

## **RELATÓRIO TÉCNICO**

### **Outorga de Água Superficial (Canalização de Curso de Água)**

**Requerente:** Prefeitura Municipal de Timóteo

**Local do Empreendimento:** Distrito Industrial, Bairro Limoeiro,  
Área Urbana do Município de Timóteo – MG. CEP: 35.180-000

**Curso d'água:** Formador do Córrego Limoeiro

**Data:** 06 de Fevereiro de 2008

## **RESPONSABILIDADE TÉCNICA**

**UNIVERSALIS**  
Consultoria, Projetos e Serviços Ltda  
CREA/MG - 31.420

Elmo Nunes  
Engenheiro Florestal  
CREA/MG 57.856-D

Município de Timóteo/MG  
Fevereiro /2008

## 1 – INTRODUÇÃO

Este documento constitui o Relatório Técnico para Outorga de Água Superficial, solicitado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, contendo informações complementares, necessárias à análise da Outorga, para o Empreendimento – Canalização de Curso de Água, localizada no Distrito Industrial, bairro Limoeiro, município de Timóteo – MG.

A canalização é considerada fundamental para o perfeito escoamento hídrico, evitando assim as constantes inundações as indústrias próximas e as vias de acesso das mesmas, não tendo outra alternativa locacional, no curso de água regionalmente conhecido como Formador do Córrego Limoeiro.

O respectivo Empreendimento tem por objetivo regularizar a citada canalização em um trecho de aproximadamente 650 metros no curso de água acima citado. A Prefeitura Municipal irá executar a obra em caráter emergencial, tendo como finalidade regularizar o tráfego, e minimizar transtornos ocasionados em área do Distrito Industrial.

A referida intervenção se faz necessária uma vez que devido às fortes chuvas houve rompimento do canal natural do curso de água e o alagamento das vias de circulação, dificultando o trânsito local e o alagamento de partes das indústrias próximas ao citado trecho.

O relatório foi elaborado com base na legislação ambiental vigente e normas técnicas existentes que tratam do assunto, considerados suficientes para o efetivo controle ambiental da atividade proposta.

## 2 – OBJETIVOS

- Apresentar a descrição e a concepção básica do empreendimento;
- Avaliar os aspectos relativos quanto à interferência no curso de água;
- Solicitar ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, concessão de registro e outorga para o empreendimento citado.

## 3 – CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A canalização é considerada essencial para o Distrito Industrial uma vez que permitira um perfeito escoamento hídrico e melhoria do trânsito, atendendo e solucionando uma antiga reivindicação dos empresários, proporcionando mais conforto e segurança aos usuários. A canalização possui uma extensão de 650 metros, será construída utilizando-se manilha circular de concreto armado com diâmetro de 800 mm.

A prefeitura Municipal buscando apresentar concepções básicas da citada canalização tem por objetivo, estar sempre de acordo com as normas e leis estabelecidas pelos competentes órgãos Federais, Estaduais, Municipais e/ou outras Autarquias, Fundações e Repartições que sejam coligadas à atividade.

### 3.1 - Localização do Empreendimento

A citada canalização relaciona-se à trecho do curso de água regionalmente conhecido como Formador do Córrego Limoeiro, em área interna do Distrito Industrial, Timóteo – MG, região do Vale do Rio Doce - Leste do Estado de Minas Gerais. O acesso a esta área pode ser realizado a partir de Belo Horizonte pela BR 262 e BR 381 até o centro da cidade de Timóteo; do centro, segue em direção ao bairro Limoeiro, neste bairro seguindo pela Avenida Pinheiro, cerca de 500 metros entra a esquerda, passando a seguir por via não pavimentada já no Distrito Industrial, segue até o seu final. A citada canalização deverá abranger toda a área do Distrito, percorrendo todo trecho interno, até interligar com a canalização existente sobre a Avenida Pinheiro.

Como referência citamos o ponto de coordenadas UTM, X = X=752.536,23 e Y=7.836.511,54 (19°33'00" e 42°35'35").

## 3.2 – Diagnóstico Ambiental da Área de Implantação

### 3.2.1 – Meio Abiótico

Geograficamente, o município Timóteo, está inserido na Região da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. O relevo característico da área de intervenção é plano. O relevo faz parte dos Planaltos Dissecados do Centro Sul e do Leste de Minas (CETEC, 1982), a grande unidade geomorfológica representada pelas terras latas que envolvem as áreas mais rebaixadas encontradas ao leste da região, ao longo do Vale do Rio Doce. A evolução do relevo regional foi, portanto, caracterizada pela dissecação (erosão fluvial) de antigas áreas planas mais elevadas. O tipo litológico mais antigo da região é representado pelo Gnaisse biotítico - rochas de idade pré-

cambriana, podendo observar predominância do granito borrachudo – rochas ígneas. O regime pluviométrico, sobre a região, apresenta-se bem definido com um verão chuvoso e um inverno seco; apresentando variação de 1.000 mm a 1.200 mm de precipitação anual; as deficiências hídricas são da ordem de 50 mm a 100 mm, assim como os excedentes hídricos, podem ser de 100 mm a 200 mm (Thomthwaite & Mather - 1955). A temperatura média em graus Celsius apresenta o valor máximo de 28,9°, mínima de 17.1°e compensada de 24°.

### 3.2.2 – Meio Biótico

#### 3.2.2.1 – Vegetação

O município de Timóteo encontra-se sob o domínio da Mata Atlântica. Segundo o "Zoneamento Agroclimático de Minas Gerais - 1980". Em função dos fatores climáticos regionais, assim como, da cobertura florestal possuir de 20 a 50% de suas árvores caducifólias no conjunto florestal, regionalmente esta tipologia é definida como sendo de "Floresta Estacional Semi-decidual". Dentro das diferentes espécies, observadas no município, que caracterizam esta tipologia florestal, podemos citar: *Ficus* sp. (gameleira), *Cecropia* sp. (embaúba), *Chlorophora tinctoria* (tajuba), *Casearia sylvestris* (espeto branco), *Aegiphilla selowiana* (papagaio), *Adananthera collubrina* (angico branco), *Piptadenia* sp. (angico), *Machaerium* sp.(Jacarandá-do-campo), *Piptadenia gonoacantha* (jacaré), *Xanthoxylon rhoifdium* (Angico maminha- de- porca), *Sapium biglandulosum* (leiteira), *Zeyheria tuberculosa* (ipê-preto).

### 3.2.2.2 – Fauna

As peculiaridades climáticas e a distribuição da cobertura florestal regional propiciam a existência de uma fauna diversificada. Como o empreendimento situa-se em área urbanizada, não é observada a presença significativa de fauna local. Todavia, foi levantada a probabilidade de ocorrência das seguintes espécies, a nível regional: Aves: *Columba speciosa* (trucal), *Nyctidromus albicollis* (curiango), *Piaya cayana* (alma de gato), *Cariama cristata* (seriema), *Polyborus plancus* (caracará), *Speotyto cunicularia* (caburé), *Scardafella squammata* (fogo-apagou), *Tangara* sp. (sanhaço), *Volatinia jacarina* (Tisiu), *Zonotrichia capensis* (tico-tico), *Pitangus* sp. (bem-te-vi), *Furnarius rufus* (João de barro), *Colonia colonus* (viuvinha), *sporophila nigricollis* (coleirinha), *Phoeocheastes robustus* (picapau da cabeça vermelha), *Leptotila verreauxi* (juriti), *Guira guira* (anu-branco), *Crotophaga ani* (anu preto), *Turdus rufiventris* (sabiá laranjeira), *Phaethornis petrei* (beija-flor), *Aratinga leucophthalmus* (maritaca), *Dendrocygna viduata* (marreco), *Vanellus chilensis* (quero-quero).

Mamíferos: *Dusicyon vetulus* (raposa), *Dasyus novemcinctus* (tatu-galinha), *Sylvilagus brasiliensis* (coelho do mato), *Didelphis marsupialis* (gambá), *Cavia* sp. (preá), *Gryzonys* spp. (rato do mato).

Répteis: *Tupinambis tequixim* (teiu), *Bothrops* spp (Jaracuçu-tapete), *Bothrops jararaca* (jararaca), *Lachesis muta* (surucucu).

Fauna Aquática: *Astyanax bimaculatus* (lambari), *Oligosarcus solitarius* (lambari bocarra), *Brycon* cf, *devillei* (piabanha), *Hoplias malabaricus* (traíra), *Rhamdia* sp (bagre), *Geophagus brasiliensis* (cará).

### 3.3 – Caracterização Técnica do Empreendimento.

O Empreendimento refere-se à canalização de curso de água denominado Formador do Córrego Limoeiro, situada em área interna do Distrito Industrial do bairro Limoeiro, em área urbana do município.

#### 3.3.1 - Vazão do Formador do Formador do Córrego Limoeiro – (Calculada em 06 de fevereiro de 2008).

Para se caracterizar a vazão neste curso d'água, em função das dificuldades locais, tornando-se impraticável a medição direta, utilizou-se o método do flutuador. Os flutuadores são dispositivos com características tais que lhes permitam adquirir a mesma velocidade da água em que flutuam.

Dentre os três tipos de flutuadores usados, o mais simples é o superficial, que mede a velocidade da superfície da corrente líquida. Ele pode ser uma pequena bola ou um outro objeto de densidade menor que a da água. A inconveniência apresentada por este tipo de flutuador é devida ao fato de seu deslocamento ser muito influenciado pelo vento e pelas correntes secundárias.

A vazão, usando-se o flutuador, será determinada pela equação da continuidade:

$$Q = A \cdot V$$

Onde:

$$Q = \text{Vazão (m}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{Área da Seção Transversal (m}^2\text{)}$$

V = Velocidade superficial (m/s)

#### Determinação da Velocidade Média

- ✓ Foi escolhido um trecho mais reto e uniforme do curso d'água com um intervalo de 10,00 m (dez metros );
- ✓ Foi realizada a limpeza nas margens e no fundo do trecho escolhido e no início, ponto A, e no fim deste, ponto B, colocado uma tábua transversal a corrente, para observar com melhor clareza a passagem do flutuador;
- ✓ O flutuador foi solto à montante do ponto A;
- ✓ Foi determinado o tempo gasto pelo flutuador ao percorrer de A para B, foram realizadas 20 (vinte) medições e identificado o tempo médio;
- ✓ De posse do espaço (comprimento do trecho) e do tempo médio, foi calculada a velocidade de deslocamento do flutuador:

$$V = e / t_m$$

Onde:

V = velocidade (m/s)

E = espaço (10,00 metros)

t<sub>m</sub> = tempo médio (16,8 segundos)

Assim:

$$V = 0,5952 \text{ m/s}$$

A velocidade determinada não é a média, porque a velocidade superficial, onde o flutuador se desloca, é diferente da velocidade média. Para

obtermos a velocidade média, aplicamos fatores de correção na velocidade superficial determinada em função da natureza das paredes.

Fatores de correção

- ✓ Canais com paredes lisas, ex: cimento.

$$V_m = (0,85 \text{ a } 0,95) V$$

- ✓ Canais com paredes pouco lisas, ex.: canais de terra, para irrigação.

$$V_m = (0,75 \text{ a } 0,85) V$$

- ✓ Canais com paredes irregulares e/ou com vegetação nas paredes.

$$V_m = (0,65 \text{ a } 0,75) V$$

em que:

$V_m$  é a velocidade média;

$V$ , a velocidade superficial.

Assim:

$$V_m = 0,70 \times V$$

$$V_m = 0,4166 \text{ m/s}$$

Determinação da Seção Transversal Média

Foi determinada a área de 3 (três) seções no trecho considerado: Uma no início, outra no fim e uma outra intermediária. Trata-se à média das áreas, obtendo-se a área média das seções.

- ✓ A determinação da área transversal do curso d'água foi calculada através de sub-seções, baseando na forma geométrica mais próxima (triângulo, retângulo, trapézio, etc.);
- ✓ Para a área total da seção transversal foi considerada a soma das áreas das subseções.

Assim:

$$ASTm = (Aa + Ai + Ab) / 3$$

Onde:

ASTm = área da seção transversal média

Aa = área da seção transversal no ponto A (0,0287m<sup>2</sup>)

Ai = área da seção transversal no ponto intermediário (0,0303 m<sup>2</sup>)

Ab = área da seção transversal no ponto B (0,0515 m<sup>2</sup>)

Logo:

$$ASTm = 0,03683 \text{ m}^2$$

Portanto, a Vazão do córrego Limoeiro no ponto da travessia é determinada pela seguinte equação:

$$Q = ASTm \cdot Vm$$

$$Q = 0,01534 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.3.2 - Vazão Característica Mínima Residual, Média de Longo Termo e Máxima do formador córrego Limoeiro – (Fonte: Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais, Copasa / Hidrossistemas, 1993).

Estando o ponto da Canalização situado nas coordenadas UTM, X= 752.536,23 e Y= 7.836.511,54 – (Latitude = 19°33'00" e Longitude = 42°35'35"), foi caracterizada a Tipologia Regional Homogenia 211 (mapa do anexo 6) e um Rendimento Específico Médio Mensal – Mínimas com 10 anos de Recorrência de 3,0 litros/segundo. Km<sup>2</sup> (Re<sub>10,M</sub> - mapa do anexo 6).

A Área da Bacia Hidrográfica (Ad) a montante do ponto de barramento é de 1,84 Km<sup>2</sup>.

A Vazão Mínima de Duração Mensal e Recorrência Decendial (Q<sub>10,M</sub>), foi determinada pela seguinte equação:

$$Q_{10,M} = Re_{10,M} \cdot Ad, \text{ onde:}$$

$$Q_{10,M} = 3,0 \text{ L/s. Km}^2 \cdot 1,16 \text{ Km}^2$$

$$Q_{10,M} = 3,48 \text{ L/s}$$

O Fator de Proporção Fornecido pela Função de Inferência Regionalizada, foi determinado pela seguinte equação:

$$F_{10,7} = \alpha + \beta \cdot \Gamma^7$$

Utilizando valores paramétricos tabelados para a função de inferência (anexo 3), onde:

$$\alpha = 0,465547$$

$$\beta = 0,402812$$

$$\Gamma = 1,007099$$

logo:

$$F_{10,7} = 0,8888$$

Logo, a Vazão Mínima Natural de Dez Anos de Recorrência e Sete Dias de Duração ( $Q_{10,7}$ ), foi determinada pela e expressão:

$$Q_{10,7} = F_{10,7} \cdot Q_{10,M}$$

Onde:

$$Q_{10,7} = 0,8888 \cdot 3,48 \text{ L/s}$$

$$Q_{10,7} = 3,093 \text{ Litros / segundo, ou seja, } 0,00309 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Sendo:

$$30\% \text{ de } Q_{10,7} = 0,9279 \text{ Litros / segundo, ou seja, } 0,0009279 \text{ m}^3 / \text{s}.$$

Para a determinação da Vazão Média de Longo Termo - ( $Q_{MLT}$ ), o Rendimento Específico Médio de Longo Termo apresenta-se com rendimento entre 10 e 15 litros/segundo, ou seja, um de  $Re = 12,50$  litros/segundo.  $\text{Km}^2$  (mapa do anexo 6).

A Vazão Média de Longo Termo - ( $Q_{MLT}$ ), foi determinada pela seguinte equação:

$$Q_{MLT} = Re \cdot Ad \cdot F_{10,7}$$

onde:

$$Q_{MLT} = 12,5 \text{ L/s} \cdot \text{Km}^2 \cdot 1,16 \text{Km}^2 \cdot 0,8888$$

$$Q_{MLT} = 12,8876 \text{ L/s} , \text{ ou seja, } 0,01288 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Para a determinação da Vazão Máxima de Duração Mensal e Recorrência Decendial, o Rendimento Específico Médio Mensal – Máximas com 10 anos de Recorrência identificado é de  $Re = 30 \text{ L/s} \cdot \text{Km}^2$  (mapa do anexo 6).

A Vazão Máxima de Duração Mensal e Recorrência Decendial ( $Q_{10,Max}$ ), foi determinada pela seguinte equação:

$$Q_{10Max} = Re \cdot Ad \cdot F_{10,7}$$

onde:

$$Q_{10Max} = 30,0 \text{ L/s} \cdot \text{Km}^2 \cdot 1,16 \text{ Km}^2 \cdot 0,8888$$

$$Q_{10Max} = 30,930 \text{ L/s} , \text{ ou seja, } 0,0309 \text{ m}^3 / \text{s}$$

#### 4 - EM SEQUÊNCIA APRESENTAMOS OUTROS CÁLCULOS DE VAZÃO MÁXIMA DE PROJETO PARA A CANALIZAÇÃO - CONSIDERAÇÕES”

Em seqüência, apresentamos outro CÁLCULO DE VAZÃO MÁXIMA DE PROJETO através do método racional. Este permite a determinação da vazão máxima de escoamento superficial de pequenas bacias (50 a 500 ha) sendo a vazão máxima expressa pela equação (MATOS, 2003):

$$Q_{\max} = \frac{C i_m A}{360}, \text{ onde:}$$

$Q_{\max}$  = vazão máxima de escoamento superficial ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

C = coeficiente de escoamento superficial, adimensional.

$i_m$  = intensidade máxima de precipitação para uma duração igual ao tempo de concentração ( $\text{mm}/\text{h}$ )

A = área da bacia de drenagem (ha)

Para o coeficiente de escoamento superficial (C), foi considerado um dado intermediário aos valores relativos a uma área onde predomina, superfícies arborizadas, sem pavimentação, etc, de 0,25.

#### 4.1 – Tempo de Concentração

A equação de Vem Te Chow foi utilizada para o cálculo do tempo de concentração pelo fato de poder ser usada para áreas de drenagem com até  $24,3\text{Km}^2$ .

$$T_c = 52,64 \times (L / i^{0,5})^{0,64} \text{ (min)}$$

Em que:

L = comprimento horizontal do talvegue, Km :

i = Declividade média do talvegue,  $\text{m Km}^{-1}$

Para a bacia em questão os valores de L e i são respectivamente  $1,84 \text{ Km}$  e  $81,52 \text{ m.Km}^{-1}$ .

Então:

$$T_c = 52,64 \times (1,84 / 81,52^{0,5})^{0,64}$$

$$T_c = 19,02 \text{ min}$$

#### 4.2 - Intensidade máxima de precipitação (i)

Assim, adotando-se  $t_c = t$  e um Tempo de Retorno (TR) de 10 anos determinou-se a intensidade máxima da precipitação ( $i_m$ ), pela seguinte equação:

$$i_m = \frac{KT^a}{(t+b)^c}, \text{ em que:}$$

$i_m$  = intensidade máxima média de precipitação, mm/h;

T = período de retorno, anos;

t = duração da precipitação, min; e

K, a, b, c = parâmetros relativos à localidade, determinados com o uso do programa Plúvio 2.1, para as coordenadas específicas (dados em anexo).

$$i_m = 133,01 \text{ mm/h}$$

De posse desses valores, determinou-se à vazão máxima de escoamento superficial:

$$Q_{\max} = 0,107 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sendo esta, a vazão de projeto.

## 5 - CÁLCULO DA VAZÃO SUPORTADA PELA CANALIZAÇÃO

Atualmente a canalização a jusante do ponto apresenta-se de forma circular, utilizando-se manilhas de 120 mm. Todavia, se pretende para esse trecho utilizar manilhas de 80.mm ( $n=0,0150$ ), com uma declividade de 1,0 % cuja equação de capacidade de vazão é dada por:

$$Q_{\text{máx}} = A \times R_h^{0.667} \times i^{0.5} / n$$

Onde:  $Q_{\text{máx}}$  = vazão em  $\text{m}^3/\text{s}$

$A$  = área da seção transversal em  $\text{m}^2$

$R_h$  = raio hidráulico ( $A/P$ ) em m

$i$  = declividade longitudinal do canal em m/m

$n$  = coeficiente de rugosidade de Manning

Então, a vazão suportada pelo vertedouro de emergência é de:

$$Q_{\text{máx}} = 0,4044 \times 0,2412^{0.667} \times 0,0100^{0.5} / 0,0150$$

$$Q_{\text{máx}} = 1,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ou seja, a vazão suportada pela estrutura do canal de  $1,05 \text{ m}^3/\text{s}$  é significativamente superior à vazão de projeto que é de  $0,107 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 6 – JUSTIFICATIVA DA CANALIZAÇÃO

O respectivo Empreendimento tem por objetivo regularizar situação de ocupação antrópica consolidada em área do Distrito Industrial, atendendo a solicitação das diferentes empresas que ocupam a área. A administração municipal espera que com a conclusão dessa obra, possa estar sanando uma série de transtornos ocasionados quando do período das chuvas.

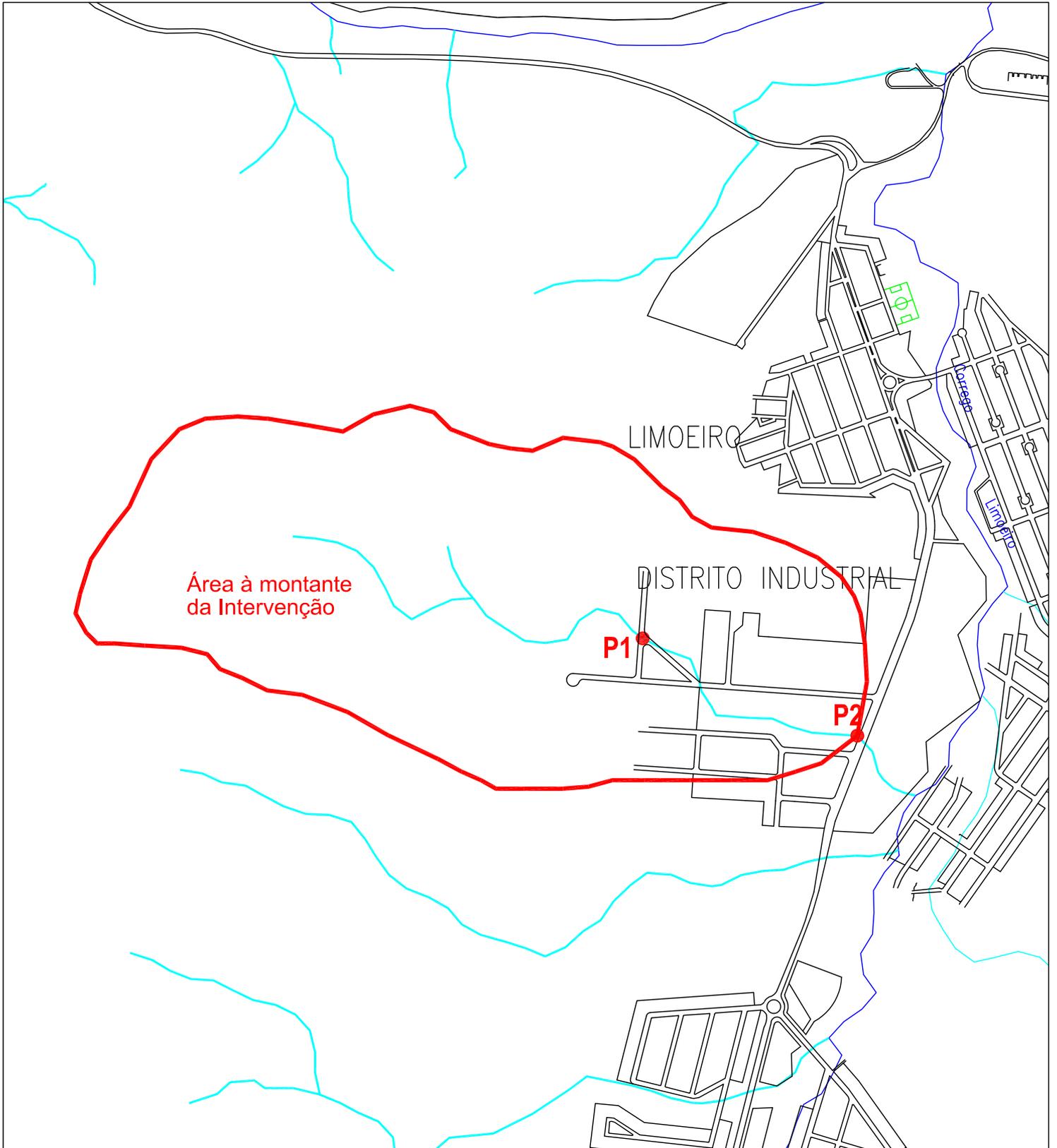
Quanto aos dados hídricos, observa-se que a Vazão Calculada pelo Método de Medição Direta ( $Q = 0,01534 \text{ m}^3/\text{s}$ ) é superior à Vazão Característica Mínima Residual ( $Q_{10,7} = 0,00309 \text{ m}^3 / \text{s}$ ) e à Média de Longo Termo ( $Q_{\text{MLT}} = 0,01288 \text{ m}^3 / \text{s}$ ) e ainda inferior à Vazão Máxima de Duração Mensal e Recorrência Decendial ( $Q_{10\text{Max}} = 0,0309 \text{ m}^3 / \text{s}$ ) - (Fonte: Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais, Copasa / Hidrossistemas, 1993).

Sendo assim, considerando ainda outra proposta de cálculo, para a determinação da vazão de projeto (Parâmetros K, a, b e c - software Plúvio2.1 desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa) foi identificada uma  $Q_p = 0,107 \text{ m}^3/\text{s}$ , muito superior a Vazão Máxima anteriormente identificada, assim como, da calculada diretamente no período.

Considerando então esta vazão de projeto ( $Q_p$ ), e visando conhecer a capacidade suporte da canalização, através da equação de capacidade da vazão, identificamos  $Q_{\text{máx}} = 1,05 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Isto posto, entende-se que a estrutura atende com muita segurança a vazão máxima do projeto, sendo que esta é muito além da realidade do referido curso de água.

**PLANTA DE SITUAÇÃO DE OUTORGA DE ÁGUA SUPERFICIAL  
DISTRITO INDUSTRIAL - TIMÓTEO/MG.  
- PREFEITURA MUNICIPAL DE TIMÓTEO -**



Sem escala

**Convenções:**

Ponto de início da intervenção (P1): X = 752.536,23 e Y = 7.836.511,54

Ponto final da intervenção (P2): X = 753.038,35 e Y = 7.836.281,97

Área à montante do ponto da Intervenção: 1,16 Km<sup>2</sup>

Trecho da Intervenção: 650 metros

Comprimento da Microbacia: 1.840,79 metros ou 1,84 Km

DN médio: 81,52 m/Km