

**DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM  
DO DISTRITO FEDERAL- DER/DF  
SUPERINTENDÊNCIA TÉCNICA - SUTEC**

**ELABORAÇÃO DE PROJETO BÁSICO PARA  
IMPLANTAÇÃO DO ANEL VIÁRIO DO DISTRITO FEDERAL**

**Rodovia : DF – 205**

**Trecho : Entrº GO-206 (Divisa GO/DF) - Entrº GO-430 (Divisa DF/GO))**

**Extensão: 78,7 km**

**VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO BÁSICO**

**TOMO II**

**OUTUBRO / 2018**

**DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM  
DO DISTRITO FEDERAL- DER/DF  
SUPERINTENDÊNCIA TÉCNICA - SUTEC**

**Rodovia : DF – 205**  
**Extensão : 78,7 km**  
**Supervisão : SUTEC/DER-DF**  
**Coordenação : Comissão de Coordenação e Acompanhamento - CCA**  
**Contrato : N° 006/2015**  
**Processo : N° 113.000.942/2014**  
**Elaboração : Strata Engenharia Ltda.**  
**Edital : N° 002/2014**

## ***SUMÁRIO***

---

## SUMÁRIO

### TOMO I

1 - APRESENTAÇÃO.....	1
2 – MAPA DE SITUAÇÃO.....	3
3 - ESTUDOS REALIZADOS.....	5
3.1 – Estudos de Tráfego, Capacidade e Níveis de Serviço.....	6

### TOMO II

3.2 – Estudos Hidrológicos.....	434
3.3 – Estudos de Traçado .....	489
3.4 – Estudos Topográficos .....	493

### TOMO III

3.5 – Estudos Geotécnicos.....	592
3.6 – Estudos Geológicos .....	964

### TOMO IV

4 – PROJETOS BÁSICOS.....	987
4.1 – Projeto Geométrico Básico.....	988
4.2 – Projeto Básico de Terraplenagem.....	1262
4.3 – Projeto Básico de Drenagem .....	1270

### TOMO V

4.4 - Projeto Básico de Pavimentação .....	1279
--	------

### TOMO VI

4.5 - Projeto Básico de OAE's .....	1706
4.6 - Projeto Básico Interseções .....	1710
4.7 - Projeto Básico de Sinalização .....	1718
4.8 - Projeto Básico de Obras Complementares .....	1729
4.9 - Projeto de Desapropriação .....	1731
4.10 – Projeto Básico de Canteiro de Obras .....	1733
4.11 – Componente Ambiental .....	1736
5 - QUANTITATIVOS .....	1987
5.1 – Quadro de Quantidades .....	1988
5.2 – Quadro Demonstrativo das Quantidades de Pavimentação.....	1995
5.3 – Quadro Consumo de Materiais .....	2042

5.4 – Quadro DMT .....	2045
5.5 – Diagrama de Ocorrência de Materiais .....	2047
6 – TERMO DE ENCERRAMENTO .....	2049

## ***1 – APRESENTAÇÃO***

---

A **Strata Engenharia** apresenta ao Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal – DER/DF, o **Volume 1 - Relatório do Projeto Básico** da rodovia **DF-205**, integrante do Anel Viário do Distrito Federal, para o trecho indicado a seguir. O presente relatório é apresentado em conformidade com o Termo de Referência do Edital nº 002/2014 e corresponde ao Produto "C-2" da Fase C, parte integrante do Contrato nº 006/2015.

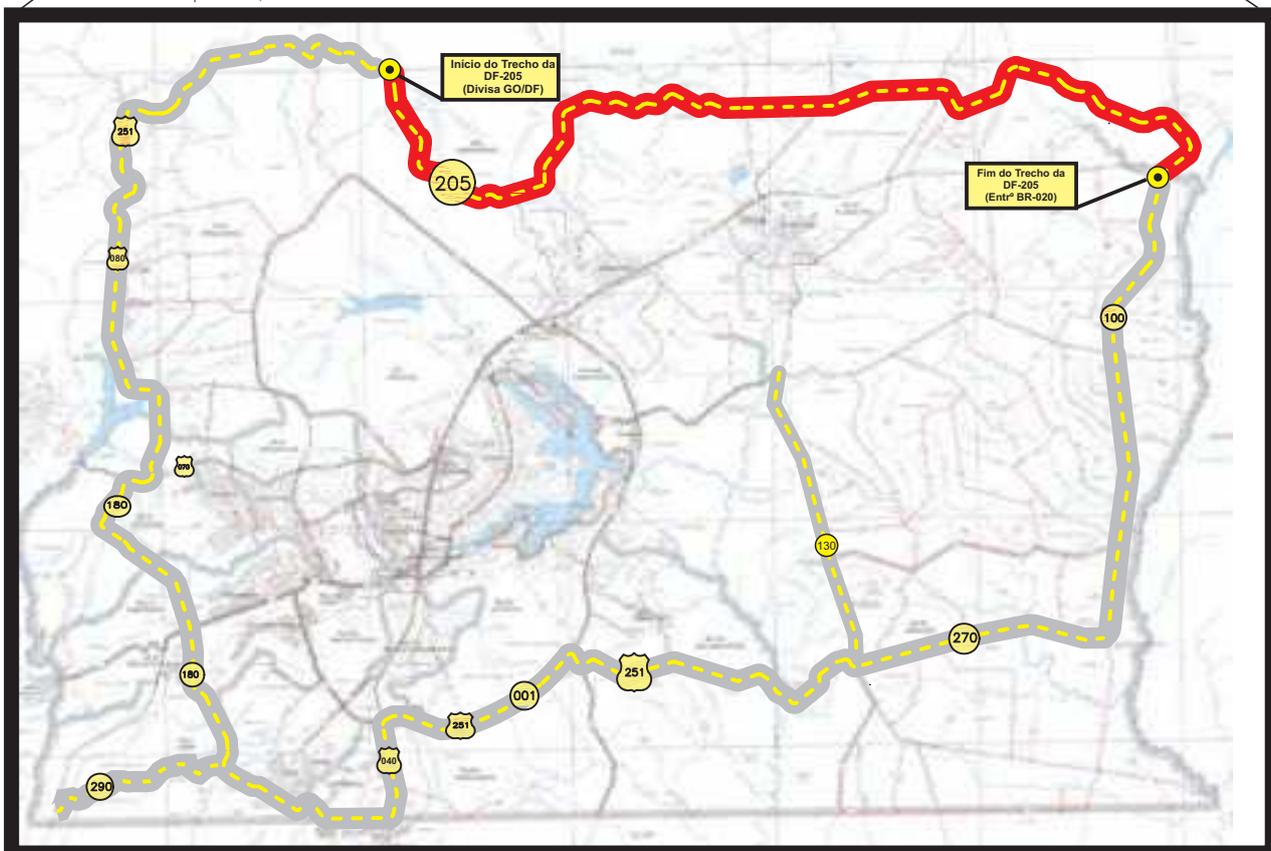
- **Lote** : **Único**
- **Rodovia** : **DF-205**
- **Trecho** : **Entrº GO-206 (Divisa GO/DF) - Entrº GO-430 (Divisa DF/GO)**
- **Extensão** : **78,7 km**



Paulo Romeu Assunção Gontijo  
Coordenador Geral

## ***2 – MAPA DE SITUAÇÃO***

---



Rodovia: DF-205  
 Trecho: Entrº GO-206 / Entrº GO-430  
 Extensão: 78,7 km

Projeto Básico de Engenharia

**MAPA DE SITUAÇÃO**

## ***3.2 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS***

---

### 3.2.1 - Introdução

Os Estudos Hidrológicos foram procedidos com a finalidade de identificar e qualificar as circunstâncias climáticas, pluviométricas e hídricas da área onde se localiza o Anel Viário do Distrito Federal, e balizar-se a aplicação de modelos pluviais que proporcionem parâmetros para o dimensionamento das obras de drenagem nas rodovias integrantes do projeto.

Nesses trabalhos foram considerados os seguintes itens:

- coleta de dados;
- clima e pluviometria na área do projeto;
- definição do modelo de chuvas a ser utilizado no projeto;
- delimitação e determinação das características das bacias hidrográficas;
- estimativas das descargas máximas nas bacias hidrográficas;
- resultados obtidos.

### 3.2.2 - Coleta de Dados

A coleta de dados para os estudos hidrológicos foi desenvolvida com a finalidade de permitir a caracterização climática e pluviométrica na área do projeto e o levantamento das condicionantes topográficas e geomorfológicas das bacias interceptadas.

Foram obtidos diversos elementos, conforme itens abaixo:

- alturas mensais de chuva, fornecidas pela Agência Nacional de Águas (ANA), cujas informações são disponibilizadas pela internet em seu serviço denominado Hidroweb, dos seguintes postos:

Código	Posto	Município	Nº de Observações
1548013	Fazenda Santa Elisa	Brasília	19
1547015	ETE Sobradinho	Brasília	35
1547017	Santa Maria	Brasília	29
1547009	ETE Norte	Brasília	36
1547011	Colégio Agrícola	Brasília	36

- Dados climáticos para o posto de Goiânia (Estação Goiânia 83423 - Código 01649013), conforme discriminação a seguir, para o período março de 1992 a maio de 1993 e janeiro de 1996 a junho de 1996; temperatura do ar, água e solo; vento; evaporação; insolação, umidade e pressão;
- Levantamento de equações de chuvas e tabelas em função da intensidade e duração elaboradas especificamente para Brasília pelo Engenheiro Antônio Raimundo S. R. Coimbra
- Levantamentos na obra “Chuvas Intensas no Brasil”, de Otto Pfafstetter, dos postos dotados de pluviógrafos mais próximos à região onde se localiza o trecho em estudo;
- Levantamentos e estudos de modelos de precipitação desenvolvidos pelo Engenheiro José Jaime Taborga Torrico na obra “Práticas Hidrológicas”.
- Caracterização climática da área de interesse a partir da obra “Geografia do Brasil - Região Centro-Oeste”, da Fundação IBGE;

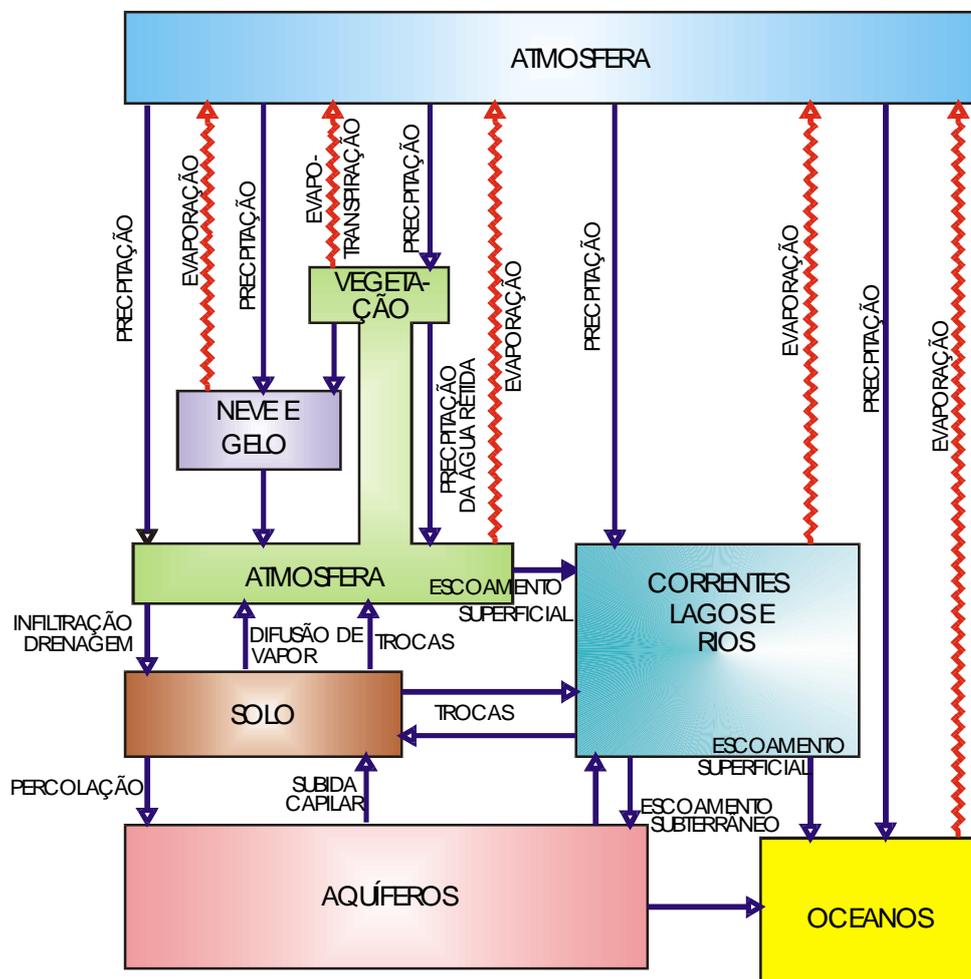
### 3.2.3 - Clima e Pluviometria na Área do Projeto

De acordo com o “United States Federal Council of Science” a hidrologia é definida como a ciência que trata da água na terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e suas relações com a vida.

O conceito do ciclo hidrológico é interessante no sentido de apresentar uma visão geral das transformações e aspectos que regem a ocorrência da água na terra. A figura 1 apresenta uma visão geral desse ciclo, do ponto de vista do engenheiro.

Considerando o início do ciclo com a evaporação da água dos oceanos, o vapor resultante é transportado através dos movimentos das massas de ar e, em seguida, sob determinadas condições de temperatura e pressão é condensado formando as nuvens. Estas por sua vez podem gerar precipitação. A água que cai no solo em parte é retida pelas plantas e suas raízes, em parte escorre sobre o terreno pela ação das forças da gravidade e em parte infiltra, para formar os aquíferos subterrâneos. Deve-se também observar que parte da água retida pelas plantas retorna a atmosfera por evapotranspiração. Parte ainda se evapora diretamente do solo e as águas subterrâneas também escoam segundo a ação das forças da gravidade.

FIGURA 1 - CICLO HIDROLÓGICO



Através de textos e dados coletados referentes ao clima, se busca um entendimento desse fenômeno e a sua manifestação na área atravessada pela rodovia, como precipitações, temperaturas, etc. Como se sabe a precipitação, por exemplo, é um fenômeno explicado pelo entendimento do clima, que depende este de fatores estáticos (topografia, altitudes, longitudes, latitudes, presença de serras, vales, etc.) e de fatores dinâmicos como as correntes de circulação atmosférica (os anticiclones, as correntes perturbadas, etc.).

Assim, acredita-se que uma compreensão mínima dos aspectos inerentes ao clima é desejável para se estudar as precipitações e determinar postos ou modelos pluviográficos aplicáveis a uma região.

### 3.2.3.1 - Clima e Temperatura

Segundo Edmon Nimer a região Centro-Oeste brasileira, onde se localiza o trecho em estudos se caracteriza por apresentar uma uniformidade regional da marcha estacional da precipitação pluviométrica, com máximo no verão e mínimo no inverno, e uma diversidade térmica ao longo de seu território, decorrente da grande variação da latitude e da oposição entre as altitudes das superfícies baixas (menos de 200 metros), das chapadas sedimentares (700 a 900 metros) e das superfícies cristalinas (900 a mais de 1.200 metros).

Deste modo, o mecanismo atmosférico (fator dinâmico) constitui o fator regional que assegura uma certa homogeneidade climática, enquanto o relevo, com variação de altitudes, e a variação latitudinal, proporcionam heterogeneidade.

Durante todo o ano sopram ventos de Nordeste e Leste do anticiclone subtropical semifixo do Atlântico Sul, que representam tempo estável e ensolarado.

Essa situação é afetada por bruscas mudanças decorrentes de diversos sistemas de circulação ou correntes perturbadas, como:

- sistemas de correntes perturbadas de oeste (linhas de instabilidade tropicais);
- sistema de correntes perturbadas de norte - da convergência intertropical;
- sistemas de correntes perturbadas de sul - do anticiclone polar e frente polar.

O Distrito Federal, onde se situa os trechos em estudos, encontra-se em área de clima classificado como Tropical Quente Semi-Úmido com 4 a 5 meses secos (figura 2).



A continentalidade impede a interferência de influências marítimas, sendo então as variações de temperatura decorrentes, conforme já mencionado, da variação latitudinal e da variação da altitude. As temperaturas médias variam de 26°C, no extremo norte a 22°C no extremo sul da região e apresentam variações em termos de altitudes como por exemplo valores entre 22°C e 20°C e até menos de 20°C nas superfícies cristalinas elevadas. A via em estudos se localiza em área de temperatura média do ano em torno de 20 a 22°C (Figura 3).

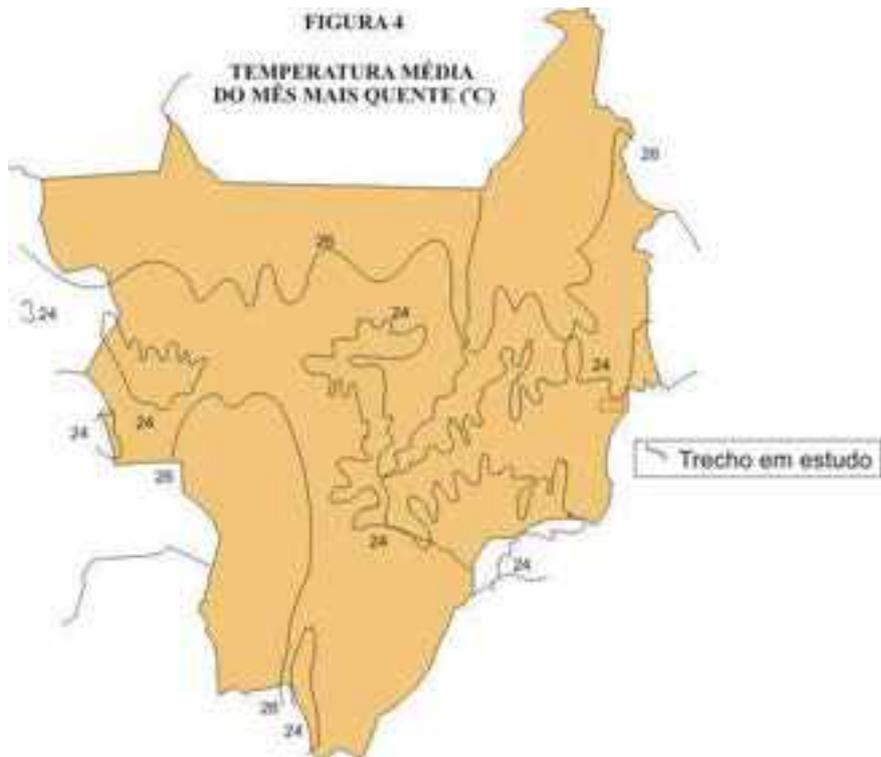
**FIGURA 3**  
**TEMPERATURA MÉDIA DO ANO (°C)**

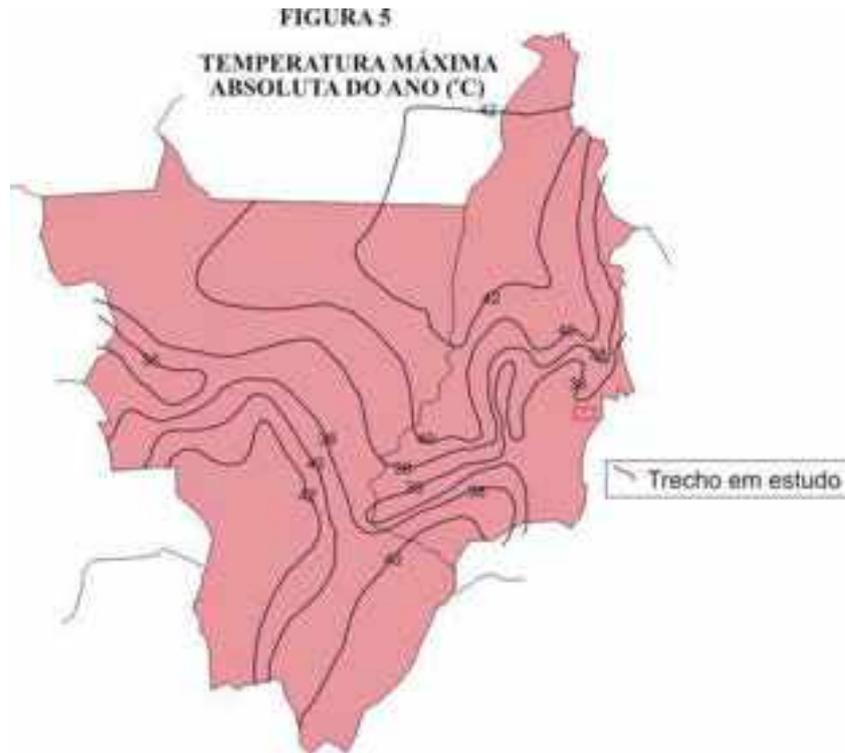


Durante o semestre primavera-verão as temperaturas se mantêm quase que constantemente elevadas. O mês mais quente em quase toda a região corresponde a setembro ou outubro. Essas médias são da ordem de 26° a 28°C ao norte, 26° a 24°C no centro sul (nas superfícies baixas) e inferior a 24°C nas superfícies elevadas.

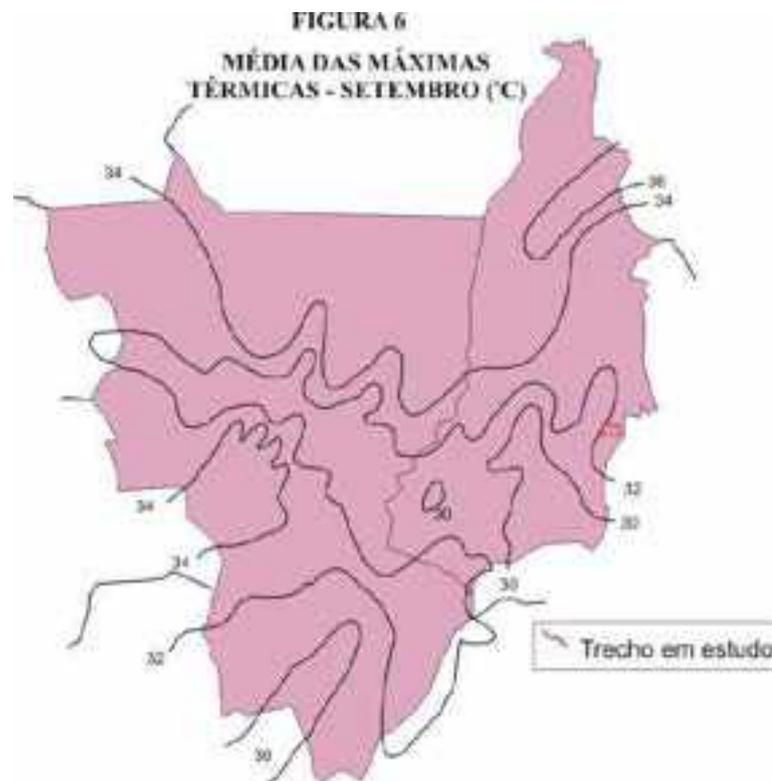
Na área onde se localiza a via DF-205 a temperatura média do mês mais quente se situa na faixa de 24°C e a temperatura máxima absoluta do ano é da ordem de 36°C. As figuras 4 e 5 a seguir mostram as variações da temperatura média do mês mais quente na região e da temperatura máxima absoluta do ano.

**FIGURA 4**  
**TEMPERATURA MÉDIA DO MÊS MAIS QUENTE (°C)**

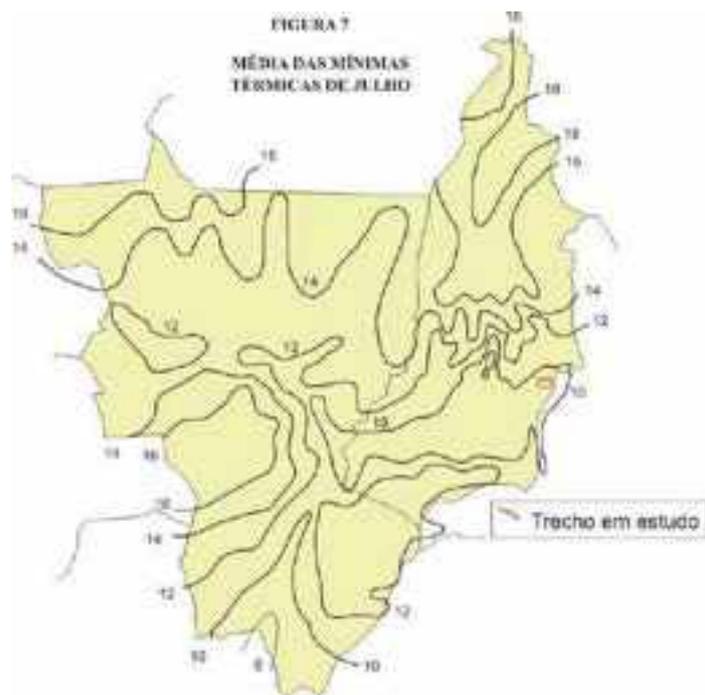




A distribuição geográfica das médias das máximas de setembro mostra valores da ordem de 32°C na área do trecho em estudos (figura 6).



As temperaturas baixas do inverno na região são provocadas pelo anticiclone polar, sucedendo a passagem de frentes frias. Ocorrem também com menor frequência o fenômeno das “friagens”, mas estas geralmente não permanecem por mais de dois dias, em virtude, em parte, da absorção do anticiclone polar por parte do anticiclone tropical.

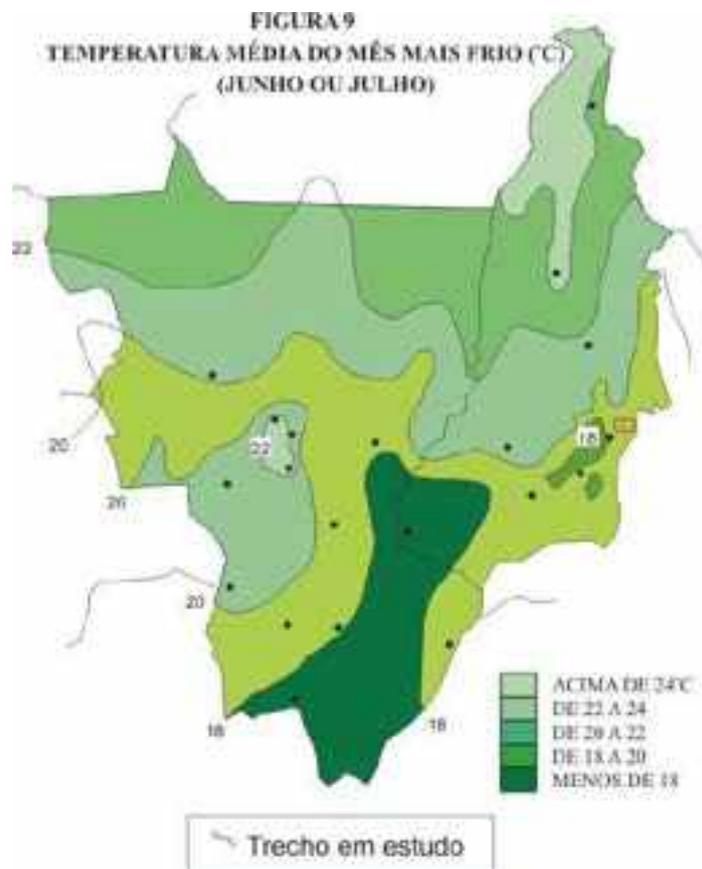


As temperaturas mínimas ocorrem geralmente nos meses de junho e julho, com os termômetros freqüentemente atingindo valores da ordem de 15°C na região, para as temperaturas médias das mínimas. A distribuição geográfica dessas médias das mínimas de julho mostra valores superiores a 14°C no norte de Goiás, Mato Grosso e Pantanal e valores de 8° a 12°C nas superfícies cristalinas do centro sul, onde se localiza a via em estudos. Conforme se verifica na Figura 7, é da ordem de 8 a 10°C a média das mínimas de julho na área em estudo.

As temperaturas mínimas absolutas costumam ser baixíssimas com valores da ordem de 0°C e até valores negativos no extremo sul da região Centro-Oeste. Em Cuiabá, que se encontra na parte norte da Região, chegou a ser registrada mínima de 1,2°C (acima de zero) e em Bela vista, no extremo sul, mínima de 6,4°C abaixo de zero. Na área onde se localiza o trecho em estudos a temperatura mínima absoluta do ano é da ordem de 0°C (Figura 8).



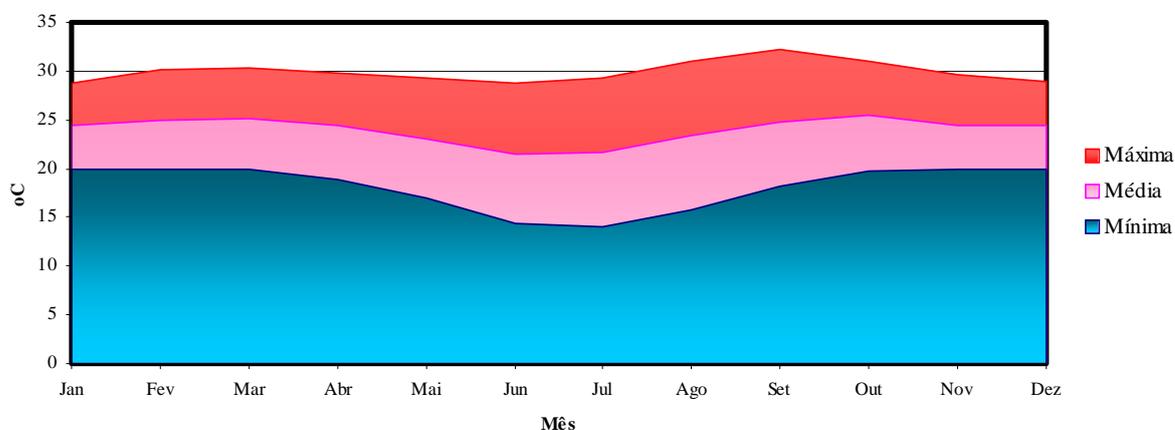
A Figura 9 mostra na região a distribuição da temperatura média do mês mais frio. Verifica-se que a área em estudo situa-se em área onde essa temperatura é da ordem de 18 a 20°C.



Alguns outros dados e ilustrações à respeito da temperatura no Estado de Goiás foram obtidos a partir de trabalhos e projetos diversos e são abaixo reproduzidos.

Os dados do gráfico 1, relativos às temperaturas mínimas, médias e máximas, em diversos meses do ano, mostram uma certa homogeneidade desses valores ao longo de todo o ano, com leve decréscimo nos meses de maio, junho e julho.

Gráfico 1: TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÉDIAS E MÍNIMAS



Aqui merece ser explicado que em Brasília, por alguns poucos dias ocorrem temperaturas mínimas muito baixas, mas, justamente por serem poucos dias essa queda não afeta muito as isotermas de inverno, que possuem valores relativos a três meses.

As oscilações de temperatura entre amenas e elevadas se constituem uma característica freqüente da região. No que diz respeito à variação das médias de temperatura a diferença entre as condições de verão e inverno é pouco significativa. Já no que diz respeito às diferenças das mínimas e máximas de temperatura isto não ocorre, havendo uma grande variação entre as máximas de verão/primavera e as mínimas de inverno, que são às vezes muito baixas.

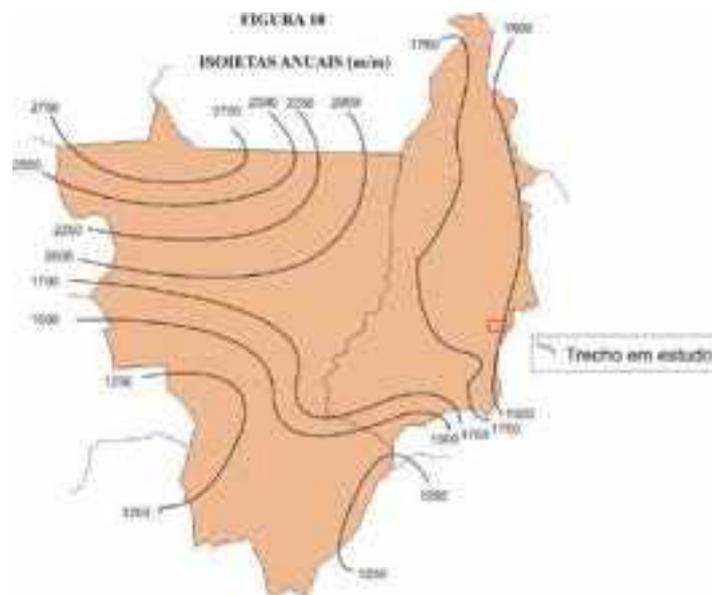
No posto de Goiânia são observados, os seguintes valores de temperaturas:

- Média anual das temperaturas máximas : 29,8°C
- Média anual das temperaturas mínimas : 17,9°C
- Média compensada anual : 23,2°C
- Temperatura mínima absoluta : 2,8°C
- Temperaturas máxima absoluta : 38,4°C

### 3.2.3.2 - Pluviometria

As precipitações na Região Centro-Oeste estão diretamente relacionadas aos sistemas de circulação atmosférica. Conforme aponta Edmon Nimer a influência da topografia sobre a distribuição da precipitação na região é de muito pouca importância e não chega a interferir nas tendências gerais determinadas pelos fatores dinâmicos.

Essa situação acarreta um mapa de distribuição da precipitação anual bastante simples, conforme é mostrado na Figura 10. Existe um núcleo mais chuvoso ao norte de Mato Grosso, onde os totais anuais atingem valores da ordem de 2.750mm. Esses totais decrescem para o leste e o sul. No extremo de Goiás a altura cai a 1.500mm e no sul atinge níveis inferiores a 1.250mm no Pantanal Mato-grossense. Na área do trecho em estudos a precipitação média anual se encontra, de acordo com a Figura 10 na faixa entre 1500 e 1750mm. Os dados levantados para a estação de Brasília (ETE Norte) apontaram, entretanto uma média anual bem mais baixa, de 1362,2mm.

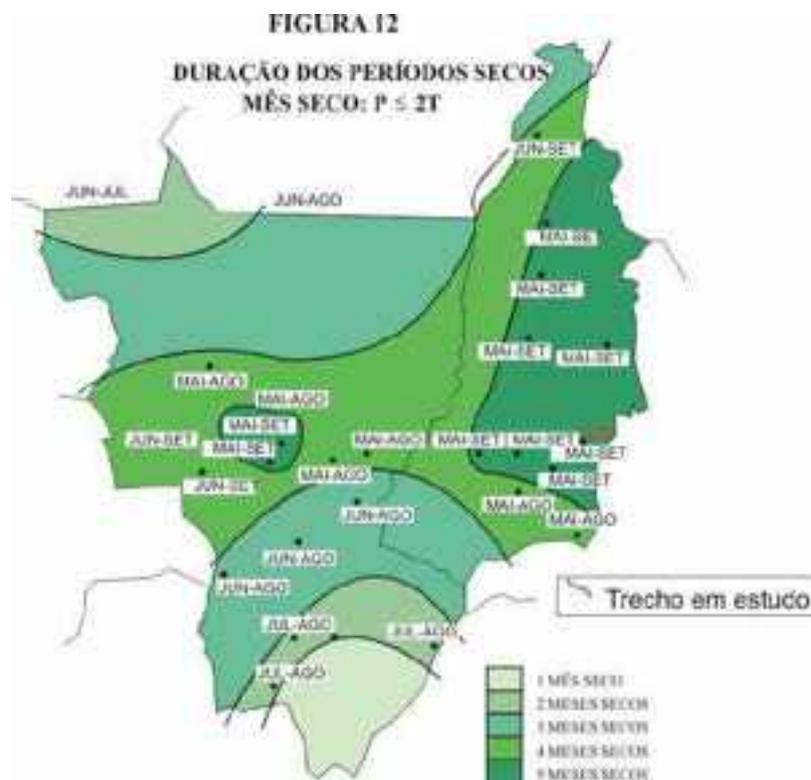


O território da Região Centro-Oeste é bem regado de chuvas, sendo apontado que o fator determinante dessa questão se constitui no sistema de circulação perturbada de oeste. O regime é caracteristicamente tropical, com máxima no verão e mínima no inverno. De modo geral mais de 70% do total das chuvas anuais se precipita de novembro a março. Os trimestres mais chuvosos são janeiro-fevereiro-março no norte da região, dezembro-janeiro-fevereiro, no centro e novembro-dezembro-janeiro no sul. Nesses trimestres chove da ordem de 40 a 50% do total anual. A Figura 11 mostra alguns dos aspectos comentados, e que a região de Brasília se situa próximo dos 50%, nesse aspecto. Os dados pluviométricos levantados para o posto de Brasília ETE Norte apontam que nos três meses mais chuvosos ocorre 41,8% das precipitações anuais.

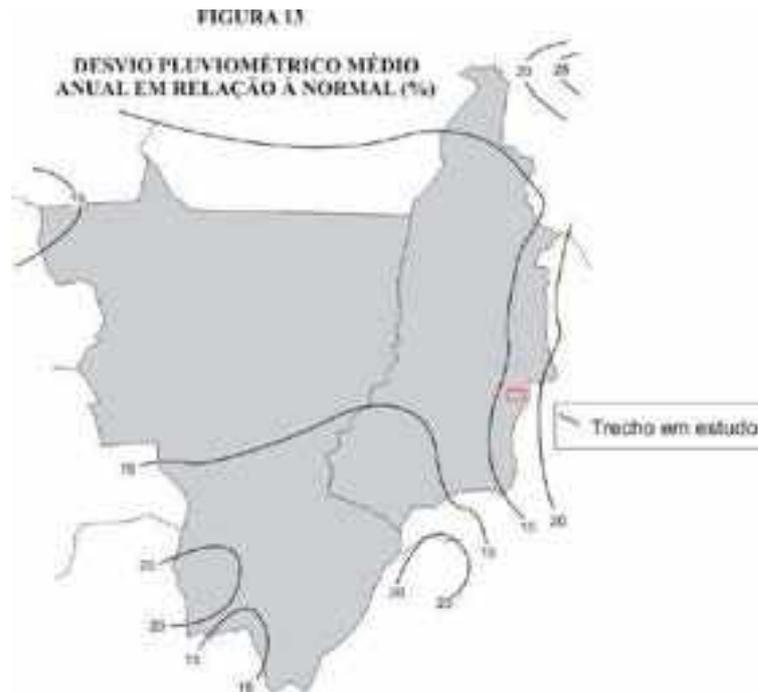


Já os 6 meses chuvosos representam percentual de 74,1% do total anual na estação estudada (Brasília – ETE Norte), próxima do trecho em questão.

O inverno é geralmente bastante seco. Nessa época ocorre em média 4 a 5 dias de chuva por mês. Entretanto, no oeste e no sul de Mato Grosso, embora o inverno seja pouco chuvoso, raro é o mês que apresenta total inferior a 20 mm. Nessa parte da região o período seco é mais curto. No extremo sul da região apenas o mês de julho é seco. Existe ainda na região um corredor de período seco mais prolongado, corredor esse que se estreita no Mato Grosso e se torna mais amplo em Goiás (Figura 12). Os dados levantados para a estação da ETE Norte apontam que nos cinco meses mais secos geralmente são precipitados 7,4% do total médio anual. Em alguns anos alguns desses meses chegam a apresentar ausência de chuvas.



Deve-se ainda observar que a região não apresenta desvios pluviométricos significativos em relação à normal (Figura 13). Ocorrem entretanto variações frequentes de um ano para outro, em decorrência do comportamento irregular dos fatores dinâmicos.

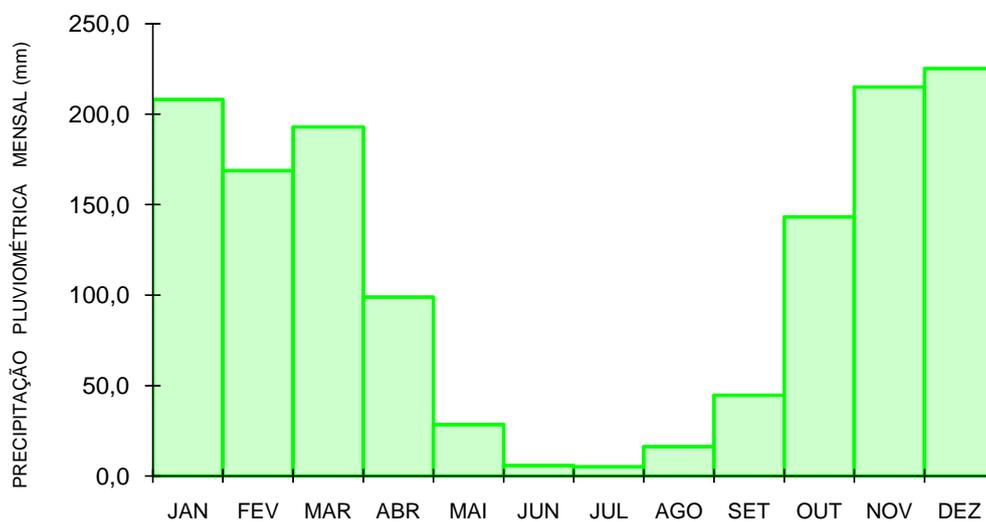


O gráfico 2 apresenta o histogramas com médias mensais e o número de dias de chuva ocorrentes na estação de Brasília – ETE Norte.

PERÍODO DE OBSERVAÇÃO :

36

MÉDIA ANUAL 1.362 mm



MÉDIA ANUAL 123 dias

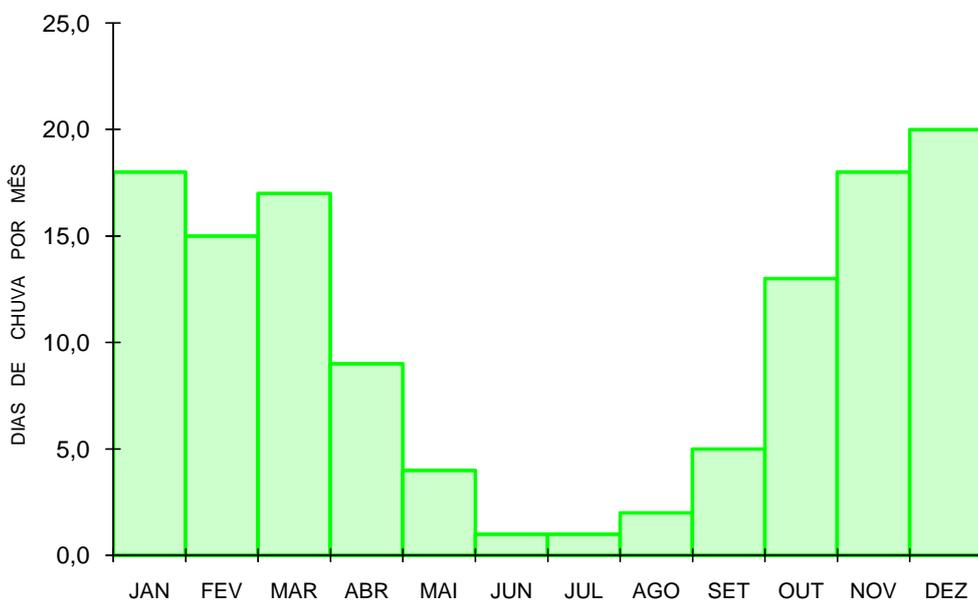


Gráfico 2

**NORMAIS MENSAIS**

**POSTO :**

**ETE Norte - Brasília**

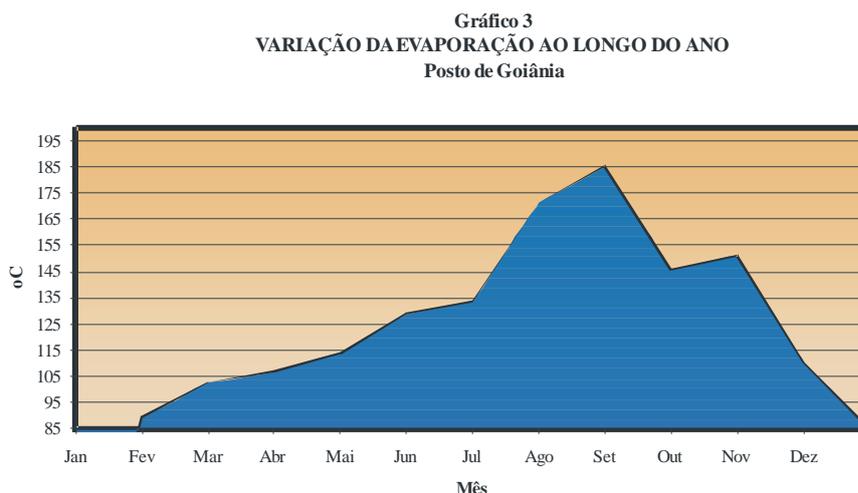
### 3.2.3.3 - Dados climáticos

São acrescentados elementos relativos à evaporação, insolação e umidade relativa do ar para o posto de Goiânia, que se localiza relativamente próximo e próximo à região de Brasília..

#### 3.2.3.3.1 - Evapotranspiração

A evaporação média é acentuada, chegando a um valor de 1525,7 mm por ano.

Os meses que apresentaram os menores valores são dezembro (85,1 mm) e janeiro (89,5 mm), correspondendo aos meses chuvosos. A evaporação é mais forte nos meses secos: 133,9 mm em julho, 171,5 mm em agosto, 185,2 mm em setembro e 146,0 mm em outubro. A variação da Evaporação ao longo do ano pode ser vista no gráfico 3 abaixo:



#### 3.2.3.3.2 - Insolação

A insolação apontada varia de mínimos de 134,7 horas em dezembro e 118,9 horas em novembro, até os máximos de 262,8 horas em julho e 238,6 horas em agosto. O valor anual é de 2.219,6 horas.

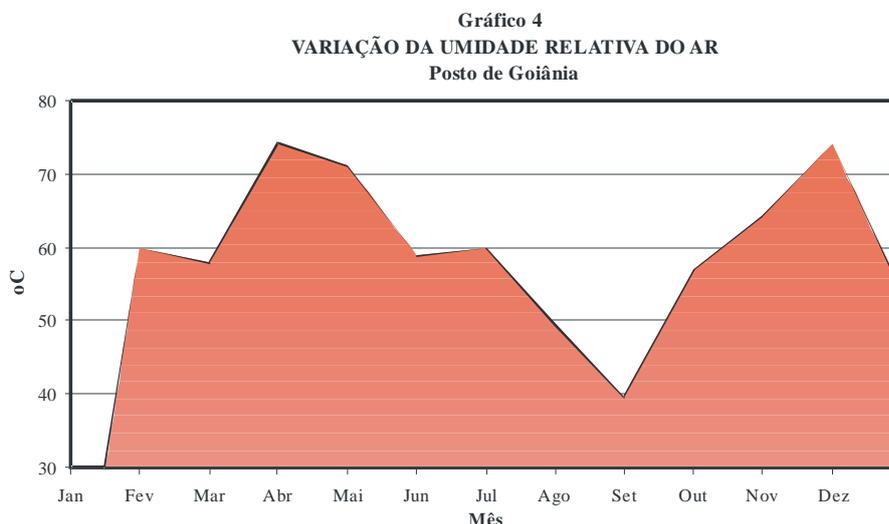
Observa-se assim que a região de Goiânia é submetida a uma insolação significativa ao longo de todo o ano.

#### 3.2.3.3.3 - Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar varia de valores mínimos de 39,7% em agosto e 49,4% em setembro a valores máximos de 74,3% em março e 74,0% em novembro. Observa-se, portanto que em geral a umidade não é elevada na região. Nos meses de agosto e setembro a umidade é pequena, caindo abaixo dos 50%.

A umidade relativa do ar acompanha então de perto os períodos de maior ou menor precipitação pluviométrica.

O gráfico 4 abaixo ilustra a variação da umidade relativa do ar ao longo do ano.



Deve-se finalmente destacar que é bastante baixa a umidade nos meses de julho, agosto e setembro em Goiânia. Não se dispõe desses dados para Brasília, mas sabe-se que a umidade relativa do ar na Capital Federal é bastante baixa em alguns meses do ano, acarretando inconvenientes gerais às pessoas e à natureza.

#### **3.2.3.3.4 - Ventos**

O relatório do projeto de restauração do trecho Rialma - Anápolis apresenta o seguinte texto à respeito dos ventos na região:

Os ventos predominantes são do quadrante norte e atuam praticamente todo o ano, com evidente predomínio nos meses de outubro a fevereiro. Os ventos do leste predominam no inverno (junho a julho). Os ventos de nordeste e noroeste predominam nos meses de março, abril, agosto e setembro.

Os ventos são de características moderadas durante todo o ano, com média de 1,0 m/s, e somente ocorrem situações de ventanias em ocasiões esporádicas. É de se destacar a brisa freqüente e suave que sopra geralmente em Brasília.

#### **3.2.3.4 - Definição do Modelo de Chuvas a ser Utilizado no Projeto**

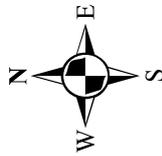
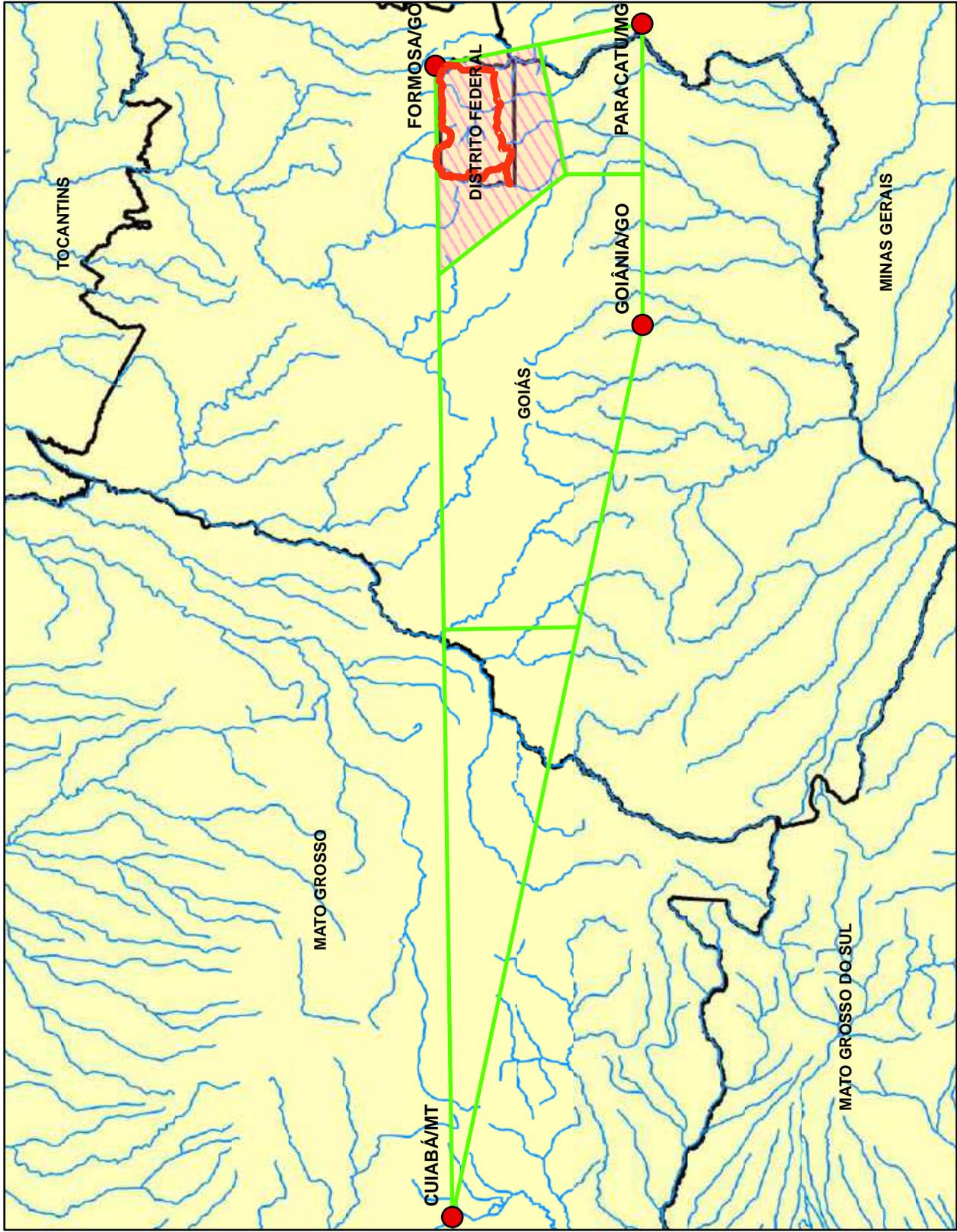
##### **3.2.3.4.1 - Polígono de Thiessen**

Para a definição do modelo de chuvas, em função da duração e dos períodos de recorrência, foram identificados inicialmente os postos estudados por Otto Pfafstetter na obra “Chuvas Intensas no Brasil”, postos esses que dispõem de equações de chuvas estabelecidas.

Os postos considerados nessa obra, localizados de forma envolvente à área do projeto são: Goiânia (GO), Formosa (GO); Cuiabá (MT) e Paracatu (MG).

A partir desses elementos foi traçado o polígono de Thiessen apresentado a seguir e verificou-se que o Anel Viário do Distrito Federal se localiza na área de influência do posto de Formosa, que se encontra bastante próximo de Brasília. O polígono de Thiessen se baseia apenas em uma divisão em função das distâncias lineares entre os postos, não levando em consideração aspectos climáticos ou topográficos.

# POLÍGONO DE THIESSSEN



## Legenda

- Anel Viário do Distrito Federal
- Postos Otto Pfafstetter
- Polígono de Thiessen
- Área de Influência
- Hidrografia

### 3.2.3.4.2 – Estudos Realizados por Métodos Diversos

Para a definição do modelo de chuvas, em função da duração e do período de recorrência, foi identificado inicialmente o posto de Formosa, estudado por Otto Pfafstetter na obra “Chuvas Intensas no Brasil”. Esse posto se encontra bem próximo à região de Brasília.

Considerou-se também a equação de chuvas estudada para Brasília pelo Engenheiro Antônio Raimundo S. R. Coimbra, em utilização na NOVACAP.

Procedeu-se ainda a estudos com aplicação da metodologia desenvolvida pelo Engenheiro José Jaime Taborga Torrico, aplicada ao posto de Brasília – ETE Norte.

Todos esses estudos foram procedidos a título de comparação.

#### a) Estudos Desenvolvidos pela Metodologia de Otto Pfafstetter para o Posto de Formosa

O posto de Formosa tem a intensidade de precipitação estabelecida pela seguinte expressão:

$$i = \frac{k}{t} [0,5t + 27 \log(1 + 20t)]$$

onde:

- $i$  = intensidade média de precipitação, em mm/h;
- $t$  = duração da precipitação, em h;
- $k$  = fator de probabilidade, expresso por:

$$k = T \left( \frac{\alpha + \beta}{T^\gamma} \right)$$

onde:

- $T$  = tempo de recorrência;
- $\alpha, \beta$  = constantes que dependem do tempo de duração e do posto considerado (valores tabelados);
- $\gamma$  = valor constante igual a 0,25.

Os valores de  $\alpha$  e  $\beta$  para o posto de Formosa são apresentados nos quadros 1 e 2, respectivamente.

QUADRO 1 – VALORES DE $\alpha$									
Duração (mm)	$\alpha$	Duração (mm)	$\alpha$	Duração (mm)	$\alpha$	Duração (mm)	$\alpha$	Duração (mm)	$\alpha$
5	0,108	18	0,125	50	0,150	150	0,1680	360	0,1750
6	0,109	20	0,127	54	0,152	180	0,1700	400	0,1750
7	0,111	24	0,131	60	0,156	200	0,1710	500	0,1760
8	0,112	30	0,138	70	0,158	210	0,1720	600	0,7500
9	0,114	36	0,142	80	0,159	240	0,1740	700	0,1750
10	0,115	40	0,144	90	0,161	270	0,1740	800	0,1740
12	0,118	42	0,145	100	0,163	300	0,1740	1440	0,1700
15	0,122	48	0,149	120	0,166	330	0,1750		

QUADRO 2 – VALORES DE $\beta$					
Duração (mm)	5 a 30	36 a 40	42 a 50	50 a 54	60 a 1440
$\beta$	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04

Os valores das intensidades pluviométricas calculadas para este posto são apresentados a seguir.

Posto : FORMOSA - GO									
INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA ( mm/h )									
T ( anos )	t ( horas )								
	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	168,1	112,1	77,2	48,6	30,4	18,5	11,0	7,2	4,8
10	184,5	124,2	86,5	54,6	34,4	21,0	12,6	8,2	5,5
25	206,4	140,5	99,3	63,4	40,3	24,8	14,8	9,7	6,4
50	223,2	153,3	109,5	70,7	45,2	28,0	16,8	10,9	7,3
100	240,5	166,6	120,4	78,7	50,7	31,6	18,9	12,3	8,2
Fonte : Chuvas Intensas no Brasil - Eng <sup>o</sup> Otto Pfafstetter									
Posto : FORMOSA - GO									
ALTURA DA PRECIPITAÇÃO ( mm )									
T ( anos )	t ( horas )								
	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	16,8	28,0	38,6	48,6	60,7	73,9	88,1	101,0	115,9
10	18,5	31,0	43,2	54,6	68,8	84,2	100,4	114,9	131,5
25	20,6	35,1	49,6	63,4	80,5	99,3	118,7	135,6	154,6
50	22,3	38,3	54,8	70,7	90,4	112,1	134,3	153,2	174,1
100	24,0	41,6	60,2	78,7	101,4	126,4	151,6	172,7	195,8
Fonte : Chuvas Intensas no Brasil - Eng <sup>o</sup> Otto Pfafstetter									

#### b) Estudos Desenvolvidos pelo Engenheiro Antônio Raimundo S. R. Coimbra para Brasília

O modelo de chuvas desenvolvido pelo Engenheiro Antônio Raimundo S. R. Coimbra é de amplo conhecimento na NOVACAP, e tem por expressão:

$$i = \frac{878.5Tr^{0.15}}{(d + 9)^{0.75}}$$

onde:

Tr = período de retorno em anos;  
d = duração da chuva em minutos;  
i = intensidade de chuva em mm/h

Em apenso é apresentado o Quadro 3 com os valores obtidos por essa metodologia.

QUADRO 3 - TABELA DE INTENSIDADE DE CHUVA (mm/h)							- LOCAL: Brasília						
Duração da Chuva (m)	Período de Retorno em Anos						Duração da Chuva (m)	Período de Retorno em Anos					
	2	5	10	15	20	50		2	5	10	15	20	50
1	173,0	199,0	221,0	235,0	245,0	281,0	61	40,3	46,2	51,3	54,5	56,9	65,3
2	161,0	185,0	205,0	218,0	228,0	262,0	62	39,9	45,7	50,7	53,9	56,3	64,6
3	151,0	173,0	192,0	205,0	214,0	245,0	63	39,4	45,2	50,2	53,4	55,7	63,9
4	142,0	163,0	181,0	193,0	201,0	231,0	64	39,0	44,8	49,7	52,8	55,1	63,3
5	135,0	155,0	171,0	182,0	190,0	218,0	65	38,6	44,3	49,2	52,3	54,6	62,6
6	128,0	147,0	163,0	173,0	181,0	207,0	66	38,2	43,9	48,7	51,7	54,0	62,0
7	122,0	140,0	155,0	165,0	172,0	197,0	67	37,9	43,4	48,2	51,2	53,5	61,4
8	116,0	134,0	148,0	158,0	164,0	189,0	68	37,5	43,0	47,7	50,7	53,0	60,8
9	112,0	128,0	142,0	151,0	158,0	181,0	69	37,1	42,6	47,3	50,2	52,5	60,2
10	107,0	123,0	136,0	145,0	151,0	174,0	70	36,8	42,2	46,8	49,8	52,0	59,6
11	103,0	118,0	131,0	139,0	146,0	167,0	71	36,4	41,8	46,4	49,3	51,5	59,1
12	99,4	114,0	126,0	134,0	140,0	161,0	72	36,1	41,4	46,0	48,8	51,0	58,5
13	96,0	110,0	122,0	130,0	136,0	156,0	73	35,8	41,0	45,5	48,4	50,5	58,0
14	92,8	106,0	118,0	126,0	131,0	150,0	74	35,4	40,7	45,1	48,0	50,1	57,4
15	89,0	103,0	114,0	122,0	127,0	146,0	75	35,1	40,3	44,7	47,5	49,6	56,9
16	87,2	100,0	111,0	118,0	123,0	141,0	76	34,8	40,0	44,3	47,1	49,2	56,4
17	84,7	97,1	108,0	115,0	120,0	137,0	77	34,5	39,6	43,9	46,7	48,8	55,9
18	82,3	94,4	105,0	111,0	116,0	133,0	78	34,2	39,3	43,6	46,3	48,3	55,5
19	80,1	91,9	102,0	108,0	113,0	130,0	79	33,9	38,9	43,2	45,9	47,9	55,0
20	78,0	89,5	99,3	106,0	110,0	126,0	80	33,6	38,6	42,8	45,5	47,5	54,5
21	76,0	87,2	96,8	103,0	107,0	123,0	81	33,4	38,3	42,5	45,1	47,1	54,1
22	74,2	85,1	94,5	100,0	105,0	120,0	82	33,1	38,0	42,1	44,8	46,7	53,6
23	72,4	83,1	92,2	98,0	102,0	117,0	83	32,8	37,6	41,8	44,4	46,4	53,2
24	70,8	81,2	90,1	95,8	100,0	115,0	84	32,5	37,3	41,4	44,0	46,0	52,8
25	69,2	79,4	88,1	93,7	97,8	112,0	85	32,3	37,0	41,1	43,7	45,6	52,3
26	67,7	77,7	86,2	91,6	95,7	110,0	86	32,0	36,8	40,8	43,3	45,2	51,9
27	66,3	76,1	84,4	89,7	93,7	107,0	87	31,8	36,5	40,5	43,0	44,9	51,5
28	65,0	74,5	82,7	87,9	91,8	105,0	88	31,5	36,2	40,1	42,7	44,5	51,1
29	63,7	73,1	81,1	86,2	90,0	103,0	89	31,3	35,9	39,8	42,3	44,2	50,7
30	62,5	71,7	79,5	84,5	88,2	101,0	90	31,1	35,6	39,5	42,0	43,9	50,3
31	61,3	70,3	78,0	82,9	86,6	99,3	91	30,8	35,4	39,2	41,7	43,5	50,0
32	60,2	69,0	76,6	81,4	85,0	97,5	92	30,6	35,1	38,9	41,4	43,2	49,6
33	59,1	67,8	75,2	79,9	83,5	95,8	93	30,4	34,8	38,7	41,1	42,9	49,2
34	58,0	66,6	73,9	78,5	82,0	94,1	94	30,1	34,6	38,4	40,8	42,6	48,9
35	57,1	65,5	72,6	77,2	80,6	92,5	95	29,9	34,3	38,1	40,5	42,3	48,5
36	56,1	64,4	71,4	75,9	79,2	90,9	96	29,7	34,1	37,8	40,2	42,0	48,2
37	55,2	63,3	70,3	74,7	78,0	89,4	97	29,5	33,9	37,6	39,9	41,7	47,8
38	54,3	62,3	69,1	73,5	76,7	88,0	98	29,3	33,6	37,3	39,6	41,4	47,5
39	53,5	61,3	68,0	72,3	75,5	86,6	99	29,1	33,4	37,0	39,4	41,1	47,2
40	52,6	60,4	67,0	71,2	74,3	85,3	100	28,9	33,2	36,8	39,1	40,8	46,8
41	51,8	59,5	66,0	70,1	73,2	84,0	101	28,7	32,9	36,5	38,8	40,5	46,5
42	51,1	58,6	65,0	69,1	72,1	82,8	102	28,5	32,7	36,3	38,6	40,3	46,2
43	50,3	57,8	64,1	68,1	71,1	81,6	103	28,3	32,5	36,0	38,3	40,0	45,9
44	49,6	56,9	63,2	67,1	70,1	80,4	104	28,1	32,3	35,8	38,0	39,7	45,6
45	48,9	56,1	62,3	66,2	69,1	79,3	105	27,9	32,1	35,6	37,8	39,5	45,3
46	48,3	55,4	61,4	65,3	68,2	78,2	106	27,8	31,8	35,3	37,6	39,2	45,0
47	47,6	54,6	60,6	64,4	67,3	77,2	107	27,6	31,6	35,1	37,3	39,0	44,7
48	47,0	53,9	59,8	63,6	66,4	76,2	108	27,4	31,4	34,9	37,1	38,7	44,4
49	46,4	53,2	59,0	62,7	65,5	75,2	109	27,2	31,2	34,7	36,8	38,5	44,1
50	45,8	52,5	58,3	61,9	64,7	74,2	110	27,1	31,0	34,4	36,6	38,2	43,8
51	45,2	51,9	57,6	61,2	63,9	73,3	111	26,9	30,8	34,2	36,4	38,0	43,6
52	44,7	51,2	56,9	60,4	63,1	72,4	112	26,7	30,7	34,0	36,1	37,7	43,3
53	44,1	50,6	56,2	59,7	62,3	71,5	113	26,6	30,5	33,8	35,9	37,5	43,0
54	43,6	50,0	55,5	59,0	61,6	70,6	114	26,4	30,3	33,6	35,7	37,3	42,8
55	43,1	49,4	54,8	58,3	60,9	69,8	115	26,2	30,1	33,4	35,5	37,1	42,5
56	42,6	48,9	54,2	57,6	60,1	69,0	116	26,1	29,9	33,2	35,3	36,8	42,3
57	42,1	48,3	53,6	57,0	59,5	68,2	117	25,9	29,7	33,0	35,1	36,6	42,0
58	41,6	47,8	53,0	56,3	58,8	67,5	118	25,8	29,6	32,8	34,9	36,4	41,8
59	41,2	47,2	52,4	55,7	58,1	66,7	119	25,6	29,4	32,6	34,7	36,2	41,5
60	40,7	46,7	51,8	55,1	57,5	66,0	120	25,5	29,2	32,4	34,5	36,0	41,3

\* Equação do Engenheiro Antônio Raimundo S. R. Coimbra

$$i = \frac{878,5Tr^{0,15}}{(d+9)^{0,75}}$$

onde:  $Tr$  = Período de Retorno em anos  
 $d$  = Duração da chuva em minutos  
 $i$  = Intensidade de chuva em mm/h

### c) Estudos Desenvolvidos pela Metodologia do Engenheiro José Jaime Taborga Torrico para o posto de Brasília

O método das isozonas desenvolvido pelo Eng.º José Jaime Taborga Torrico é trabalhado conforme exposto a seguir.

Para a definição das curvas de intensidade (altura)-duração-freqüência das precipitações a serem adotadas no presente estudo, foram inicialmente analisados os dados pluviométricos dos postos fornecidos pela ANA.

As precipitações máximas diárias foram catalogadas, formando uma série anual para análise de freqüência, através do método Gumbel-Chow. Seguindo-se as orientações estabelecidas pelo método das Isozonas, obtiveram-se as intensidades pluviométricas para diferentes durações e períodos de recorrência, para os postos.

Essa metodologia parte do princípio de que as precipitações de 24 horas e 1 hora de diferentes estações pluviográficas do Brasil, quando impressa em um papel de probabilidades, determinam retas de altura de precipitação/duração que tendem a cortar o eixo das abscissas em um mesmo ponto, para determinadas áreas geográficas.

Isso significa que em cada área geográfica, a relação entre as precipitações de 1 e 24 horas, para mesmos períodos de recorrência é constante.

À partir dessas considerações pode-se determinar correlações entre os dados de estações pluviográficas e pluviométricas, para chuvas de duração inferiores a 24 horas.

O trabalho apresenta um mapa de zonas homólogas (figura 15), cada uma delas apresentando os coeficientes de relação entre chuvas de 24 horas e chuvas de menor duração, para períodos de retorno diversos.

Para tempos de recorrência de 1 ano, as relações são as seguintes (Quadro 4):

QUADRO 4 – RELAÇÃO DE PRECIPITAÇÕES DE 1 a 24 HORAS					
ISOZONA	RELAÇÃO 24 horas/1hora			RELAÇÃO 24 horas/6min.	
	Tr = 10 anos	Tr = 25 anos	Tr = 100 anos	Tr = 50 anos	Tr = 100 anos.
A	35,8% de 24 hs	35,4% de 24 hs	34,7% de 24 hs	7,0% de 24 hs	6,3% de 24 hs
B	37,8% de 24 hs	37,3% de 24 hs	36,6% de 24 hs	8,4% de 24 hs	7,5% de 24 hs
C	39,7% de 24 hs	39,2% de 24 hs	38,4% de 24 hs	9,8% de 24 hs	8,8% de 24 hs
D	41,6% de 24 hs	41,1% de 24 hs	40,3% de 24 hs	11,2% de 24 hs	10,0% de 24 hs
E	43,6% de 24 hs	43,0% de 24 hs	42,2% de 24 hs	12,6% de 24 hs	11,2% de 24 hs
F	45,5% de 24 hs	44,9% de 24 hs	44,1% de 24 hs	13,9% de 24 hs	12,4% de 24 hs
G	47,4% de 24 hs	46,8% de 24 hs	45,9% de 24 hs	15,4% de 24 hs	13,7% de 24 hs
H	49,4% de 24 hs	48,8% de 24 hs	47,8% de 24 hs	16,7% de 24 hs	14,9% de 24 hs

O quadro 4 apresenta ainda as relações entre chuvas de 6 minutos com chuvas de 24 horas e entre chuvas de 1 hora com chuvas de 24 horas, para tempos de recorrência diversos. Essas relações são válidas para o intervalo 6 minutos e 1 hora.

Para obtenção das relações para tempos de recorrência diversos, foram também analisadas as variações à partir dos coeficientes k (fator de freqüência) da obra de Otto Pfafstetter, obtendo-se resultados similares e satisfatórios.

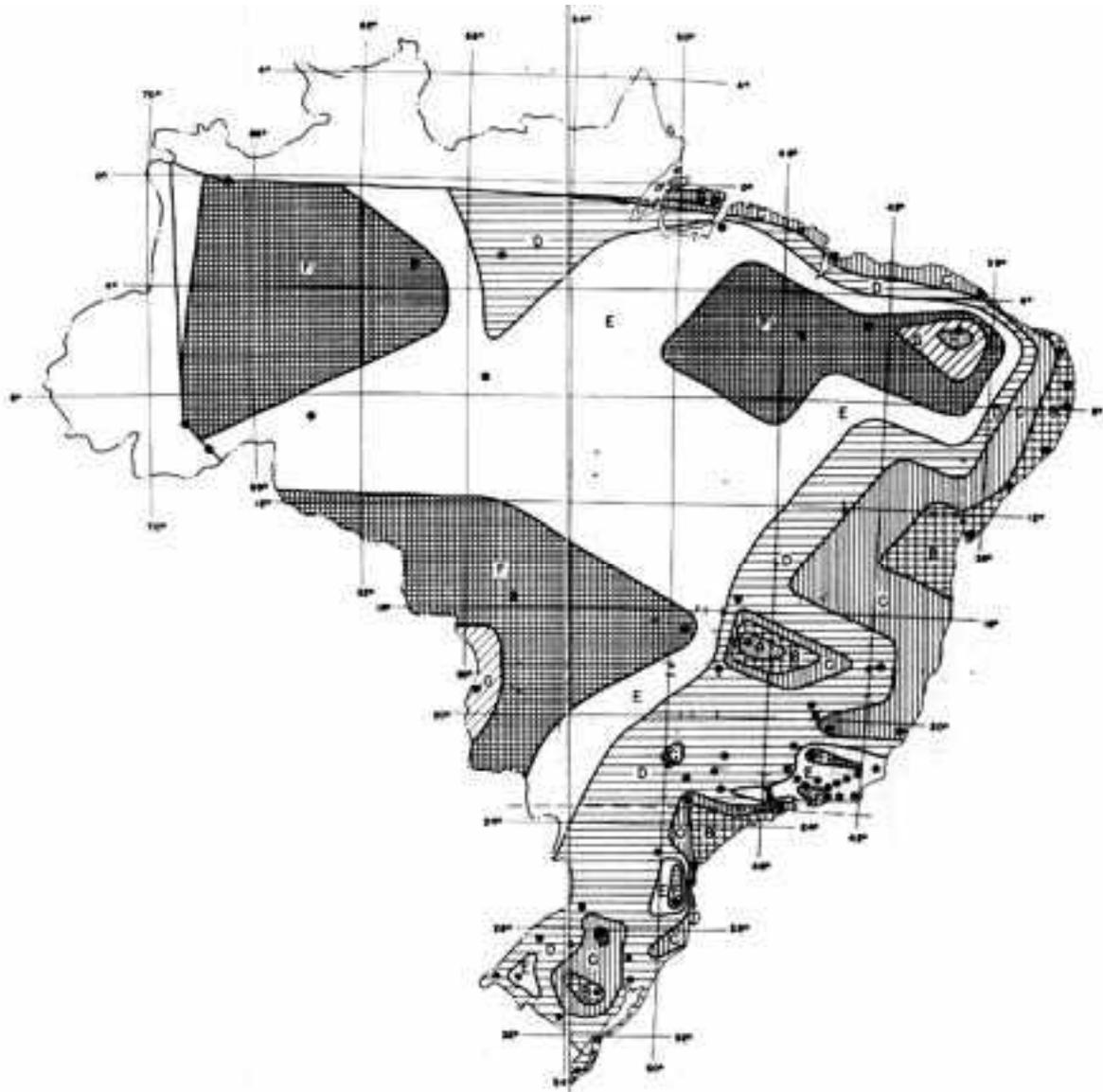
A aplicação do método ao posto de interesse parte das observações de chuvas máximas diárias anuais observadas, que tratadas por métodos estatísticos fornecem as chuvas de 1 dia em períodos de retorno desejados. A partir desses resultados calcula-se através de um fator de correção a chuva máxima provável de 24 horas e, através de Isozonas os valores para 1 hora e 6 minutos. Traçam-se as retas em papel de probabilidades e obtêm-se os demais valores.

São diversos os métodos estatísticos que podem ser aplicados às precipitações máximas diárias, como:

- Método de Guller;
- Método de Ven Te Chow;
- Método de Foster-Hazen (este método adota como curva de probabilidade válida na distribuição das vazões a curva assimétrica tipo III, de Pearson);
- Método de Foster (utiliza a curva normal de probabilidades de Gauss);
- Método de Galton-Gibrat;
- Método de Gumbel.

FIGURA 15

MAPA DE ZONAS HOMÓLOGAS



A lei dos valores extremos encontra atualmente maior emprego. De acordo com essa lei (Fischer, Tippet, Gumbel, Frechet), a distribuição estatística da série de N termos constituída pelos maiores valores de cada amostra tende assintoticamente para uma lei simples de probabilidade, independente da lei da variável aleatória nas diferentes amostras e no próprio universo de população infinita.

É nessa base que se apoia o método de Gumbel, de uso freqüente.

Ven Te Chow mostrou que na prática pode-se levar em conta o número real de observações, e que a maioria de funções de freqüência de análises hidrológicas podem ser resolvidas pela equação:

$$X_T = \bar{X} + KS$$

onde:

- $X_T$  = valor procurado da variável em estudo para o período de retorno desejado;
- $\bar{X}$  = média aritmética das precipitações máximas anuais (variável em estudo);
- $K$  = fator de freqüência que é função do período de retorno e do número de anos de observação;

x = desvio em relação à média dos valores de X;  
 S = o desvio padrão da amostra.

Da análise comparativa entre os postos optou-se por utilizar os dados da estação Brasília – ETE Norte série histórica – 1971 a 2006.

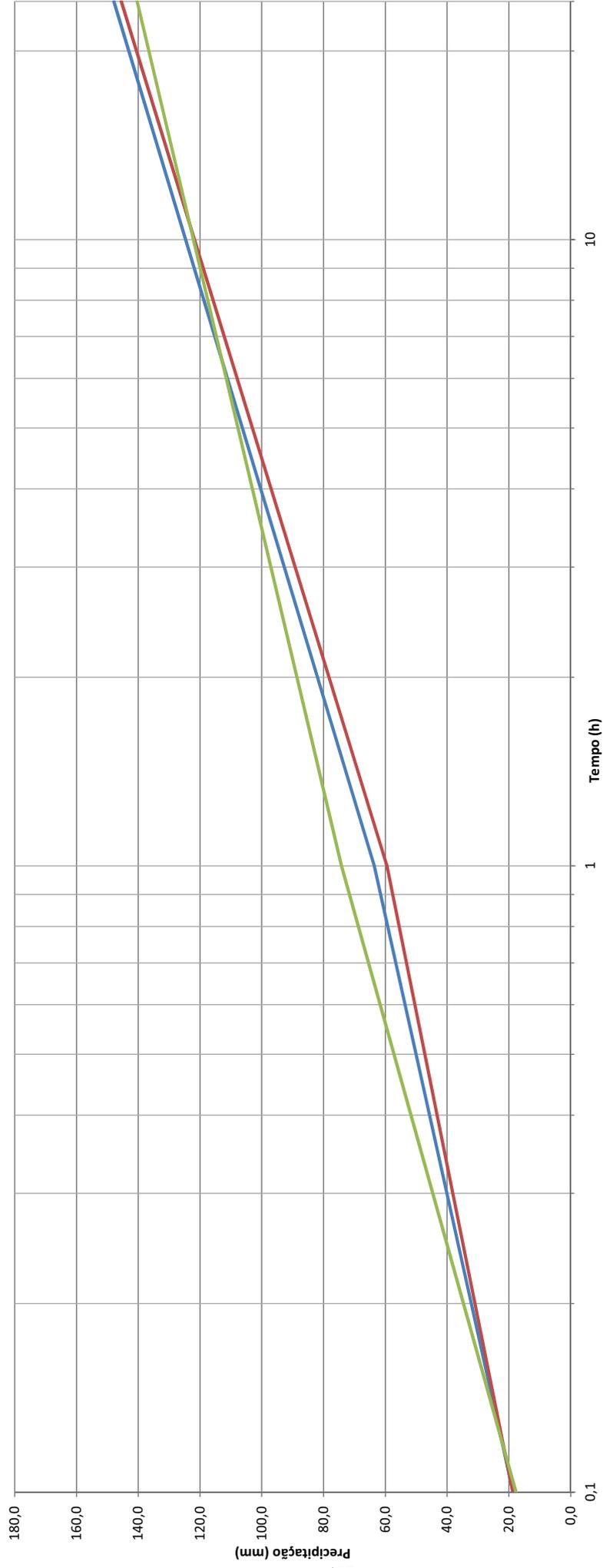
Os valores das intensidades pluviométricas calculadas para este posto são apresentados a seguir.

MÉTODO DAS ISOZONAS									
Posto : ETE Norte - DF					Isozona : E				
INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA ( mm/h )									
T ( anos )	t ( horas )								
	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	135,0	104,0	72,5	47,1	28,7	17,3	10,3	6,8	4,5
15	170,4	129,9	90,2	58,5	35,9	21,7	13,0	8,5	5,6
25	186,4	141,5	98,1	63,6	39,1	23,7	14,2	9,3	6,2
50	207,7	156,7	108,4	70,2	43,3	26,3	15,8	10,4	6,9
100	203,5	165,2	116,8	76,7	47,4	28,9	17,4	11,4	7,6
Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas									
Posto : ETE Norte - DF					Isozona : E				
ALTURA DA PRECIPITAÇÃO ( mm )									
T ( anos )	t ( horas )								
	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	13,5	26,0	36,2	47,1	57,5	69,4	82,8	94,7	107,1
15	17,0	32,5	45,1	58,5	71,8	87,0	104,1	119,4	135,2
25	18,6	35,4	49,0	63,6	78,2	94,9	113,7	130,5	147,9
50	20,8	39,2	54,2	70,2	86,6	105,3	126,5	145,3	164,8
100	20,3	41,3	58,4	76,7	94,8	115,6	139,1	159,9	181,7
Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas									

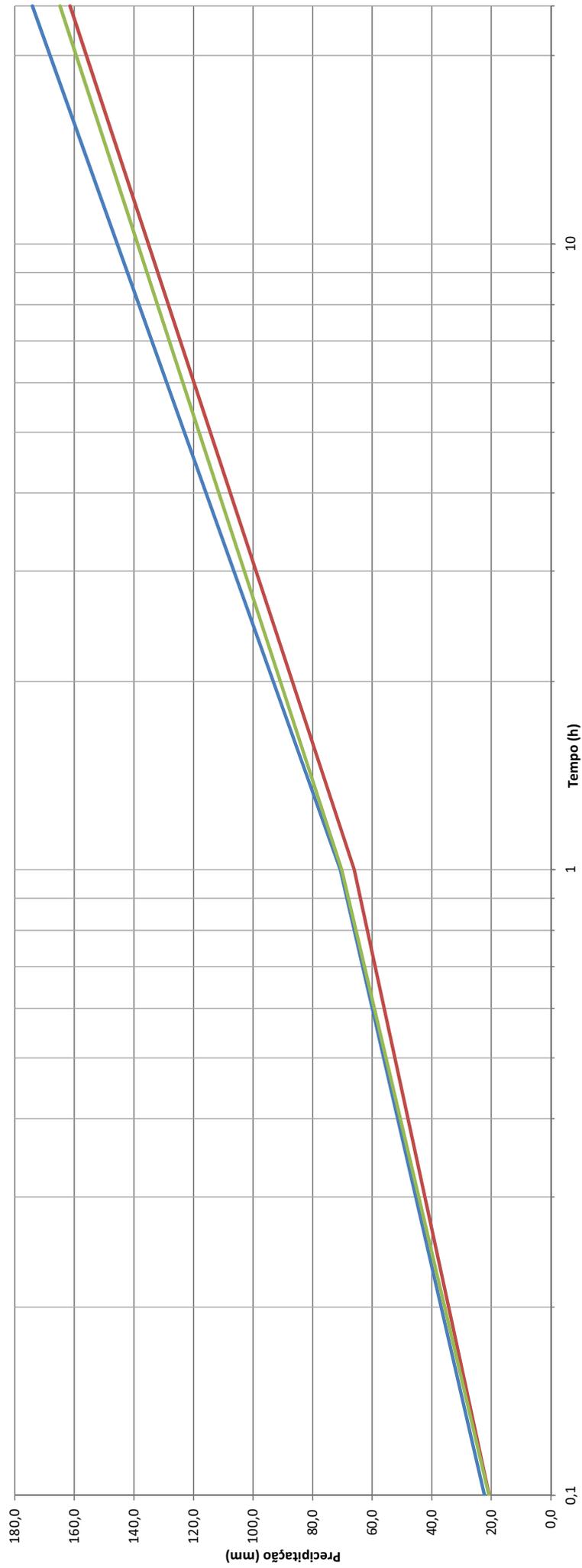
A partir dos diversos estudos desenvolvidos e dos respectivos resultados obtidos traçou-se, a título de comparação os elementos em conjunto para durações de 6min, 1hora e 24horas nos gráficos em anexo, para períodos de recorrência de 25 e 50 anos.

Os resultados comparativos mostrados nos gráficos em apenso apontam uma variação muito pequena entre os métodos trabalhados.

## Comparação de Resultados para 25 anos de Recorrência



## Comparação de Resultados para 50 anos de Recorrência



— Posto de Brasília - DF pela Metodologia de Eng.º Antônio Raimundo S.R Coimbra

— Posto de ETE Norte - DF pela Metodologia de J. J. Taborga Torrico (Isozonas)

— Posto de Formosa - GO pela Metodologia de Otto Pfasterter

#### **3.2.3.4.3 – Posto Utilizado no Presente Projeto**

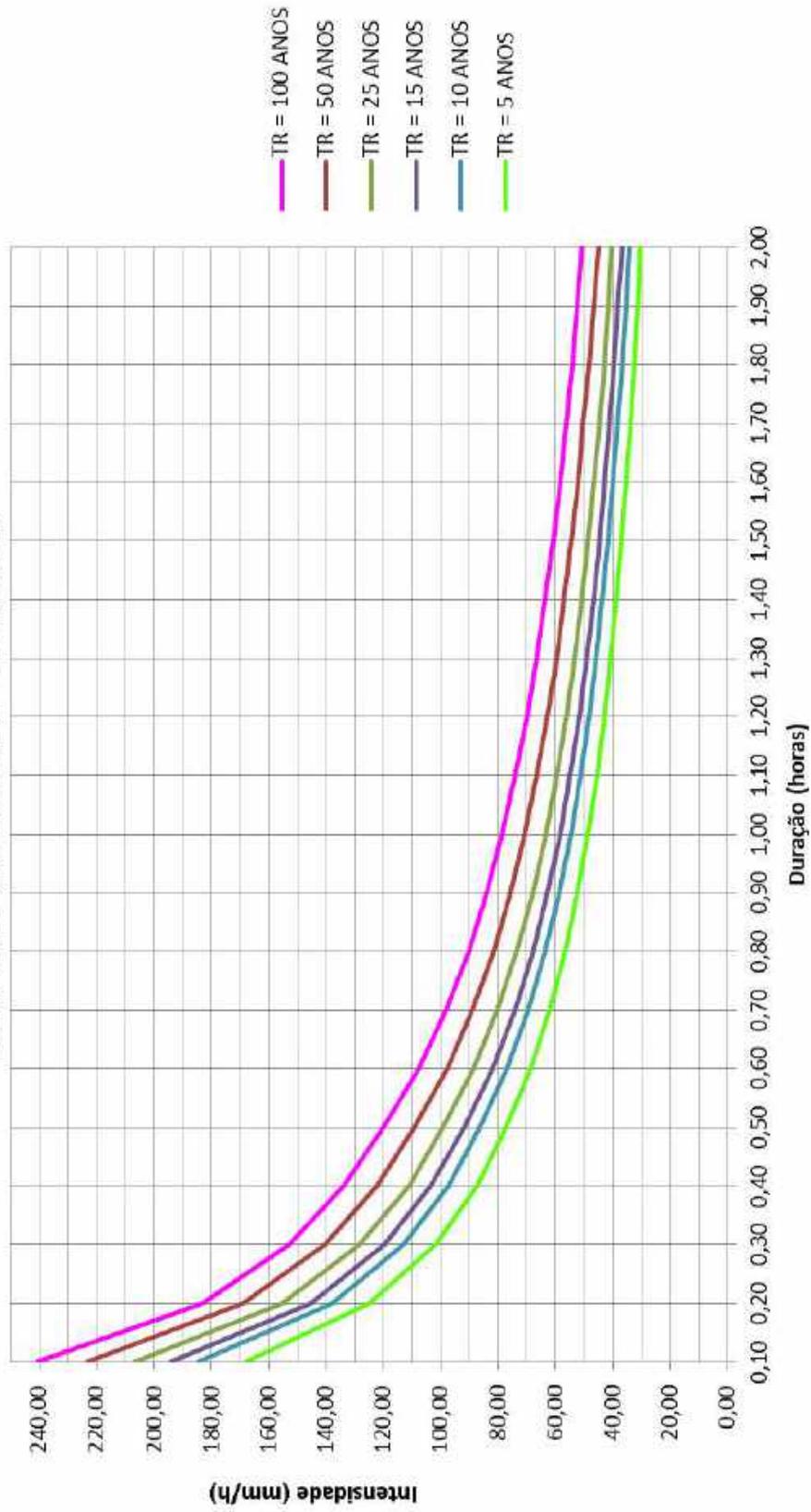
A partir dos estudos realizados e relatados neste capítulo, considerando-se a homogeneidade da pluviometria na região de Brasília, e, considerando ainda, que os dados do posto de Formosa/GO trabalhado pelo Otto Pfafstetter, apresentaram-se ligeiramente a favor da segurança entre os três métodos aplicados na área. Optou-se para adoção deste posto no presente projeto.

As curvas de intensidade-duração-frequência e de precipitação (altura)-duração-frequência são apresentadas abaixo.

# GRÁFICO DE INTENSIDADE - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA

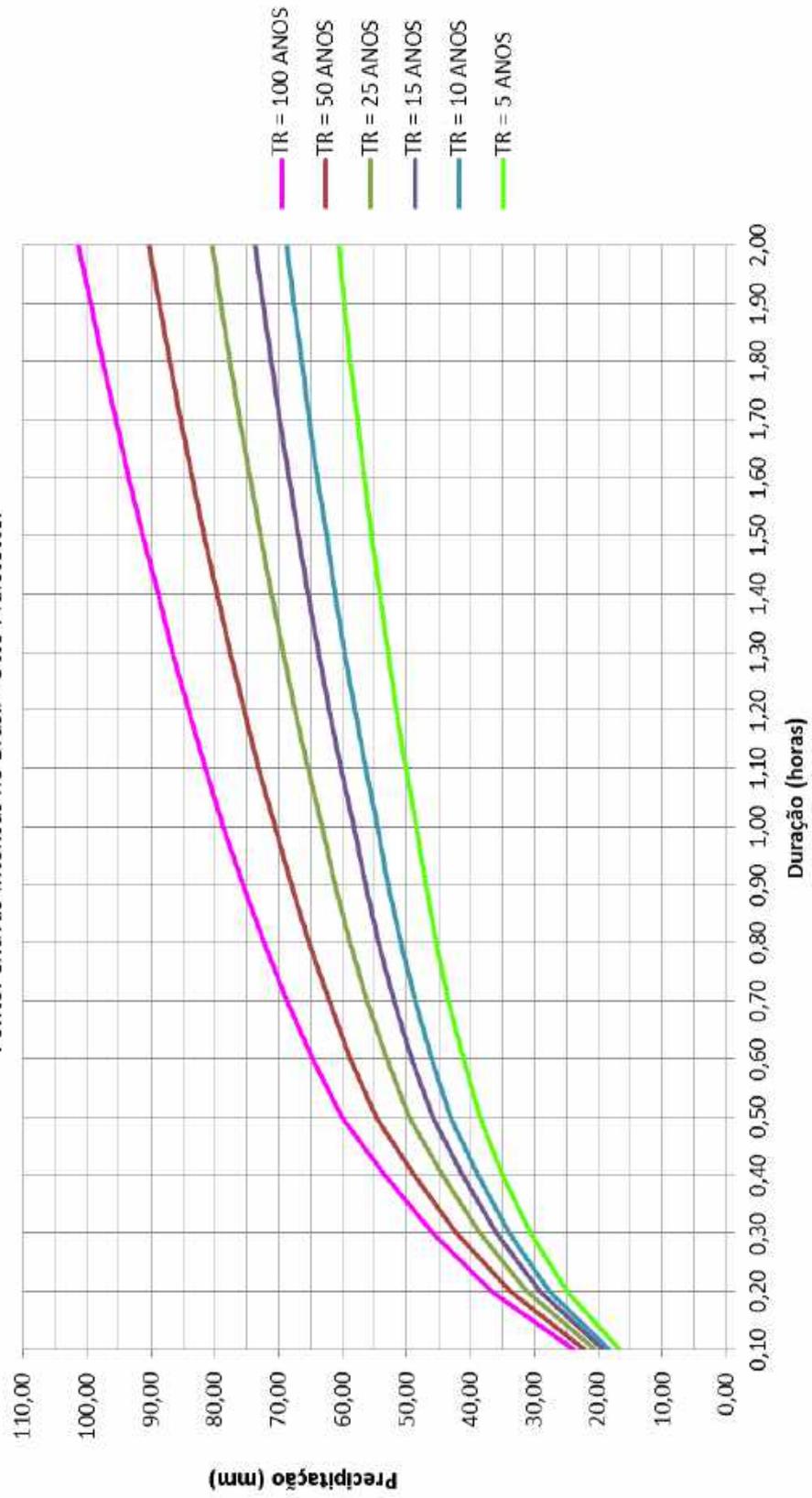
## Posto : Formosa / GO

Fonte: Chuvas Intensas no Brasil - Otto Pfafstetter



## GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA Posto : Formosa / GO

Fonte: Chuvas Intensas no Brasil - Otto Pfafstetter

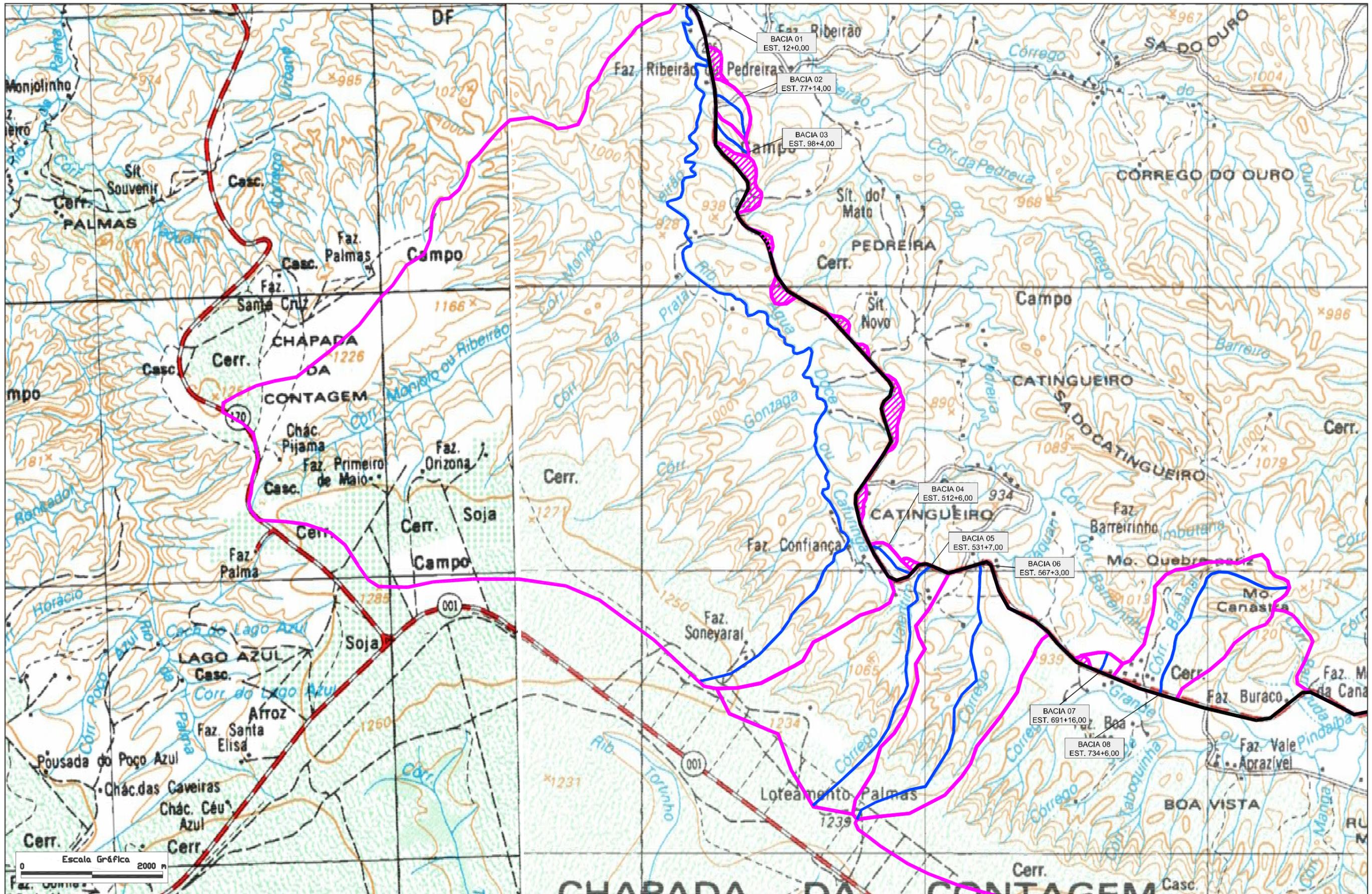


### **3.2.4 - Características das Bacias Ocorrentes**

O Anel Viário do Distrito Federal contemplado neste trabalho atravessa uma região plana à levemente ondulada.

Os elementos determinantes das características das bacias dos bueiros problemáticos ocorrentes no trecho da rodovia DF-205 e das bacias dos bueiros à implantar: área, comprimento e declividade, foram obtidos a partir da delimitação das bacias ocorrentes no trecho em projeto, com utilização de cartas topográficas do IBGE na escala 1:100.000, e auxílio de imagens do “Google Earth”.

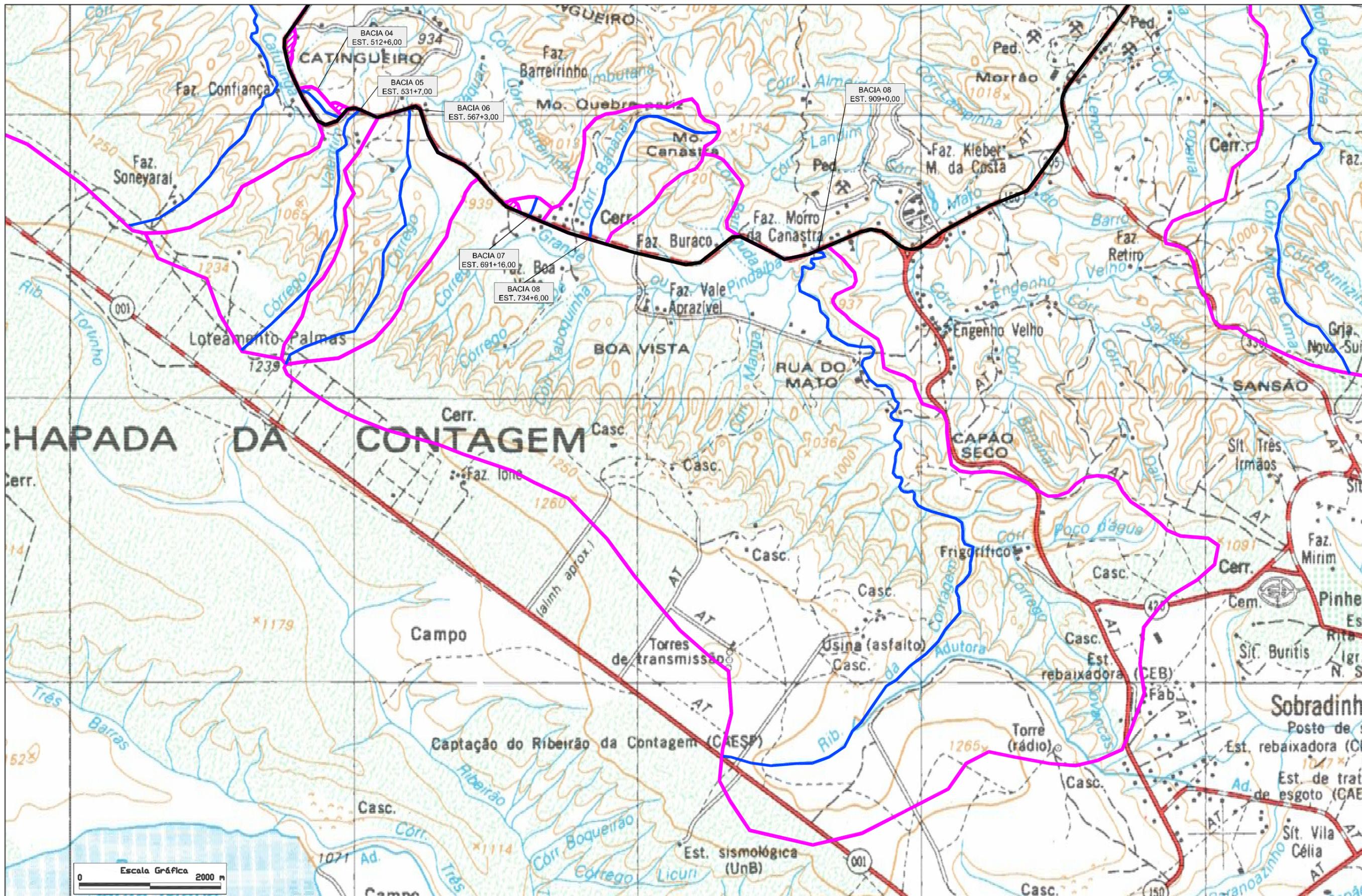
O correspondente Mapa de Bacias é apresentado a seguir.



OBSERVAÇÕES:

- Legenda**
- Rodovia
  - Bacias
  - Talvegues
  - Bacias de área mínima / Difusa
  - Número da bacia

Elaboração:				Projeto:	GDF SEMOB	DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL - DER/DF	
Coord:	Projeto:	Cálculo:		Desenho:		ANEL VIÁRIO DO DISTRITO FEDERAL	Folha:
Verif:	Arquivo:	Data:				RODOVIA : DF-205	EH-01
						TRECHO : Entrº GO-206 (Divisa GO/DF) – Entrº GO-430 (Divisa DF/GO)	
						EXTENSÃO : 78,7 km	
					SUTEC	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	MAPA DE BACIAS



OBSERVAÇÕES:

- Legenda**
- Rodovia
  - Bacias
  - Talvegues
  - Bacias de área mínima / Difusa
  - Número da bacia

Elaboração:		Projeto:		GDF SEMOB	
Coord:		Projeta:			
Verif:		Arquivo:		Escala:	
				ESTUDOS HIDROLÓGICOS MAPA DE BACIAS	