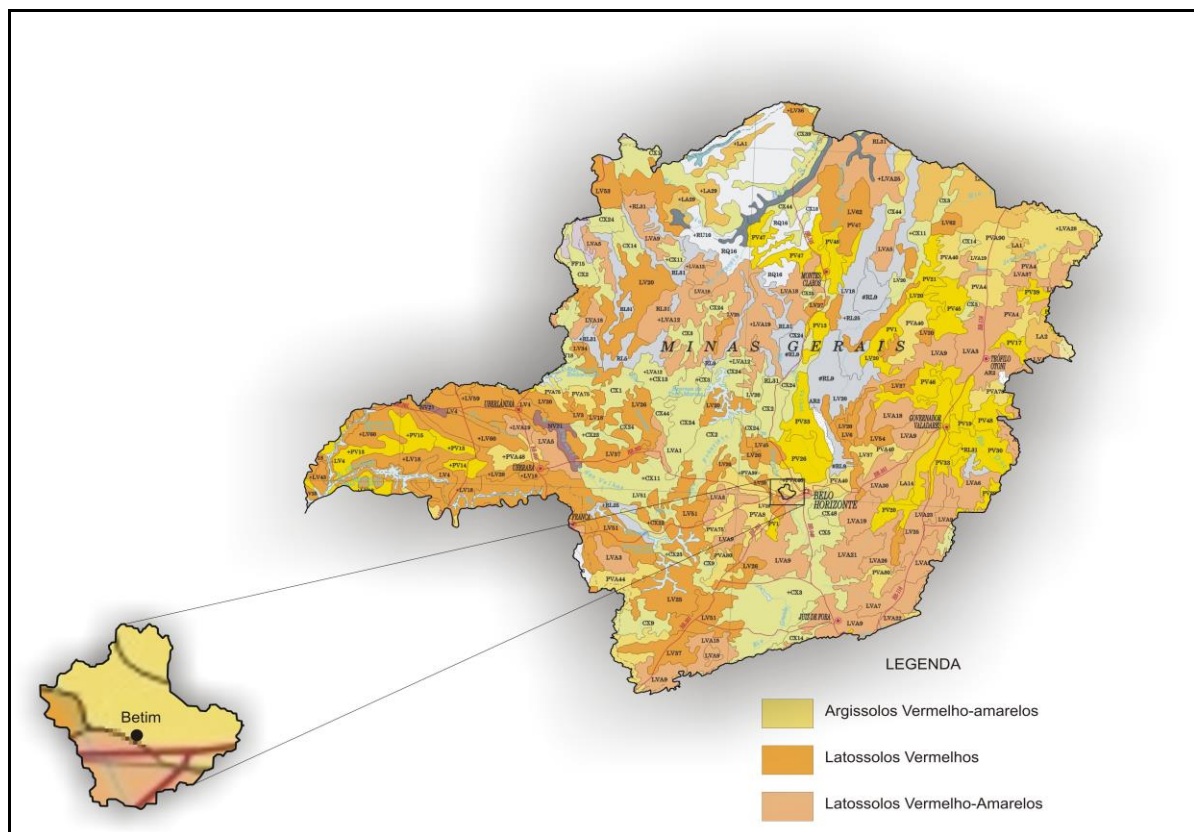
Segundo a Embrapa os argissolos, “São solos medianamente profundos a profundos, moderadamente drenados, com horizonte B textural (horizonte diagnóstico que caracteriza a classe de solo), de cores vermelhas a amarelas e textura argilosa, abaixo de um horizonte A ou E de cores mais claras e textura arenosa ou média, com baixos teores de matéria orgânica.

Relatório Técnico

Apresentam argila de atividade baixa e saturação por bases alta (proporção na qual o complexo de adsorção de um solo está ocupado por cátions alcalinos e alcalino-terrosos, expressa em percentagem, em relação a capacidade de troca de cátions). Desenvolvem-se a partir de diversos materiais de origem, em áreas de relevo plano a montanhoso.

A maioria dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte B (horizonte de máxima iluviação ou de máxima expressão das características do horizonte B) para baixo no perfil. A transição entre os horizontes A e B é, usualmente clara, abrupta ou gradual.”

Figura 4 – Mapa de Solos

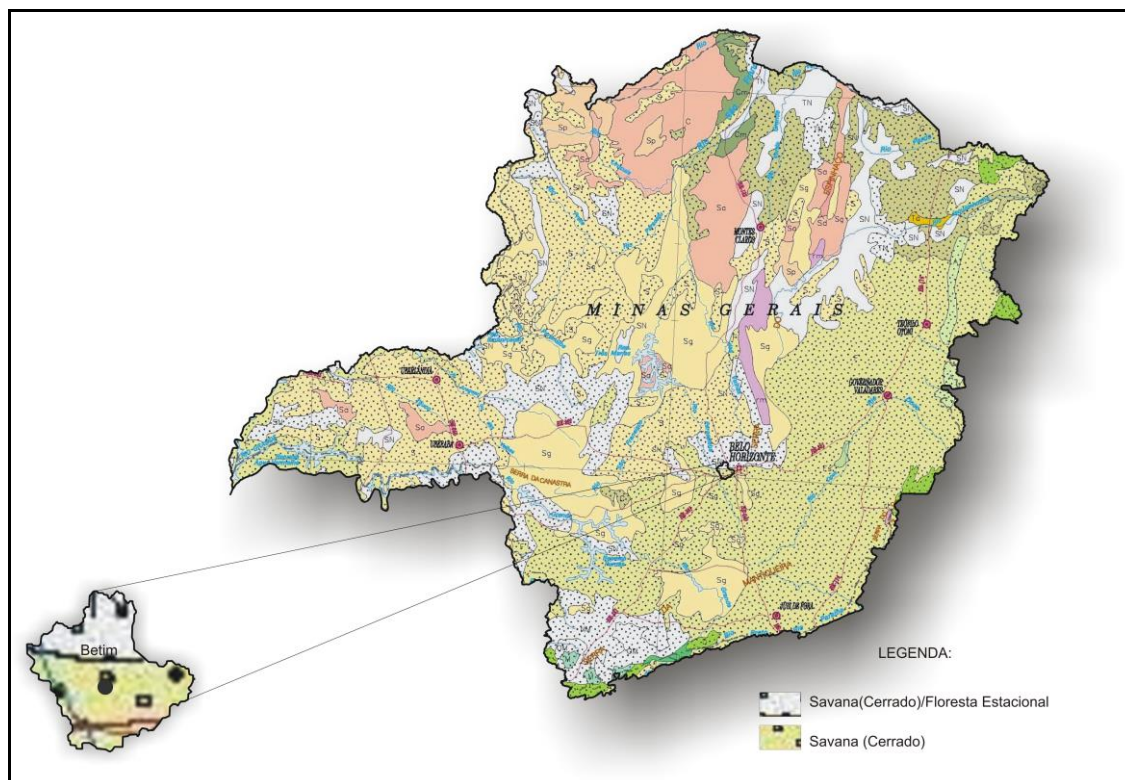


Fonte: Grupo OHL, Relatório de Outorga Obras km 491 a 494 da Rodovia Fernão Dias, 2012

4.1.4 Características da Vegetação

Segundo a classificação do IBGE, o município encontra-se em área de ecótono entre Floresta Estacional Semi-decidual e Cerrado. A região do empreendimento representa bem esta situação, pois apresenta fragmentos de ambos os biomas. A Floresta Estacional Semidecidual caracteriza-se por apresentar queda de 20% a 50% das folhas das espécies arbóreas e arbustivas nos períodos secos.

Figura 5 – Mapa Vegetação



Fonte: Grupo OHL, Relatório de Outorga Obras km 491 a 494 da Rodovia Fernão Dias, 2012

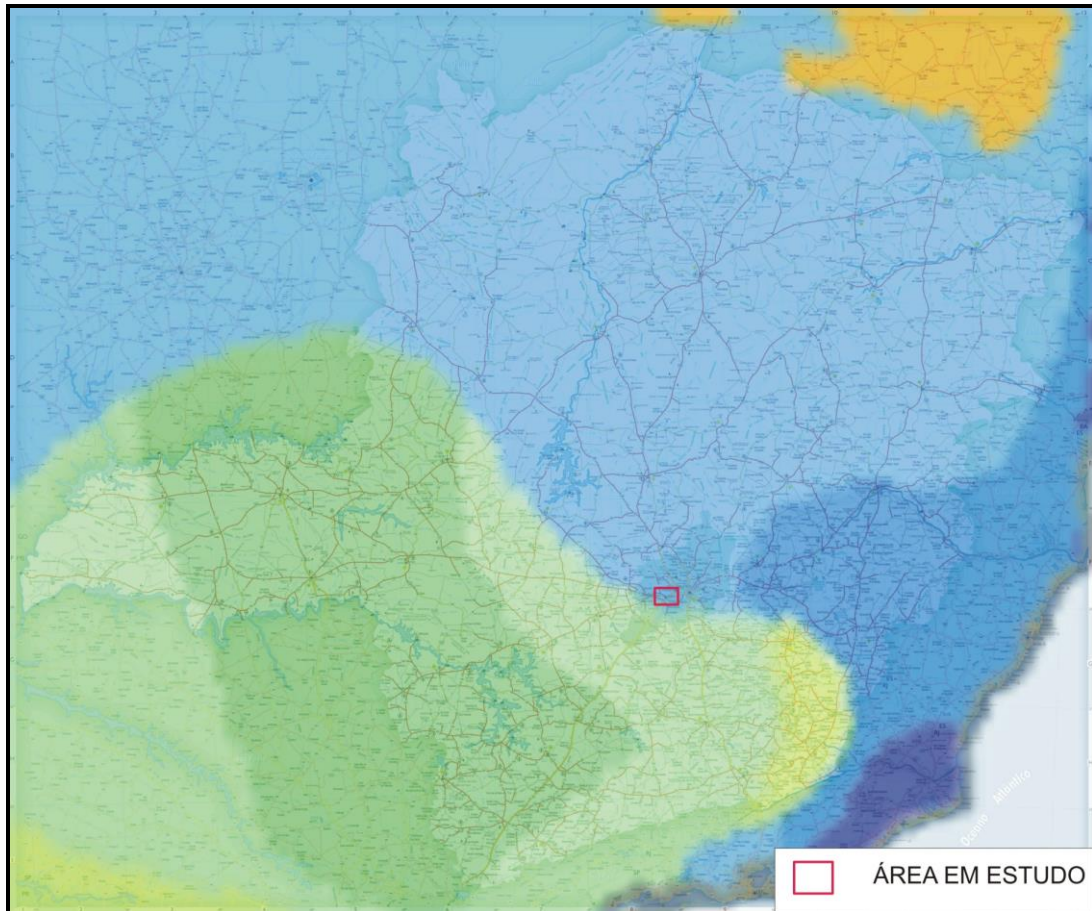
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO REGIME CLIMÁTICO

A área onde o empreendimento estará localizado está inserida, segundo a classificação de Köppen, em uma zona de transição entre os climas Aw e Cw, ou seja, entre Tropical dos Mares de Morros e o clima Tropical de Altitude. A temperatura média anual para a região é de aproximadamente 20,5°C e a umidade relativa do ar varia entre 70% a 80%.

Segundo os dados dos postos pluviométricos, observa-se com relação as taxas de precipitação, que chovem em média 95 dias, sendo a maior parte no verão e que a estação seca é mais ampla e ocorre no inverno. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.480 mm. Não foram observadas alterações significativas com o tempo. O período onde ocorre o maior índice de chuvas é nos meses de Novembro a Janeiro, sendo que em torno de 59% do volume de precipitação anual se concentra neste período.

Relatório Técnico

Figura 6 – Mapa da classificação climática de Koppen



Fonte: Grupo OHL, Relatório de Outorga Obras km 491 a 494 da Rodovia Fernão Dias, 2012

5 ESTUDO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

5.1 CLASSIFICAÇÃO QUANTO ÀS DIMENSÕES DAS BACIAS

Para efetuar estes cálculos são utilizados métodos indiretos baseados nos estudos de intensidade, duração e frequência das chuvas na região objeto de estudos. O método indireto a ser utilizado é função das dimensões da área das bacias hidrográficas, conforme a seguir indicados:

- método racional: áreas $\leq 1 \text{ km}^2$;
- método racional corrigido: áreas $> 1 \text{ km}^2$ até 4 km^2 ;
- método Soil Conservation Service: áreas $> 4 \text{ km}^2$.

5.2 PERÍODOS DE RETORNO

O Manual de calculo de estruturas de drenagem, determina que obras hidráulicas de travessia rodo-ferroviárias podem ser dimensionadas com um tempo de retorno $TR = 50$ anos. Recomenda-se este valor, pois atende tanto as recomendações do DNIT e DER como também as do órgão ambiental por ser este um valor que visa a segurança do bom funcionamento da estrutura.

5.3 MÉTODO RACIONAL

O cálculo da vazão é baseado na fórmula racional:

$$Q = 0.278 \times C \times i \times A$$

Onde:

Q = vazão (m^3/s);

C = coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A = área de drenagem (km^2); e

i = intensidade pluviométrica (mm/h).

5.3.1. Coeficiente de Escoamento Superficial

O Coeficiente de Escoamento Superficial (C) define a fração da precipitação que é escoada pelo solo e que contribui diretamente com o volume de água dos corpos de água. Quanto mais próximo do valor 1 o coeficiente tiver significa que maior é a impermeabilização da bacia.

Foram verificados varios estudos elaborados para a região e foi constatado que para regiões com solo argilo-arenoso de média permeabilidade com vegetação rala, o coeficiente de escoamento superficial recomendado é de $C=0,5$.

Tabela 3 – Coeficientes de Escoamento pelos Eng. Baptista Gariglio e José Paulo Ferrari

TIPO DE SOLO, PERMEABILIDADE E COBERTURA VEGETAL	COEF.DEFLUVIO
1-Solo rochoso, de baixa permeabilidade, com vegetação rala	0,70 a 0,85
2-Solo rochoso, de baixa permeabilidade, com vegetação densa	0,65 a 0,80
3-Solo rochoso, de média permeabilidade, com vegetação rala	0,60 a 0,75
4-Solo rochoso, de média permeabilidade, com vegetação densa	0,55 a 0,70
5-Solo argiloso, de baixa permeabilidade, com vegetação rala	0,50 a 0,65
6-Solo argiloso, de baixa permeabilidade, com vegetação densa	0,45 a 0,60
7-Solo argiloso, de baixa permeabilidade, com floresta	0,40 a 0,55
8-Solo argilo-arenoso, de média permeabilidade, com vegetação rala	0,35 a 0,50
9-Solo argilo-arenoso, de média permeabilidade, com vegetação densa	0,30 a 0,45
10-Solo argilo-arenoso, de média permeabilidade, com floresta	0,25 a 0,40
11-Solo argilo-arenoso, de alta permeabilidade, com vegetação rala	0,20 a 0,35
12-Solo argilo-arenoso, de alta permeabilidade, com vegetação densa	0,15 a 0,30
13-Solo argilo-arenoso, de alta permeabilidade, com floresta	0,10 a 0,25

Fonte: Grupo OHL, Relatório de Outorga Obras km 491 a 494 da Rodovia Fernão Dias, 2012

5.3.2. Tempo de Concentração

O Tempo de Concentração será calculado pela expressão de Kirpich:

$$T_c = 0,95 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

T_c = Tempo de concentração, em h;
L = Extensão do talvegue principal, em km;
H = Desnível máximo, em m.

Tabela 4 – Tempo de concentração

L (km)	H (m)	T _c (h)
0,8425	30	0,210409

O tempo de concentração é de aproximadamente 12 minutos. Para o estudo, foi adotado um tempo de concentração T_c= 15 minutos ou 0,25 h.

6 CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO

O cálculo da vazão de projeto pode ser observado na tabela abaixo:

Tabela 5 - Vazão de projeto

C	i (mm/h)	A (km ²)	Qproj
0,5	175,6446	0,45	7,69

7 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Para o cálculo do funcionamento da estrutura foi utilizado um programa denominado “Hidrowin”, desenvolvido pela UFMG e que, a partir de determinados dados de entrada, calcula o funcionamento da estrutura hidráulica.

Baseado em informações fornecidas pelo empreendedor e em informações sobre a área de estudo, foram feitos os cálculos para implantação de um bueiro do tipo celular simples cujas dimensões são 1,50m x 2,00m. Adotou-se uma declividade de 0,05 m/m, ou seja, declividade igual a 5%. Os dados utilizados para o dimensionamento bem com o seu resultado estão consolidados na tabela abaixo:

Tabela 6 – Dados de entrada

Dados de Entrada	
Vazão afluyente (m ³ /s)	7,69
Coeficiente de Manning	0,015
Declividade (m/m)	0,05
Comprimento do bueiro (m)	70
Largura do bueiro (m)	2,0
Altura do bueiro (m)	1,5

Tabela 7 – Resultados

Resultados	
Tipo de bueiro	BSCC 2,0 x 1,5
Condição de funcionamento hidráulico	Canal
Regime de escoamento do bueiro	Supercrítico
Declividade crítica (m/m)	0,0069
Profundidade crítica (m)	1,41
Vazão admissível (m ³ /s)	12,89
Velocidade de escoamento (m/s)	8,09

8 RECOMENDAÇÕES

Por se tratar de um bueiro de aproximadamente 72,00 metros, recomenda-se haja verificação do estado do bueiro com intervalo máximo de 1 ano. Esta medida visa garantir que o bueiro funcione no regime hidráulico de canal. Caso haja deposição de sedimentos e o bueiro perca 60 cm ou mais de sua altura útil, haverá transição de regime de canal para orifício.


9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bueiro em questão apresenta velocidade de escoamento elevada, por este motivo o a EPO Engenharia dimensionou uma estrutura que fosse capaz de dissipar a energia da água de forma a garantir que a jusante do bueiro não haja nenhum tipo de impacto ao solo e ao meio ambiente.

O empreendimento trará benefícios para a região e para o município. A regularização da ocupação na área pode evitar que ocorram problemas ambientais decorrentes da ocupação urbana não regularizada e sem a infraestrutura necessária.



A estrutura encontra-se dimensionada para atender às necessidades da área e ainda apresenta uma margem de segurança em seu funcionamento, uma vez que esta se enquadra nos critérios técnicos necessários para garantir o bom desempenho hidráulico e ambiental da estrutura.


10 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Nº	Foto	Legenda	Coordenadas
1		<p>Imagem extraída do Google Earth que mostra os dois pontos visitados para elaboração do relatório fotográfico. Observa-se que há a presença de outro loteamento na região onde será implantado o empreendimento.</p>	<p>Ponto 1 581604 E 7793997 N</p> <p>Ponto 2 581698 E 7794056 N</p>

Nº	Foto	Legenda	Coordenadas
2		<p>Trilha que dá acesso à região das futuras obras. É possível observar a presença de degradação ambiental por parte de resíduos provenientes da construção civil.</p>	<p>Ponto 1 581604 E 7793997 N</p>
3		<p>Travessia improvisada para pessoas, provavelmente construída por moradores da região. Neste ponto, vários objetos compõem uma trilha para atravessar o curso d'água. É possível constatar que neste ponto ocorre assoreamento do leito do curso da água.</p>	<p>Ponto 1 581604 E 7793997 N</p>

Nº	Foto	Legenda	Coordenadas
4		<p>Água próxima à travessia improvisada. É possível observar a presença de uma camada de substâncias sob a água. Durante a visita, foi possível verificar que parte destas substâncias compõe uma estrutura cristalina de comum ocorrência em áreas cujo solo apresenta teores elevados de ferro. Na área foram observados alguns bois transitando nas proximidades do ponto onde será instalada a travessia (bueiro).</p>	<p>Ponto 1 581604 E 7793997 N</p>
5		<p>Vista superior da calha do curso de água. A água apresenta alta turbidez e coloração marrom/ferrugem. A velocidade da água no ponto é praticamente zero, indicando uma vazão extremamente baixa quando não há ocorrência de precipitação.</p>	<p>Ponto 2 581698 E 7794056 N</p>

Nº	Foto	Legenda	Coordenadas
6		<p>Foto de vegetação típica de ambientes com grande disponibilidade de água encobrendo toda a área da calha do curso de água a montante do ponto onde serão realizadas as obras.</p>	<p>Ponto 2 581698 E 7794056 N</p>
7		<p>Vista da região próxima à área onde será implantada a travessia-rodoviária (bueiro)</p>	<p>Ponto 2 581698 E 7794056 N</p>

Nº	Foto	Legenda	Coordenadas
8		<p>O ponto indicado pelo número 1 é uma continuação da calha vista na foto número 5. Este ponto número 1 através do canal indicado pelo número 2 trás a água até o ponto ilustrado pela foto número 3.</p>	<p>Ponto 2 581698 E 7794056 N</p>
9		<p>A foto mostra a vegetação nas proximidades do empreendimento.</p>	<p>Ponto 2 581698 E 7794056 N</p>

Nº	Foto	Legenda	Coordenadas
10		<p>Nas proximidades da área do empreendimento há um loteamento como é possível verificar na foto número 1 deste relatório. Este apresenta alguns locais sem cobertura vegetal. É possível observar que o solo exposto é susceptível à erosão.</p>	<p>Ponto 2 581698 E 7794056 N</p>