

4.12 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DO TRECHO

De acordo com as recomendações da Assessoria de Engenharia de Tráfego e Segurança de Trânsito, a determinação das características geométricas a serem adotadas para o trecho em estudo será procedida tomando por base o VMDAT estimado, não se considerando a parcela referente a “motos”, no 10º ano (2032), a saber:

- Posto 01 - 7 dias /24 horas - Entrº MT-206 (Paranaíta); Estaca: 14+0,00;
Coordenadas: 9°40'51.29"S 56°30'5.38"O:
VMDAT_2032 = 251 Veículos / dia.

Considerando-se os Critérios do Manual de Implantação Básica de Rodovia - 3ª Edição - Publicação IPR – 742 – DNIT; instruções de Estudo de Tráfego, as características geométricas a serem adotadas nos segmentos em estudo são aquelas correspondentes.

Com relação à Seção Transversal de Pavimento Acabado, poderão ser adotadas as seguintes dimensões para seus elementos componentes:

- Largura de semi - pista de rolamento: 3,50 m
- Largura do acostamento: 1,50 m; e,
- Largura do dispositivo de drenagem: 0,40 m.

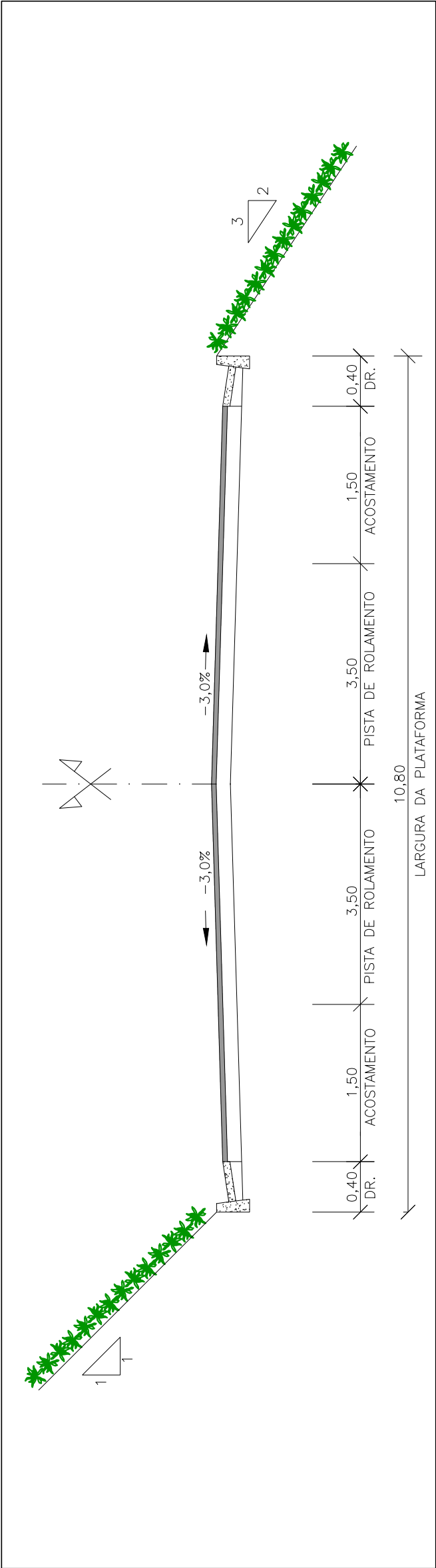
Desta forma, a largura total de pavimento acabado da plataforma será de 10,80 m.

Observação:

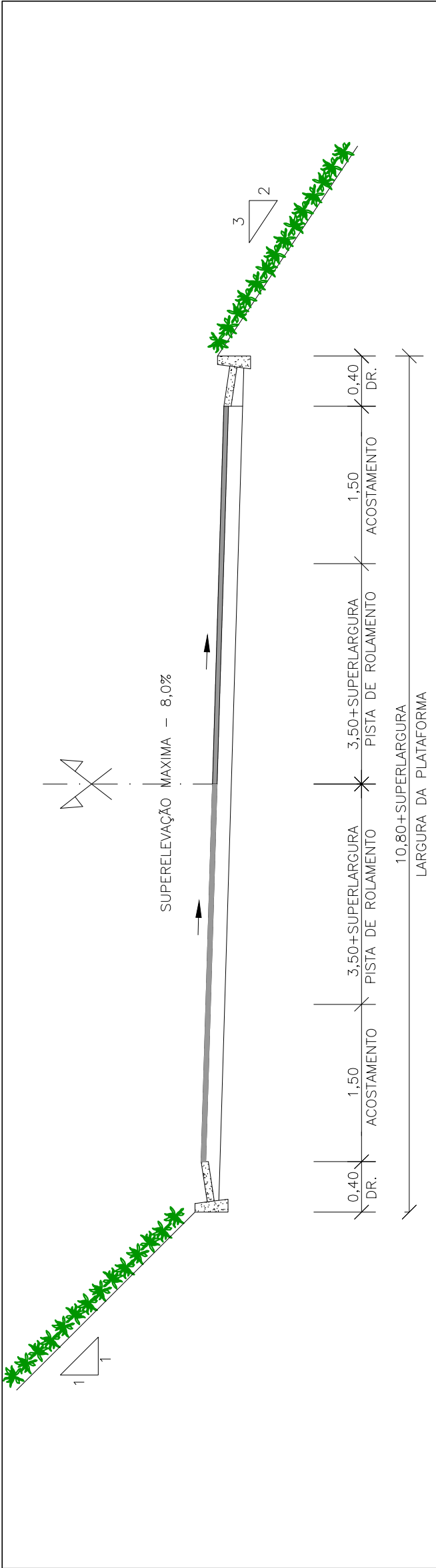
Alertamos para tráfego de máquinas agrícolas na rodovia em pequenos segmentos ao longo do trecho.

Apresentamos a seguir a Seção Transversal Tipo da Plataforma.

SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO – TANGENTE



SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO – CURVA



OBSERVAÇÕES:	SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS				CONCEDENTE:	ELABORAÇÃO:	PROJETO:	GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO SECRETARIA DE ESTADO INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA RODOVIA: MUNICIPAL – ESTRADA COPACABANA TRECHO: Entrª, MT – 206(Paranaitá) – Acesso ao Assentamento São Pedro SUB-TRECHO: Entrª, MT – 206(Paranaitá) – Trevo do Bugão EXTENSÃO : 14,05 KM			
	ENG.º COORDENADOR: BARBARA WIARA TELES DOS REIS 191.336/D CREIA/MG	DESENHO:	ESCALA:	SINFR Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística		           	Eng.º Fiscal – CREIA/MG		Eng.º Diretor da DP		
	RT: BARBARA WIARA TELES DOS REIS 191.336/D CREIA/MG	VERIFICADO:	APROVADO:								
	DESENHISTA: WASHINGTON B. ASSUNÇÃO										

5. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

5.1 INTRODUÇÃO

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos para o projeto do trecho Entrº.MT - 206(Paranaíta) - Acesso ao Assentamento São Pedro estaca 0+0,00 à estaca 702 + 13,72, com extensão de 14,05 km. O trecho está localizado nos limites da Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) Baixo Teles Pires, pertencendo à bacia hidrográfica amazônica. O estudo foi elaborado com a finalidade de fornecer todos os elementos necessários à avaliação da suficiência de vazão dos dispositivos de drenagem existentes, identificados como problemáticos e ao dimensionamento de novos elementos a serem implantados.

Estes estudos compreendem a caracterização geológica, climática e pluviométrica da região em que se insere a rodovia em estudo. Tratando-se de projeto que visa à implantação de uma rodovia com baixo volume de tráfego, e possuindo segmentos sem modificação da geometria atual, especial ênfase foi dada ao cadastro das obras problemáticas, cujo aproveitamento é provável.

Os estudos, portanto, foram conduzidos visando o cálculo das descargas máximas das obras de drenagem identificadas como problemáticas e o dimensionamento das novas obras ou aquelas que se conclua maior viabilidade de substituição.

5.2 CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO

O trecho em questão está localizado na mesorregião do Norte Mato-Grossense, é a maior das cinco mesorregiões do estado de Mato Grosso. É formada pela união de 55 municípios agrupados em oito microrregiões, pertencente à Bacia Amazônica; o principal rio que corta o município é o Rio Teles Pires ou São Manuel, Rio Bruno e o Rio Apiacás.

5.3.1 GEOLOGIA

O trecho tem seu início no entroncamento da rodovia MT-206 (Paranaíta) na estaca 0,00+0,00 estendendo-se até à estaca 702+13,72. As descrições do meio físico das cidades e entorno tiveram como fontes o Projeto de Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Estado de Mato Grosso (MATO GROSSO, 2004), cujos mapeamentos foram apresentados por Folha

cartográfica, consoante os preceitos do Decreto-Lei 243-1967 que define as Diretrizes e Bases da Cartografia Brasileira.

O Sistema Cartográfico Nacional é constituído pelas entidades nacionais, públicas e privadas, que tenham por atribuição principal executar trabalhos cartográficos ou atividades correlatas. A sede do município de Paranaíta encontra-se na Folha SC.21-X-C, nas coordenadas de latitude 9°40'03.80"S e longitude 56°28'21.29"O. Os principais centros urbanos da Folha SC.21-X-C correspondem, além de Paranaíta, as cidades de Alta Floresta e Carlinda. O principal acesso rodoviário corresponde à MT-208. Os rios Teles Pires, Santa Helena e Córrego Porto de Areia são os principais cursos d'água da área, drenando-a no sentido sul-norte. O ribeirão Carmindo, afluente da margem esquerda do rio Teles Pires, constitui-se no principal curso d'água da região urbana e periurbana da cidade, onde nascem alguns de seus afluentes.

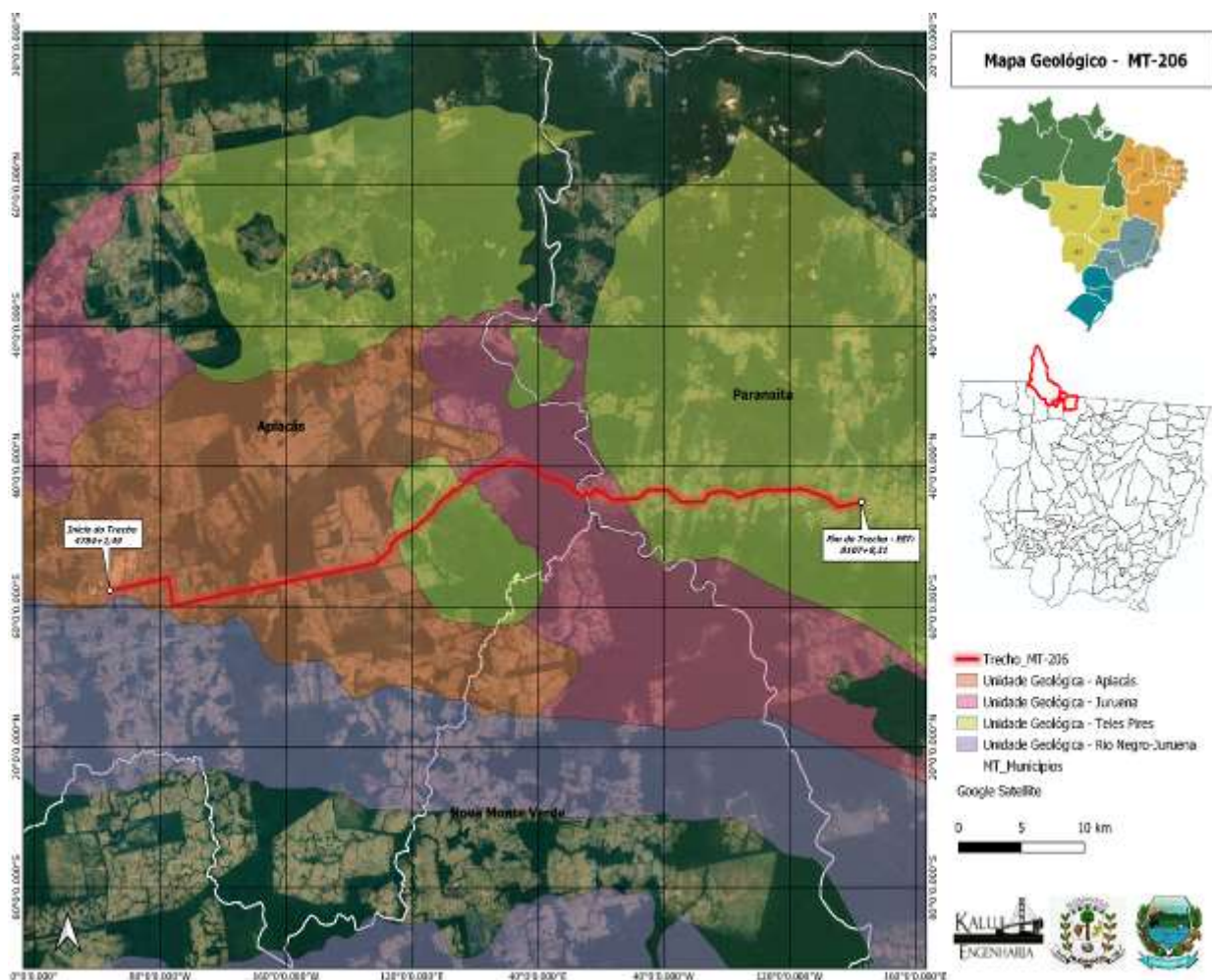
A folha, em sua maior, parte está situada na região do embasamento cristalino, sobre rochas do Complexo Xingu e tem como características o desenvolvimento de solos podzolizados em sua maioria absoluta, ocorrendo esparsamente solos menos desenvolvidos (Solos Litólicos e/ou Cambissolos) associados a condições de relevo acidentado.

O trecho ocorre em áreas geológicas relevantes e similares. CPRM (2001) definiu como Granito Apiacás, o qual é modificado para Suite Intrusiva Apiacás conforme recomendação de Sohl (1977). Tratam-se de Granito a duas micas tipo S, formado por biotita-moscovita-granitos e biotita-granitos. Cor cinza, textura porfírica e granulação fina a média. Alguns desses corpos foram mapeados por Silva et al. (1980) como Granito Teles Pires. Seguindo o traçado do segmento 02, o mesmo perpassa por áreas com diferentes identidades geológicas como a Suíte Intrusiva Teles Pires e Juruena.

A Suite Intrusiva Teles Pires é representada pelos granitos plutônicos associados aos vulcanitos e piroclásticas da Formação Roosevelt (Supergrupo Uatumã) e aos polimetamorfitos do Complexo Jamari, ocorrendo no leito do rio Teles Pires, trecho entre as desembocaduras dos rios Apiacás e Paranaíta, na Cachoeira do Jaú e na BR-163 (Cuiabá-Santarém) nas proximidades da Tratex e da vila de Cajabi. Estas rochas também estão presentes na Folha Juruena, estendendo-se de forma esporádica para a porção sudeste da Folha Purus. Apresentam-se em geral na forma de stocks circulares e irregulares. As principais variedades litológicas encontradas são ortoclásio-granito com variações texturais de granitos equigranulares, microgranitos, granitos pórfiros, além de riebeckita-granitos, granitos rapakivi e granófiros. A composição mineralógica é variada, predominando à biotita, anfibólio, riebeckita e aegirina, sendo a primeira a mais comum.

A Suíte Intrusiva Juruena compreende biotita-granitos, biotita-monzonitos, quartzo-dioritos, granodioritos e tonalitos de natureza calci-alcalina ocorrentes no vale do Rio Juruena, em sua porção média, no âmbito do Estado do Mato Grosso. Silva, G.H. et al. (1974) sob a

denominação de Granito Juruena inclui os granitóides existentes dentro do Complexo Xingu, no entanto CPRM (2000) a definiu como Suite Intrusiva Juruena como uma série magmática expandida de natureza calci-alkalina. Compreende biotita-granitos, biotita-monzonitos, quartzo-dioritos, granodioritos e tonalito de natureza calci-alkalina. Apresenta localmente estreitas zonas de cisalhamento com direção preferencial E-O e NO-SE.



5.3.2 VEGETAÇÃO

A maior parte da superfície de Mato Grosso é coberta pela floresta equatorial, com árvores muito altas e copadas, como a andiroba, o angelim, o pau-roxo e a seringueira. É um verdadeiro prolongamento da Floresta Amazônica em Mato Grosso. Ao sul de Cuiabá, domina o cerrado, vegetação formada por árvores de até 10m de altura, espalhadas entre numerosos e variados arbustos.

No Pantanal, há diversos tipos de vegetação, que variam de acordo com o terreno. Predomina, porém, a cobertura de gramínea, excelente pastagem para o gado. Entre as vertentes dos rios: rio Xingu e Rio Tapajós, no norte do Estado, a vegetação também não é

uniforme, passando da mata seca e da floresta, mais densa às margens dos rios, ao campo, verdadeiro tapete de ervas, praticamente desprovidos de arbustos.

A zona de florestas compreende 47% da área do estado, os cerrados 39% e os campos 14%. A Floresta Ombrófila Aberta Submontana se encontra distribuída por todo o município e a Floresta Ombrófila Densa Submontana, ocorre nas partes mais baixas, em menor extensão (BORGES; SILVEIRA; VENDRAMIN, 2014). Tais formações vegetacionais ocorrem nas encostas, sobre relevo convexo, comumente de boa drenagem e profundidade. São áreas relativamente estáveis, de declividade moderada, que permitem o estabelecimento de vegetação florestal densa e alta, até 35 metros. Essa formação está comumente situada entre 10 e 600 metros de altitude (IBGE, 2012).

O trecho em análise apresenta a Floresta Ombrófila Densa Submontana que ocorre nas partes mais baixas das encostas, sobre relevo convexo, comumente de boa drenagem e profundidade. São áreas relativamente estáveis, de declividade moderada, que permitem o estabelecimento de vegetação florestal densa e alta, até 35 metros (IBGE, 2012).

E a Savana Arborizada, que é um Subgrupo de formação natural ou antropizado que se caracteriza por apresentar uma fisionomia rala definida por árvores baixas e outra por ervas contínua, sujeito ao fogo anual. As sinúsias dominantes formam fisionomias ora mais abertas (campo cerrado), ora com a presença de cerrado propriamente dito. A composição florística, apesar de semelhante à da Savana Florestada, possui espécies dominantes que caracterizam os ambientes que podem apresentar ou não associação com floresta de galeria (SEPLAN, 2011; IBGE, 2012; BORGES; SILVEIRA; VENDRAMIN, 2014).

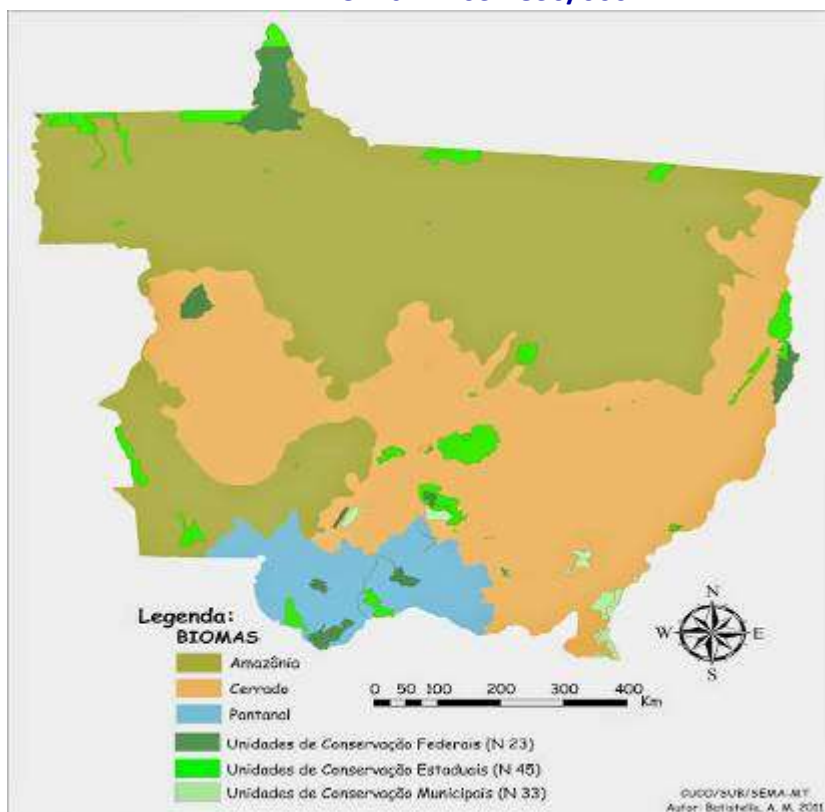
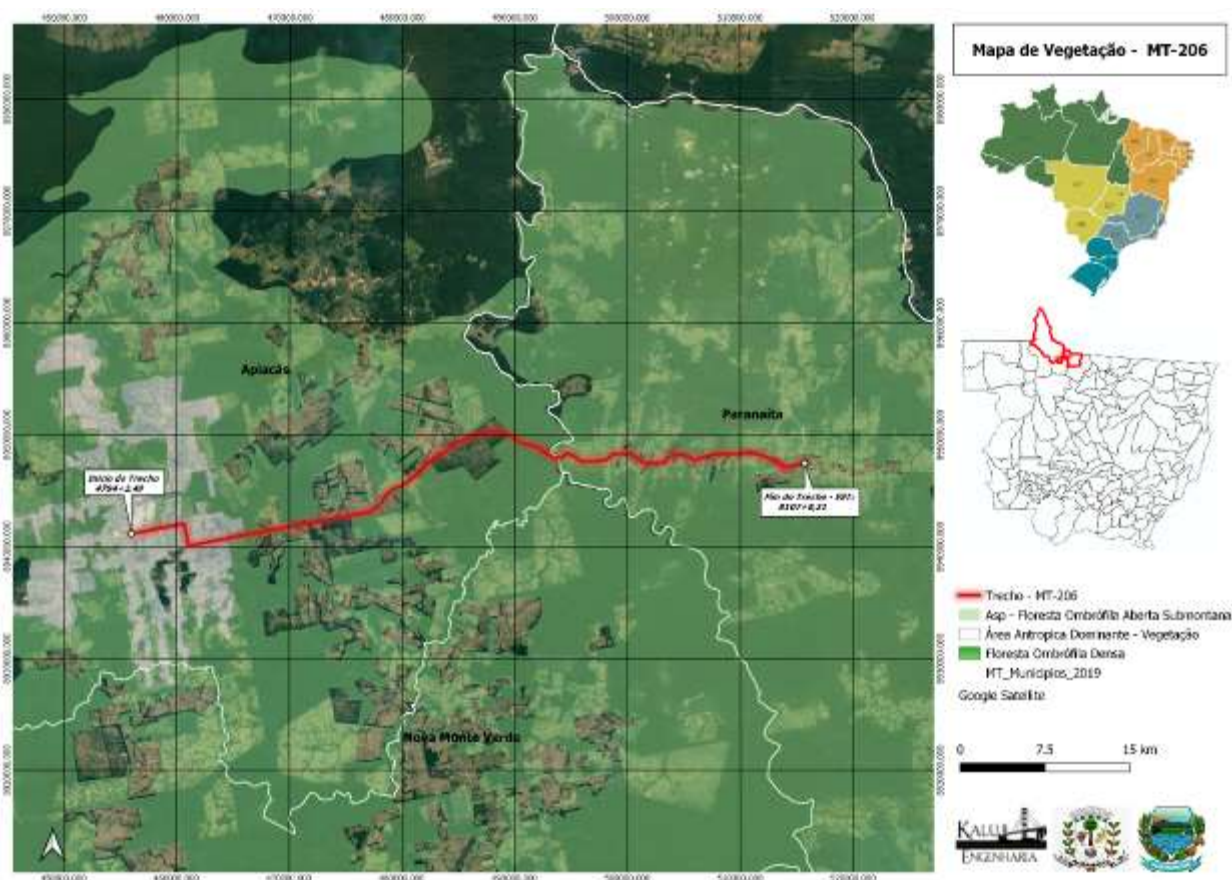


Figura 2 – Biomas (SEPLAN/MT)

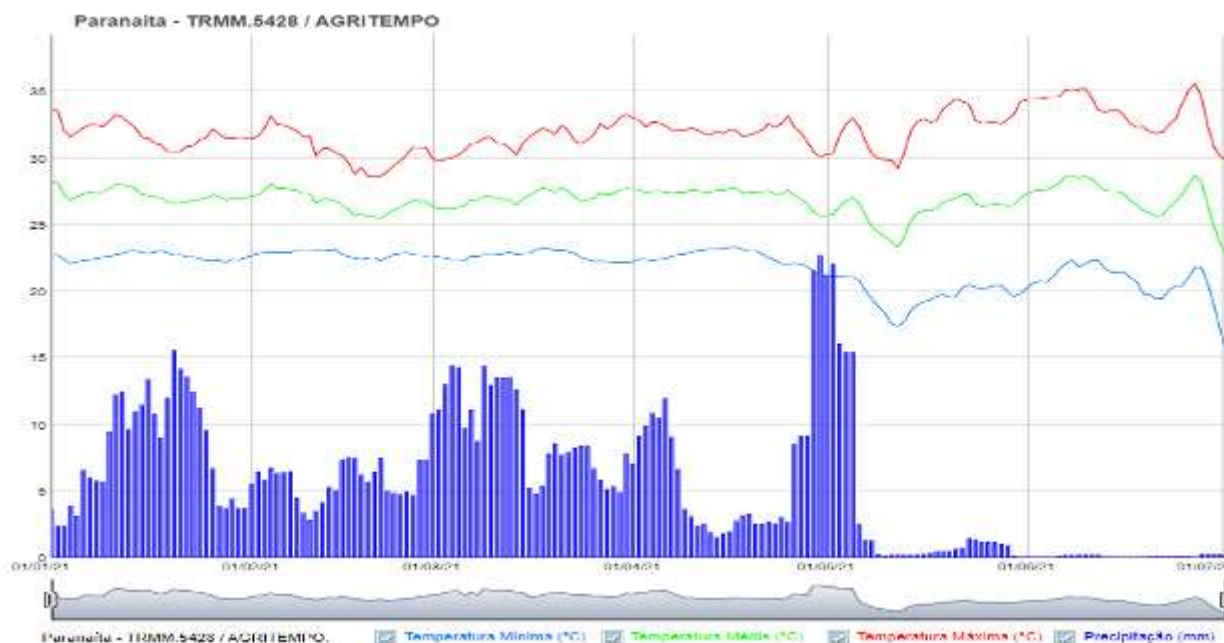


5.3.3 TEMPERATURA

As temperaturas são elevadas, com a média anual ultrapassando os 26°C. O índice de chuvas também é alto, atingindo dois mil milímetros anuais. Também prevalece o clima tropical, propriamente dito, com chuvas de verão e inverno seco, caracterizado por médias de 23°C no Planalto Central. A quantidade de chuvas também é alta nesse clima: ultrapassa a média anual de 1.500 mm, já que a estação seca, bastante marcada no sul do estado, vai gradativamente se reduzindo em direção ao norte.

O clima tropical caracteriza-se por temperatura elevada (de 18°C a 28°C), com amplitude térmica de (5°C a 7°C), e estações bem definidas – uma chuvosa e outra seca. Apresenta alto índice pluviométrico, em torno de 2.500 mm ao ano. A estação de chuva é o verão, quando a massa equatorial continental está sobre a região. No inverno, com o deslocamento dessa massa para o extremo norte do país, diminui a umidade e então ocorre a estação seca.

GRÁFICO DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO



5.3.4 HIDROGRAFIA

No PERH-MT verifica-se que três unidades hidrográficas estão inseridas no território de Mato Grosso: a Região Hidrográfica do Paraguai, com área de 176.800 km², que abrange 19,6% da superfície estadual; a Região Hidrográfica Amazônica, com 592.382 km², que ocupa 65,7% do território; e a região Tocantins-Araguaia, com 132.238 km², que corresponde a 14,7% da

superfície do Estado. De acordo com o PERH-MT (2009) Paranaíta faz parte da Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) Baixo Teles Pires, pertencendo à bacia hidrográfica amazônica.

Esta unidade de planejamento apresenta uma vazão anual entre 20.000 e 40.000 hm³/ano. Ainda segundo o PERH-MT (2009) as águas subterrâneas no Estado de Mato Grosso são divididas em dois domínios de aquíferos: o Domínio Poroso (granular e dupla porosidade) e o Domínio Fraturado (fissural e físsuro-cárstico), com porosidade intergranular e com porosidade fissural, respectivamente. Conforme o PERH-MT (2009) verifica-se que o território de Paranaíta está situado no Domínio Poroso (granular e dupla porosidade) e no Domínio Fraturado de rochas metamórficas e plutônicas.

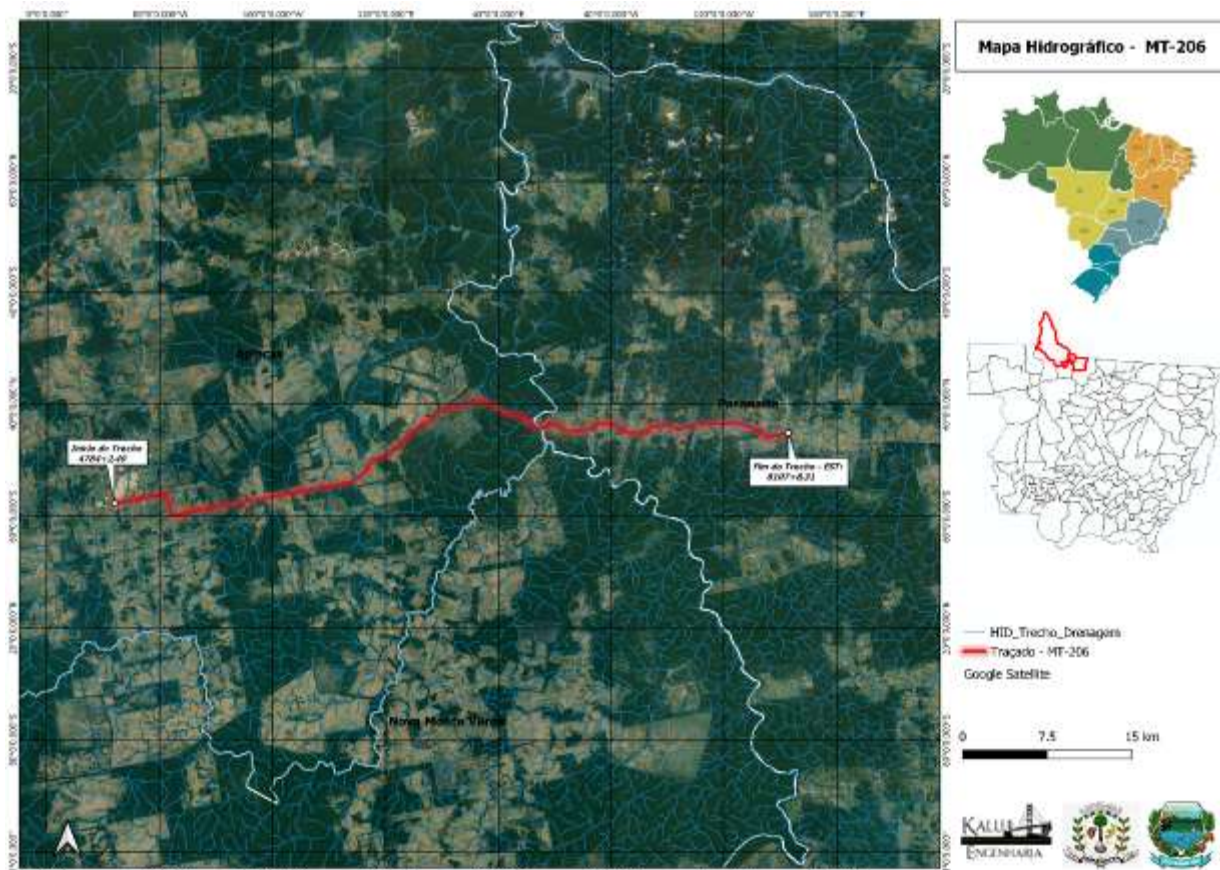


Figura 3 – Mapa Hidrológico do Trecho

5.4 PLUVIOMETRIA

5.4.1 DADOS DA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Para apresentação dos dados pluviométricos na área de influência do projeto, adotou-se os postos de números:

- Código: 956000
- Nome: Alta Floresta
- Bacia: Rio Amazonas
- Sub. Bacia: Rio Amazonas, Tapajós, Juruena.
- Estado: Mato Grosso
- Município: Alta Floresta
- Responsável: ANA
- Operadora: CPRM
- Latitude: -9.8703
- Longitude: -56.1022

- Código: 956002
- Nome: Paranaíta
- Bacia: Rio Amazonas
- Sub. Bacia: Rio Amazonas, Tapajós, Juruena.
- Estado: Mato Grosso
- Município: Paranaíta
- Responsável: ANA
- Operadora: CPRM
- Latitude: -9.6939
- Longitude: -56.4742

Como as estações estão próximas e por pertencerem a mesma microrregião, ambas podem ser utilizadas, porém a estação de Alta Floresta apesar de ter uma maior amostragem, possui um período em que não foram realizados os levantamentos, deste modo para o dimensionamento hidrológico, considerou a Estação Paranaíta como principal.

5.4.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS EXISTENTES

As características físicas da região, cujo estudo possibilitou a avaliação dos coeficientes de escoamento superficial das áreas adjacentes à rodovia projetada e garantiu subsídios para elaboração do plano de execução da obra, foram abordadas nos tópicos apresentados a seguir.

- a) Estação pluviométrica
- b) Dados cartográficos, aerofotogramétricos e topográficos
 - Cartas planialtimétricas, em escala 1:100.000 do IBGE e imagem de satélite.
 - Levantamento topográfico de talvegues.

A região do baixo Teles Pires (incluindo a Bacia do Peixoto de Azevedo) no arco interno envolvido pelos Caiabis, Serra Formosa e a Chapada do Cachimbo se constitui na Unidade Climática IB3, que foi subdividida nas subunidades IB3a (vales, depressões e colinas baixas da Depressão Sul Amazônica) e IB3b (maciços e chapadas residuais do Norte de Mato Grosso). A cidade de Paranaíta encontra-se na subunidade IB3a. Esta Subunidade corresponde as faixas de altitude entre 300 a 400 m. As temperaturas médias anuais, variam entre 24,3°C e 24,6°C e os totais pluviométricos médios oscilam entre 2.000 a 2300 mm. O balanço hídrico de Paranaíta apresenta um elevado volume de excedente hídrico, com um total anual de 1.197,8 mm.

A distribuição mensal deste excedente é máxima durante os meses de dezembro (207,2 mm), janeiro (266,3 mm), fevereiro (299,3 mm) e março (197,7 mm). No entanto, em novembro e abril o excedente é ainda considerável, 129,3 e 90 mm respectivamente. A deficiência hídrica anual de 244,2 mm, iniciando em maio e se prolongando até setembro.

5.4.3 PROCESSAMENTO DE DADOS COLETADOS

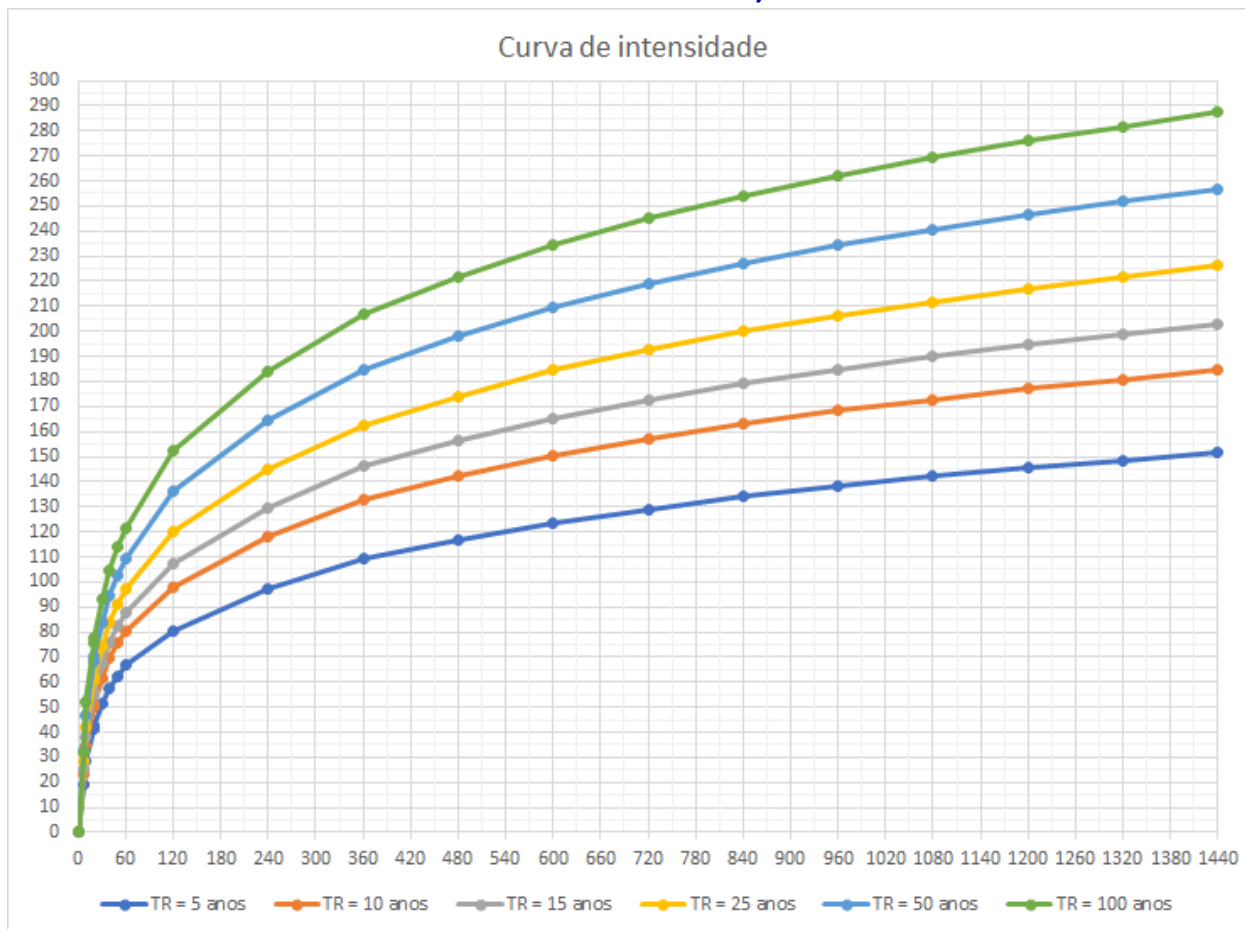
Para o processamento dos dados foram avaliadas as estações pluviométricas quanto à quantidade de dados e quanto à localização, portanto foi estudada a estação que obteve localização mais próxima ao trecho e com maior número de dados coletados. Os dados coletados foram processados de modo a se obter os elementos de definição do

regime climático da região do projeto, levando-se em consideração os totais diários conforme gráfico.

A metodologia empregada foi a da Probabilidade Extrema de Gumbel. Para isso escolheram-se as maiores alturas de chuva de cada ano segundo a série histórica disponível, organizando-se assim uma série de máximas anuais.

Determinado as alturas de precipitação para as durações de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, em cada tempo de recorrência considerado, é traçado no papel de probabilidade de Hershfield e Wilson, os pontos que fornecem as alturas de precipitação em função do tempo de recorrência, ligando esses pontos obtém-se as alturas de precipitação para qualquer duração de tempo entre 6 minutos e 24 horas, conforme observado a seguir:

Alturas de precipitação						
Duração (min)	Tempo de recorrência					
	TR = 5 anos	TR = 10 anos	TR = 15 anos	TR = 25 anos	TR = 50 anos	TR = 100 anos
6	15,27	20,92	23,00	14,24	16,19	17,61
10	12,90	17,77	24,90	30,96	35,53	44,24
19	18,72	25,79	36,14	44,93	51,56	64,20
20	19,20	26,45	37,06	46,08	52,88	65,85
30	23,04	31,75	44,47	55,30	63,46	79,02
40	25,89	35,67	49,98	62,14	71,31	88,80
50	28,11	38,73	54,26	67,47	77,42	96,41
60	30,00	41,34	57,91	72,00	82,63	102,89
120	37,88	55,34	69,33	91,75	106,20	143,80
240	48,48	70,84	88,74	117,44	135,94	184,06
360	54,54	79,70	99,83	132,12	152,93	207,07
480	58,33	85,23	106,76	141,30	163,55	221,45
600	61,82	90,32	113,14	149,74	173,32	234,68
720	64,54	94,31	118,13	156,34	180,96	245,04
840	66,97	97,85	122,57	162,21	187,76	254,24
960	69,09	100,95	126,45	167,35	193,71	262,29
1080	70,98	103,71	129,92	171,94	199,02	269,48
1200	72,72	106,26	133,10	176,16	203,90	276,10
1320	74,24	108,47	135,88	179,83	208,15	281,85
1440	75,76	110,69	138,65	183,50	212,40	287,60



5.4.4 DETERMINAÇÃO DOS VALORES CARACTERÍSTICOS DA CHUVA DE PROJETO

Com as informações dos postos escolhidos é possível determinar às alturas as precipitações e a intensidade de chuva com duração de um dia, em diferentes tempos de recorrência, tomando como base métodos estatísticos como o método Racional, método Hidrogramas e outro.

Para o dimensionamento, utiliza-se as maiores alturas de chuvas de cada ano para montar a série de máximas anuais para a estação considerada.

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
	CHV MAX.	CHV MAX.	CHV MAX.	CHV MAX.	CHV MAX.	CHV MAX.	CHV MAX.	CHV MAX.	CHV MAX.	CHV MAX.	CHV MAX.	CHV MAX.
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49,8	56,9	38
2000	65,6	88,8	80,6	31,2	2,2	0	0	13,8	87,3	23,1	60,2	40,8
2001	54,1	68,3	49	61,3	37	16	12,2	2	54,1	28,2	45,7	84,4
2002	78,3	47,2	58,8	30	17,3	0	11,6	4,5	65,6	46,4	116	73
2003	62,4	53,5	61	40,3	71,5	30,3	0	24,3	36,8	81,5	43,9	59,8
2004	67,8	44,5	47,2	72,5	65,2	0,2	1,2	31,3	27,5	40,8	51,2	73,4
2005	45,5	73,5	98	56,8	7,7	7,5	0	0	28	36,4	54,1	64,3
2006	88,5	73,3	106,8	98,5	27	0	0	6,4	36,8	87	40,5	54,9
2007	76,4	42,2	67,1	21,3	7,8	0	1,6	0	17,6	36,2	71,4	88,5
2008	84,9	66,7	76,8	46,7	21,2	0	0	0	37,8	47,8	65,8	42,5
2009	25,1	29,9	75,4	57,8	26,3	32,3	2,3	71,6	64	28,1	81,3	50,9
2010	89,8	69,3	59,6	43,1	11	0,4	0	0	29,8	69	74,7	35,8
2011	53,8	59,7	74,3	37,8	34,8	0	0	16	11,5	63,3	46,8	63,3
2012	68,5	54,6	48	38,9	66,1	10,2	0	0	34,6	48,1	92,3	129,7
2013	50,8	109	52,7	69,9	28,6	10,5	0	2,5	23,7	62	75,1	42,5
2014	33,9	72,4	51,8	61,6	46,2	0	0	25,8	33,2	69,7	45,1	61,3
2015	62,4	63,5	61,3	42	21,2	0	4	3,8	11,5	53,6	26	38
2016	128,3	13	52,8	31,4	24	29,8	0	25,9	37	61,7	71,4	21,6
2017	56,2	47,1	57,2	83,5	19	5,1	0	24,5	57,5	25,9	30,3	61,1
2018	56	56,2	56,1	83,5	22	18,5	0	11,7	41,6	43,4	30,8	28,2
2019	47,3	58,7	61,8	38,1	54,8	0	0	3,5	16,2	52,3	44	58,6
2020	31	37,8	54,3	33	17	3,9	0	5	55,5	60,1	0	0

Estação: UHE Teles Pires Rio Paranaíba - UF: MT. Código: 956002 Isozonas: E						EVENTOS	22
						SOMA	1916,40
						MÉDIA	87,11
						DESVIO	20,53
N	ANO	Chuva máx.	Chuva máx. Orden.	Ch-Ch.med	(Ch-Ch.med) ²	$F=n/(m+1)\%$	$Y=100/F$
1	1999	56,9	129,7	42,59	1.813,99	4,35	22,99
2	2000	88,8	128,3	41,19	1.696,69	8,70	11,49
3	2001	84,4	116	28,89	834,68	13,04	7,67
4	2002	116	109	21,89	479,21	17,39	5,75
5	2003	81,5	106,8	19,69	387,73	21,74	4,60
6	2004	73,4	98	10,89	118,61	26,09	3,83
7	2005	98	89,8	2,69	7,24	30,43	3,29
8	2006	106,8	88,8	1,69	2,86	34,78	2,88
9	2007	88,5	88,5	1,39	1,93	39,13	2,56
10	2008	84,9	84,9	-2,21	4,88	43,48	2,30
11	2009	81,3	84,4	-2,71	7,34	47,83	2,09
12	2010	89,8	83,5	-3,61	13,03	52,17	1,92
13	2011	74,3	83,5	-3,61	13,03	56,52	1,77
14	2012	129,7	81,5	-5,61	31,46	60,87	1,64
15	2013	109	81,3	-5,81	33,75	65,22	1,53
16	2014	72,4	74,3	-12,81	164,07	69,57	1,44
17	2015	63,5	73,4	-13,71	187,94	73,91	1,35
18	2016	128,3	72,4	-14,71	216,36	78,26	1,28
19	2017	83,5	63,5	-23,61	557,39	82,61	1,21
20	2018	83,5	61,8	-25,31	640,55	86,96	1,15
21	2019	61,8	60,1	-27,01	729,49	91,30	1,10
22	2020	60,1	56,9	-30,21	912,59	95,65	1,05

VALORES DE "K" CALCULADOS SEGUNDO A LEI DE GUMBEL						
Nº de Eventos Considerados	TR - Tempo de Recorrência em anos					
	5	10	15	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,741	3,456	4,166
13	0,996	1,748	2,168	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,663	3,360	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,575	3,250	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,636	2,032	2,533	3,199	3,860
20	0,919	1,625	2,018	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,500	3,157	3,810
22	0,905	1,603	1,992	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,593	1,980	2,470	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,566	1,949	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	1,941	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,412	3,048	3,681
29	0,870	1,547	1,924	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,917	2,393	3,026	3,653
31	0,863	1,535	1,910	2,385	3,015	3,641
32	0,860	1,530	1,904	2,377	3,005	3,629
33	0,856	1,525	1,897	2,369	2,996	3,618
34	0,853	1,520	1,892	2,362	2,987	3,609
35	0,851	1,516	1,886	2,354	2,977	3,598
36	0,848	1,511	1,881	2,349	2,971	3,588
37	0,845	1,507	1,876	2,344	2,963	3,579
38	0,843	1,503	1,871	2,338	2,957	3,571
39	0,840	1,499	1,867	2,331	2,950	3,563
40	0,838	1,495	1,862	2,626	2,943	3,554
41	0,836	1,492	1,856	2,321	2,936	3,547
42	0,834	1,489	1,854	2,316	2,930	3,539
43	0,832	1,485	1,850	2,311	2,924	3,532
44	0,830	1,482	1,846	2,307	2,919	3,526
45	0,828	1,478	1,842	2,303	2,913	3,519
46	0,826	1,476	1,839	2,298	2,908	3,513
47	0,824	1,474	1,836	2,294	2,903	3,507
48	0,823	1,471	1,832	2,290	2,898	3,501
49	0,821	1,469	1,830	2,287	2,894	3,498
50	0,820	1,466	1,827	2,283	2,889	3,490
51	0,818	1,464	1,824	2,280	2,885	3,486
52	0,817	1,462	1,821	2,276	2,881	3,481
53	0,815	1,459	1,818	2,273	2,875	3,474
54	0,814	1,457	1,816	2,270	2,873	3,471
55	0,813	1,455	1,813	2,267	2,869	3,467
56	0,812	1,453	1,811	2,264	2,865	3,462
57	0,810	1,451	1,809	2,261	2,862	3,458
58	0,809	1,449	1,806	2,258	2,858	3,454
59	0,808	1,448	1,804	2,256	2,855	3,450
60	0,807	1,446	1,802	2,253	2,852	3,446

Fonte: M.D. REID, 8 de Nov de 1942

5.4.5 DETERMINAÇÃO DA CURVA DE INTENSIDADE

O Eng^o José Jaime Taborga Torrico, desenvolveu um método alternativo para chuvas intensas de curta duração, em locais onde não há equações de chuvas de postos pluviométricos, nas proximidades da bacia estudada. Com os dados dos estudos estatísticos do método de Gumbel, e utilizando o método das Isozonas do Eng.^o J.J.T. Torrico é possível deduzir a altura de precipitação para tempos de concentração menores que 24 horas.

A partir do estudo estatístico do método de Gumbel, calcula-se para a estação em estudo, as chuvas de um dia, nos tempos de recorrência previstos, conforme a metodologia do Eng. Torrico, estas chuvas de um dia, são convertidas em chuvas de 24 horas, multiplicando-se pelo coeficiente de 1,10, que é a relação de 24 horas / 1 dia. Em seguida determina-se no mapa das Isozonas qual a zona que corresponde ao local de estudo, conforme figura abaixo.

Isozona	1h/24h chuva										6min/24h	
	TR (anos)										TR (anos)	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5 - 50	100
A	36,20	35,80	35,60	35,50	35,40	35,30	35,00	34,70	33,60	32,50	7,00	6,30
B	38,10	37,80	37,50	37,40	37,30	37,20	36,90	36,40	37,20	36,00	8,40	7,50
C	40,10	39,70	39,50	39,30	39,20	39,10	38,80	38,40	37,20	36,00	9,80	8,80
D	42,00	41,60	41,40	41,20	41,10	41,00	40,70	40,30	39,00	37,80	11,20	10,00
E	44,00	43,60	43,30	43,20	43,00	42,90	42,60	42,20	40,90	39,60	12,60	11,20
F	46,00	45,50	45,30	45,10	44,90	44,80	44,50	44,10	42,70	41,30	13,90	12,40
G	47,90	47,40	47,20	47,00	46,80	46,70	46,40	45,90	44,50	43,10	15,40	13,70
H	49,90	49,40	49,10	48,90	48,80	48,60	48,30	47,80	46,30	44,80	16,70	14,90

Quadro: Isozonas de igual relação

Fonte: TORRICO, 1974, p. 15

Valores de K(GUMBEL)

Tr - Tempo de Recorrência em anos

5	10	15	25	50	100
0,905	1,603	1,992	2,484	3,138	3,787

		K		Desvio					
Tr - 5 Anos	87,11	+	(0,905x44,79)	=	127,645	mm	Max.	1 dia	
		1,100	x	127,645	=	140,409	mm	Max.	24 h
Isozonas de igual relação	1h/24h	0,440	x	140,409	=	61,780	mm	Max.	1 h
	6min	0,126	x	140,409	=	17,692	mm	Max.	0,1 h
Tr - 10 Anos	87,11	+	(1,603x44,79)	=	158,908	mm	Max.	1 dia	
		1,100	x	158,908	=	174,799	mm	Max.	24 h
Isozonas de igual relação	1h/24h	0,436	x	174,799	=	76,212	mm	Max.	1 h
	6min	0,126	x	174,799	=	22,025	mm	Max.	0,1 h
Tr - 15 Anos	87,11	+	(1,992x44,79)	=	176,332	mm	Max.	1 dia	
		1,100	x	176,332	=	193,965	mm	Max.	24 h
Isozonas de igual relação	1h/24h	0,433	x	193,965	=	83,987	mm	Max.	1 h
	6min	0,126	x	193,965	=	24,440	mm	Max.	0,1 h
Tr - 25 Anos	87,11	+	(2,484x44,79)	=	198,368	mm	Max.	1 dia	
		1,100	x	198,368	=	218,205	mm	Max.	24 h
Isozonas de igual relação	1h/24h	0,430	x	218,205	=	93,828	mm	Max.	1 h
	6min	0,126	x	218,205	=	27,494	mm	Max.	0,1 h
Tr - 50 Anos	87,11	+	(3,138x44,79)	=	227,661	mm	Max.	1 dia	
		1,100	x	227,661	=	250,427	mm	Max.	24 h
Isozonas de igual relação	1h/24h	0,426	x	250,427	=	106,682	mm	Max.	1 h
	6min	0,126	x	250,427	=	31,554	mm	Max.	0,1 h
Tr - 100 Anos	87,11	+	(3,787x44,79)	=	256,730	mm	Max.	1 dia	
		1,100	x	256,730	=	282,403	mm	Max.	24 h
Isozonas de igual relação	1h/24h	0,422	x	282,403	=	119,174	mm	Max.	1 h
	6min	0,112	x	282,403	=	31,629	mm	Max.	0,1 h

Quadro: Cálculo das precipitações para 24 horas, 1 hora e 6 minutos

Com a isozona determinada, é extraído da tabela as porcentagens que correspondem as relações de 6 minutos e 1 hora, assim o cálculo das alturas de chuva com porcentagens, para cada tempo de recorrência previsto, temos:

EVENTOS	22
SOMA	1916,40
MÉDIA	87,11
DESVIO	20,53

Quadro: Resultado estatísticos

Valores de K(GUMBEL)					
Tr - Tempo de Recorrência em anos					
5	10	15	25	50	100
0,905	1,603	1,992	2,484	3,138	3,787

Quadro: Valores de K adotados em função do nº de eventos

5.4.6 CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

As características topográficas das bacias de contribuição (área, forma, linha de fundo e declividade) foram obtidas por intermédio de cartas topográficas do IBGE, na escala 1:100.000. A definição dos coeficientes de escoamento superficial, basearam-se nas tabelas próprias de cada método adotado, após inspeção feita ao trecho.

- Tempo de concentração

Foi admitido a ocorrência de uma precipitação de longa duração, intensidade constante e distribuição uniforme sobre a superfície de uma bacia hidrográfica. Admitiu-se, também, a precipitação efetiva decorrente como uniforme em toda bacia hidrográfica, ou seja, a altura de precipitação efetiva é a mesma em toda a superfície da bacia hidrográfica.

Em consequência, o escoamento superficial fará com que as vazões à saída da bacia aumentem gradualmente. Decorrido um certo tempo, mesmo os escoamentos gerados nas superfícies mais distantes contribuem para a formação dessas vazões à saída da bacia. Quando a máxima vazão causada pelo evento de precipitação atingiu um estado de equilíbrio alcançado, implicou-se em que:

o escoamento superficial concentrou-se à saída da bacia;

a taxa de água deixando o sistema bacia hidrográfica, por escoamento superficial (vazão à saída), iguala-se à taxa de água entrando no sistema na forma de precipitação efetiva (intensidade de precipitação efetiva). O tempo necessário ao alcance do equilíbrio de escoamento superficial, no contexto descrito, é conhecido como tempo de concentração.

Neste estudo será utilizada a Fórmula de Kirpich Modificada (Manual de Hidrologia Básica do DNIT - 2005), pois estudos realizados em bacias médias e grandes, com dados de enchentes observadas, demonstram que a aplicação do hidrograma unitário triangular do U.S. Soil Conservation Service fornece resultados pertinentes às observações, se forem adotados tempos de concentração 50% maiores do que os calculados pela expressão proposta por Kirpich. Sugere-se, assim a adoção da seguinte fórmula: $TC = 1,42 (L^3/H)^{0,385}$

Sendo:

TC = tempo de concentração, em horas;
L = comprimento do curso d'água, em km; e
H = desnível, em m.

Essa fórmula fornece velocidades próximas da média de todas as expressões analisadas. A velocidade média para as bacias pequenas resultou em 4,0 km/h e para as bacias maiores em 4,8 km/h. O manual ainda recomenda a utilização da Fórmula de Kirpich Modificada para qualquer tamanho de bacia.

- Definição dos tempos de recorrência.

O tempo de recorrência para o projeto de cada dispositivo de drenagem foi fixado levando-se em conta:

- Importância e a segurança da obra;
- Classe da rodovia;
- Prejuízos econômicos, no caso de interrupção do tráfego;
- Danos às propriedades vizinhas;
- Custos estimados de restauração, na hipótese de destruição;
- Valores adotados em estudos semelhantes a este;
- Normas técnicas e as instruções de serviço da fiscalização.

Assim sendo, os tempos de recorrência adotados foram:

Espécie	Período de Recorrência (anos)
Drenagem Superficial	5 a 10
Drenagem Subsuperficial	10
Bueiros Tubulares	15 (como canal)
	25 (como orifício)
Bueiros Celulares	25 (como canal)
	50 (como orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

Quadro 29 – Período de Recorrência de Projetos de Dispositivos

- Cálculo da vazão das pequenas bacias.

Para estas bacias com áreas de até a 4,00 km², utilizar-se-á o método racional, cuja fórmula é:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Onde:

Q = descarga de projeto; em m³/s;

A = área da bacia drenada, em ha;

I = intensidade de precipitação, em mm/h, obtida na curva de frequência-intensidade-duração.

O tempo de duração foi tomado igual ao tempo de concentração da bacia;

C = coeficiente adimensional variável com a natureza da bacia (solo, vegetação, forma, declividade etc.). Para isto analisaram-se fotografias aéreas, cartas de região, relatórios de análise geológica, observações locais sobre o uso da terra e uma ideia aproximada da permeabilidade do solo.

Para isto analisaram-se fotografias aéreas, cartas de região, relatórios de análise geológica, observações locais sobre o uso da terra e uma ideia aproximada da permeabilidade do solo.

- Cálculo da vazão das bacias intermediárias

Para bacias intermediárias com áreas de até a 10,00 km², utilizar-se-á o método racional acrescido de um coeficiente de retardo expresso do seguinte modo:

$$N = A^{-0,10}$$

A = Área da bacia em km²;

Com a conclusão deste coeficiente a fórmula ficou sendo:

$$Q = 0,278 * C * I * A^n$$

- Cálculo da vazão das grandes bacias

Para o cálculo das vazões de projeto das bacias Hidrográficas com áreas superiores a 10,00 km², utilizamos o método do Hidrógrafo (hidrograma) Unitário Triangular, desenvolvido pelo **“U.S. SOIL CONSERVATION SERVICE”**.

Este método considera que o escoamento unitário é função da precipitação antecedente, da impermeabilidade do solo, da cobertura vegetal, do uso de terra e das práticas de manejo do solo, agrupando todos estes fatores em um só coeficiente, que transforma na precipitação efetiva.

Quando uma bacia apresentar mais de um tipo de cobertura vegetal ou de solo é necessário a utilização de mais de um coeficiente CN, adotando a média ponderada entre os coeficientes encontrados, considerando a área de influência de cada um deles.

A precipitação efetiva é em função da precipitação total que contribui para o escoamento superficial. É expressa como função da perda total, que por sua vez é descrita em função do coeficiente CN.

Assim:

$$Pe = (P - 5,08xS)^2 / (P + 20,32xS) \text{ Sendo:}$$

$$S = CN / (1.000 - 10xSN) \text{ Nesta fórmula:}$$

Pe = Precipitação efetiva, em mm.;

P = Precipitação total em mm, produzida pelo tc;

S = Parâmetro representativo da perda adimensional;

CN = Parâmetro representativo do nº de curvas.

Observações:

Considera-se SOLO TIPO "A" = O de mais baixo potencial de deflúvio. Terrenos muito permeáveis, com pouco celta e argila;

Considera-se SOLO TIPO "B" = O solo que tem uma capacidade de infiltração acima da média após o completo umedecimento. Inclui solos arenosos;

Considera-se SOLO TIPO "C" = O solo que tem uma capacidade de infiltração abaixo da média, após a pré-saturação. Contém porcentagem considerável de argila e coloide.

Considera-se SOLO TIPO "D" = O solo de mais alto potencial de deflúvio. Terrenos quase impermeáveis junto à superfície.

a) – Procedimento

$$QP = 0,208 \times A \times Pe / Tp$$

QP = Descarga de pico (m³/s);

A = área da bacia (km²);

Pe = Precipitação efetivas em mm;

D = $2 \times \sqrt{TC}$, duração do excesso de chuvas (horas)

TP = $D/2 + 0,6 \times Tc$, tempo de ascensão (horas)

Tr = $1,67 \times TP$, tempo de recesso (horas)

Tb = $2,67 \times TP$, tempo de base do hidrograma (horas)

- Fixação do coeficiente de Escoamento

Este estudo consiste em verificar se todas as maneiras possíveis o comportamento do solo sob a chuva, a retenção da água pela cobertura vegetal e pelo solo e as características físicas da bacia contribuinte (forma, declividade, comprimento do talvegue principal, rede de drenagem etc.) A fixação deste coeficiente é de óbvia importância na estimativa das vazões e é aquele que menos se presta a uma avaliação exata. A avaliação criteriosa depende de uma análise de todos os fatores intervenientes:

Dados utilizados;

Fotografias aéreas;

Cartas da região;

Relatório de análise geológica;

Observações locais.

A seguir apresentamos as tabelas que auxiliam na escolha desses coeficientes.

COBERTURA	DECLIVIDADE "D"			
VEGETAL	FORTE (D>12%)	ALTA (12%<D>5%)	MÉDIA (5%<D>2%)	SUAVE (2%<D>0%)
Sem vegetação	0,85/0,55	0,75/0,50	0,65/0,40	0,55/0,35
Campo natural (vegetal baixa)	0,70/0,50	0,60/0,40	0,50/0,30	0,45/0,25
Arbusto cerrado (vegetação média)	0,65/0,45	0,55/0,40	0,45/0,30	0,40/0,25
Mata (vegetação densa)	0,60/0,40	0,50/0,35	0,40/0,25	0,35/0,20
Cultivada lavoura (não em curva de nível)	-	0,40/0,35	0,35/0,25	0,30/0,20

Tabela 10 - Valores de coeficientes de deflúvio C de acordo com a declividade D bacía, a cobertura vegetal e o grau de impermeabilização.

DISCRIMINAÇÃO	D
Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades	0,80 a 0,90
Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação com relevo ondulado e com declividade moderada	0,60 a 0,80
Material rochoso ou geralmente não poroso, c/reduzida ou nenhuma vegetação em baixas declividades	0,50 a 0,70
Áreas de declividades moderadas, grandes porções de gramados, flores silvestres ou bosques, sobre um manto fino de material poroso	0,40 a 0,65
Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividade variadas	0,35 a 0,60
Florestas e matas c/árvores de folhagem permanente em terreno de declividades variadas	0,25 a 0,50
Plantações de árvores frutíferas em áreas abertas cultivadas ou livres de qualquer planta a não ser gramas	0,15 a 0,40
Terrenos cultivados c/plantações de cereais ou legumes, fora de zonas baixas e várzeas	0,15 a 0,40
Terrenos cultivados c/ plantações de cereais ou legumes, localizados em zonas baixas e várzeas	0,10 a 0,30

Tabela 11 - Coeficiente de solo-cobertura vegetal ou de Runoff para uso no método racional, áreas rurais.

UTILIZAÇÃO DA TERRA	CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE	TIPOS DE SOLO DA ÁREA			
		A	B	C	D
Terrenos Cultivados	Com sulcos retilíneos Em fileiras	77	86	91	94
		70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível Terraceamento em nível Em fileiras retas	67	77	83	87
		64	73	79	82
		64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível Terraceamento em nível Em fileiras retas	62	74	82	85
		60	71	79	82
		62	75	83	87
Plantações de legumes ou campos cultivados	Em curvas de nível Terraceamento em nível Pobres Normais Boas	60	72	81	84
		57	70	78	89
		68	79	86	89
		49	69	79	94
		39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível Normais em curvas de nível Boas em curvas de nível	47	67	81	88
		25	59	75	83
		6	35	70	79
Campos permanentes	Normais Esparsas de baixa transpiração Normais Densa de alta transpiração	30	58	71	78
		45	66	77	83
		36	60	73	79
		25	55	70	77
Chácaras Estradas de terra	Normais Más De superfície dura	59	74	82	86
		72	82	87	89
		74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração Esparsas Densas altas transpiração Normais	56	75	86	91
		46	68	78	84
		26	52	62	69
		36	60	70	76
Superfícies impermeáveis	Áreas urbanizadas	100	100	100	100

Tabela 12 – Valores das curvas – Número N.

5.4.7 RESULTADOS OBTIDOS

Para a drenagem superficial, ou seja, mais especificamente para as sarjetas revestidas em concreto e meio-fio, considerou-se a precipitação de 6 minutos de duração da máxima intensidade, para um período de recorrência de 10 anos, obtendo-se 190,9 mm/h para a intensidade de chuva.

DEFLUVIO SUPERFICIAL DIRETO

Denomina-se deflúvio superficial direto o volume de água que escoar da superfície de uma determinada área devido a ocorrência de uma chuva torrencial sobre aquela área. A determinação precisa deste volume de água acarretará, conseqüentemente, condições para que sejam projetadas obras dimensionadas adequadamente, alcançando-se os objetivos pretendidos com a implantação de qualquer sistema de drenagem indicado para a área.

BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

A bacia de contribuição ou de drenagem de um curso de água é o conjunto de terras que fazem a drenagem da água das precipitações para esse curso de água e seus afluentes. A formação da bacia hidrográfica dá-se através dos desníveis dos terrenos que orientam os cursos da água, sempre das áreas mais altas para as mais baixas.

Essa área é limitada por um divisor de águas que a separa das bacias adjacentes e que pode ser determinado nas cartas topográficas. As águas superficiais, originárias de qualquer ponto da área delimitada pelo divisor, saem da bacia passando pela seção definida e a água que precipita fora da área da bacia não contribui para o escoamento na seção considerada. Assim, o conceito de bacia hidrográfica pode ser entendido através de dois aspectos: Rede Hidrográfica e Relevo. Em qualquer mapa geográfico as terras podem ser subdivididas nas bacias hidrográficas dos vários rios.

Os principais elementos componentes das bacias hidrográficas são os “divisores de água” – cristas das elevações que separam a drenagem de uma e outra bacia, “fundos de vale” – áreas adjacentes a rios ou córregos e que geralmente sofrem inundações, “sub-bacias” – bacias menores, geralmente de alguma afluente do rio principal, “nascentes” – local onde a água subterrânea brota para a superfície formando um corpo d’água, “áreas de descarga” – locais onde a água escapa para a superfície do terreno, vazão, “recarga” – local onde a água penetra no solo recarregando o lençol freático, e “perfis hidrogeoquímicos” ou “hidroquímicos” – características da água subterrânea no espaço litológico.

Segue Método Racional e Racional com Coeficiente de Retardo utilizado para determinação dos equipamentos de drenagem:

a) Método Racional

O Método Racional foi empregado no dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial e na determinação da descarga de projeto de bacias hidrográficas com área de até 1,00 km².

A fórmula representativa do Método Racional é: $Q = 0,278 \times C \times I \times A$

onde:

- Q = descarga em m³/s;
- C = coeficiente de escoamento;
- I = intensidade pluviométrica em mm/h;
- A = área da bacia em km².

b) Método Racional com Coeficiente de Retardo

É o método empregado na determinação da descarga de projeto das bacias hidrográficas com área entre 1,00 km² e 10,00 km².

A vazão máxima provável foi estabelecida a partir do Método Racional com a aplicação do coeficiente de retardo (ϕ).

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \times \phi$$

onde:

$$\phi = \frac{1}{\sqrt[n]{100 \cdot A}}$$

- n = 4, para declividades inferiores a 0,5%;
- n = 5, para declividades entre 0,5% e 1,0%;
- n = 6, para declividades superiores a 1%.

c) Bacias com Áreas Superiores a 10 km²

Neste caso foi empregado o método do Hidrograma Triangular Sintético, segundo metodologia desenvolvida por Ven Te Chow.

Os tempos de concentração foram calculados pela fórmula de Kirpich, já descrita na alínea a).

Segundo Ven Te Chow, a vazão é determinada pelas fórmulas:

$$Q = \frac{0,208.A.P_e}{T_p} \quad T_p = \frac{DE}{2} + 0,6t_c \quad P_e = \frac{(P - 5,08.S)^2}{P + 20,32.S} \quad S = \frac{1.000}{CN} - 10$$

onde:

- Q = vazão, em m³/s;
- A = área, em km²;
- P_e = precipitação efetiva, função do complexo solo-vegetação, em mm;
- T_p = tempo de ascensão, em horas;
- DE = 2 x (t_c)^{1/2}, sendo DE e t_c em horas;
- P = precipitação máxima diária anual, em função do tempo de recorrência, em anos;
- CN = valor obtido na Tabela III, que depende do complexo solo, cobertura-vegetação, função de três fatores:
 - grupo de solos;
 - Condições antecedentes - cobertura vegetal, e;
 - Uso da terra.

Os grupos de solo são:

- solo de mais baixo potencial de defluxo: terrenos muito permeáveis, com silte e argila;
- capacidade de infiltração abaixo da média: após o completo umedecimento, inclui solos arenosos;
- capacidade de infiltração abaixo da média: após a pré-saturação, contém porcentagem de argila e colóide;
- mais alto potencial de defluxos, terrenos quase impermeáveis junto a superfície: argilas.

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Os coeficientes de escoamento superficial foram determinados a partir da análise dos parâmetros das bacias seguindo os critérios abaixo relacionados:

- características hidro morfológicas;
- tipo de solo;
- relevo;
- uso e cobertura vegetal.

Apresentamos a seguir nas tabelas 14 a 17 os valores de coeficientes adotados.

TABELA 14								
MÉTODO RACIONAL - $A \leq 4 \text{ km}^2$								
VALORES DO COEFICIENTE DE RUN-OFF "C"								
NATUREZA DA COBERTURA VEGETAL	0 < A < 10 ha				10 ha < A < 400 ha			
	5%	5% A 10%	10% A 30%	30%	5%	5% A 10%	10% A 30%	30%
Plataformas e Pav. de Estradas	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Terrenos Desnudos ou Erodidos	0,55	0,60	0,65	0,70	0,55	0,65	0,70	0,75
Culturas Correntes e Peg. Bosques	0,50	0,55	0,60	0,65	0,42	0,50	0,60	0,65
Matas e Cerrados	0,45	0,50	0,55	0,60	0,30	0,36	0,42	0,50
Floresta Comum	0,30	0,40	0,50	0,60	0,18	0,20	0,25	0,30
Floresta Densa	0,20	0,25	0,30	0,40	0,15	0,18	0,22	0,25

TABELA 15						
MÉTODO RACIONAL - $4 < A \leq 10 \text{ km}^2$						
AUTORES: ENG ^o BAPTISTA GARIGLIO E ENG ^o J. PAULO FERRARI PINHEIRO						
VALORES DO COEFICIENTE DE RUN-OFF "C"						
NATUREZA DO SOLO E COBERTURA VEGETAL			d ≤ 5%	5% < d ≤ 10%	10% < d ≤ 20%	d > 20%
Rocha	Baixa Permeabilidade	Veg. Rala	0,70	0,75	0,80	0,85
		Veg. Densa	0,65	0,70	0,75	0,80
	Média Permeabilidade	Veg. Rala	0,60	0,65	0,70	0,75
		Veg. Densa	0,55	0,60	0,65	0,70
Solo	Baixa Permeabilidade (solo argiloso)	Veg. Rala	0,50	0,55	0,60	0,65
		Veg. Densa	0,45	0,50	0,55	0,60
		Florestas	0,40	0,45	0,50	0,55
	Média Permeabilidade (solo argiloso-arenoso)	Veg. Rala	0,35	0,40	0,45	0,50
		Veg. Densa	0,30	0,35	0,40	0,45
		Florestas	0,25	0,30	0,35	0,40
	Alta Permeabilidade (solo arenoso)	Veg. Rala	0,20	0,25	0,30	0,35
		Veg. Densa	0,15	0,20	0,25	0,30
		Florestas	0,10	0,15	0,20	0,25

TABELA 16					
MÉTODO DO HIDROGRAMA TRIANGULAR SINTÉTICO - $A > 10 \text{ km}^2$					
VALORES DO COEFICIENTE DE "CN"					
UTILIZAÇÃO DA TERRA	CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE	TIPOS DE SOLO DA ÁREA			
		A	B	C	D
Terrenos	Com sulcos Retilíneos	77	86	81	94
Cultivados	Em Fileiras Retas	70	80	87	90
Plantações	Em Curvas de Nível	67	77	85	87
Regulares	Terraceado em Nível	64	73	79	82
	Em Fileiras Retas	64	76	84	86
Plantações	Em Curvas de Nível	62	74	82	85
Cereais	Terraceado em Nível	60	71	79	82
	Em Fileiras Retas	62	75	83	87
Plantações	Em Curvas de Nível	60	72	81	84
De Legumes	Terraceado em Nível	57	70	78	89
Ou Campos	Pobres	68	79	86	89
Cultivados	Normais	49	69	79	84
	Boas	39	61	74	80
Superf. Imperm.	Áreas Urbanizadas	100	100	100	100
Pastagens	Pobres em Curvas de Nível	47	67	81	88
	Normais em Curva de Nível	25	59	75	83
	Boas em Curva de Nível	6	35	70	79
Campos	Normais	30	58	71	78
Permanentes	Esparsas (baixa transp.)	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas (alta transp.)	25	55	70	77
Chácaras	Normais	59	74	82	86
Estradas	Más	72	82	87	89
De Terra	De Superfície Dura	74	84	90	92
Florestas	Más Esp. (baixa transp.)	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas (alta transp.)	28	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

TABELA 17 DE CN

(FCN1)

A < 40 km²

d	CN
0,010	70
0,015	72
0,020	74
0,030	76
0,040	78
0,050	80
0,060	82
0,070	84
0,080	85

$$CN = FCN1 \times FCN2 \times FCN3$$

A > 40 km² Onde: d = declividade efetiva do talvegue em m/m

d	CN
> 0,060	100
0,050	95
0,040	90
0,030	85
0,025	80
0,015	70
0,010	65
0,005	60

A= área da bacia em km²

(FCN2)

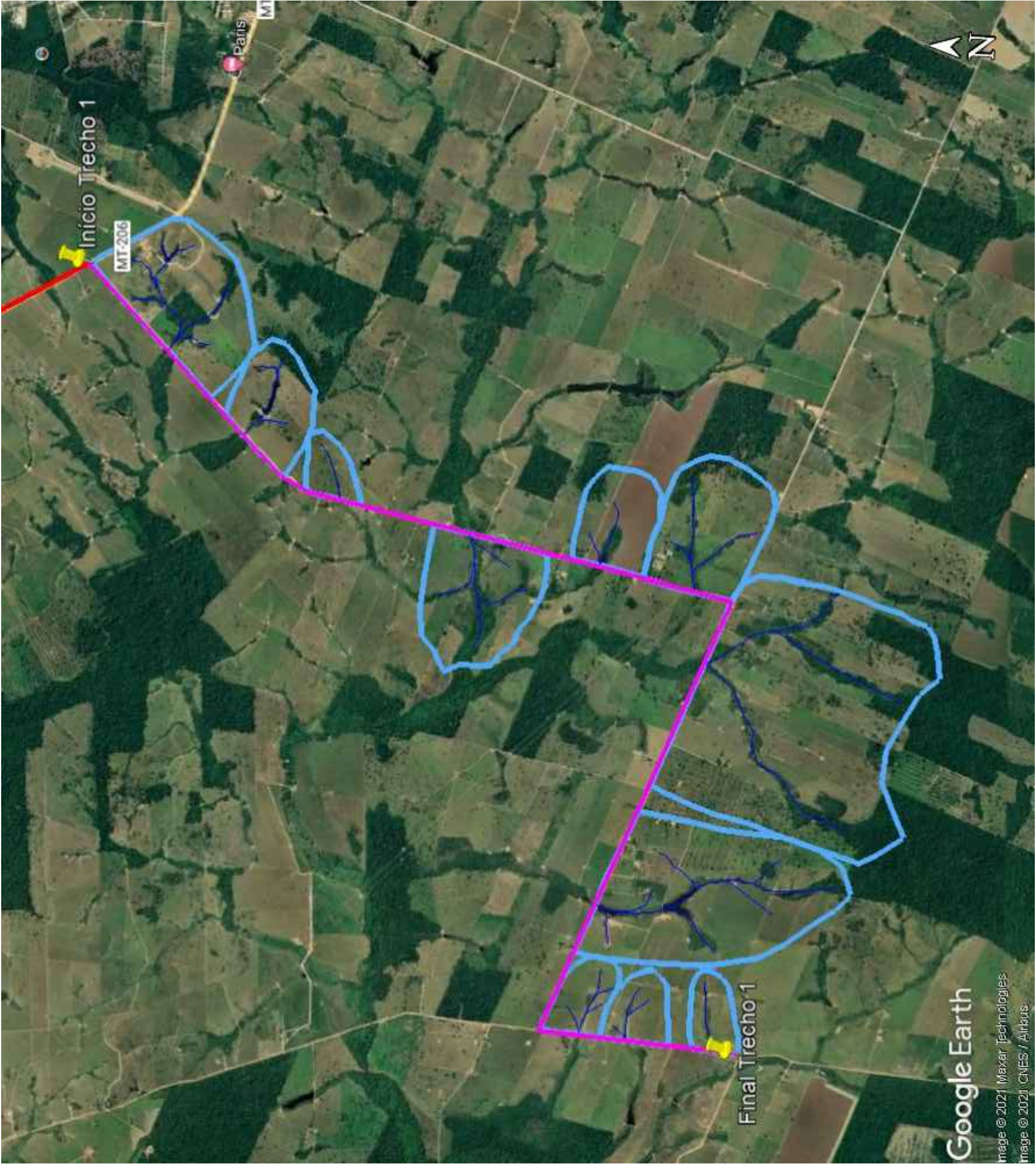
Região Montanhosa = 1,0
Região Ondulada = 0,8
Região Plana = 0,9

Precipitação em mm (FCN3)

>101,6	0,9
101,6	1,0
76,2	1,1
50,8	1,2
25,4	1,3
< 25,4	1,4

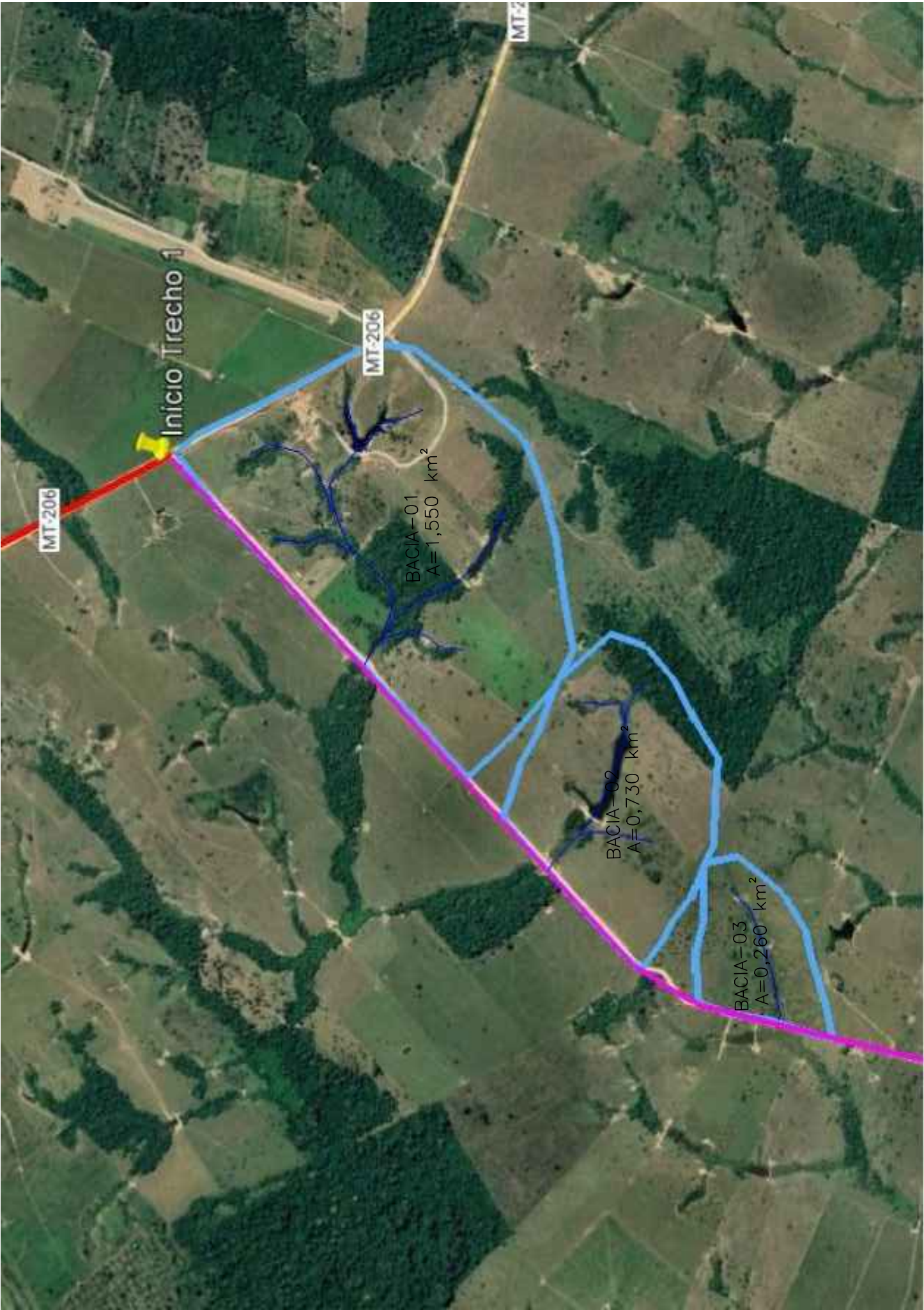
Apresentamos a seguir o Mapa de Estudos de Bacias:

DELIMITAÇÃO DA MACRO BACIA HIDROGRÁFICA






OBSERVAÇÕES:	ENG.º COORDENADOR: BARBARA WIARA TELES DOS REIS 191.336/D CREA/MG		SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS				CONCEDENTE:		ELABORAÇÃO:		PROJETO:		GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO SECRETARIA DE ESTADO INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
	ENG.º REVISOR:		DESENHO:		ESCALA:		 SINERA Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística	 Governo de Mato Grosso					
	RT: BARBARA WIARA TELES DOS REIS 191.336/D CREA/MG		VERIFICADO:		APROVADO:								
	DESENHISTA: WASHINGTON B. ASSUNÇÃO												
FOLHA: HID-01													


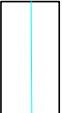

DELIMITAÇÃO DA MACRO BACIA HIDROGRÁFICA



DELIMITAÇÃO DAS MICRO BACIAS HIDROGRÁFICAS

MICRO BACIA	ÁREA	COMP. TALVEGUE
 B.H.01	1,550 KM ²	4,930 KM
 B.H.02	0,730 KM ²	3,340 KM
 B.H.03	0,260 KM ²	2,120 KM

LEGENDA:

-  EIXO DO CURSO D'ÁGUA
-  DELIMITAÇÃO DA BACIA
-  EIXO DA RODOVIA

OBSERVAÇÕES:

ENG.º COORDENADOR:
BARBARA WIARA TELES DOS REIS
191.336/D CREA/MG

ENG.º RENSOR:

RT: BARBARA WIARA TELES DOS REIS
191.336/D CREA/MG

DESENHISTA:
WASHINGTON B. ASSUNÇÃO

SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO:

VERIFICADO:

ESCALA:

APROVADO:

Eng.º Fiscal – 0867/MG

Eng.º Diretor de DP

CONCEDENTE:

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

ELABORAÇÃO:



PROJETO:



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA




RODOVIA: MUNICIPAL – ESTRADA COPACABANA
TRECHO: Entr.ª MT – 206(Paranaíta) – Acesso ao Assentamento São Pedro
SUB-TRECHO: Entr.ª MT – 206(Paranaíta) – Trevo do Bugão
EXTENSÃO : 14,05 KM

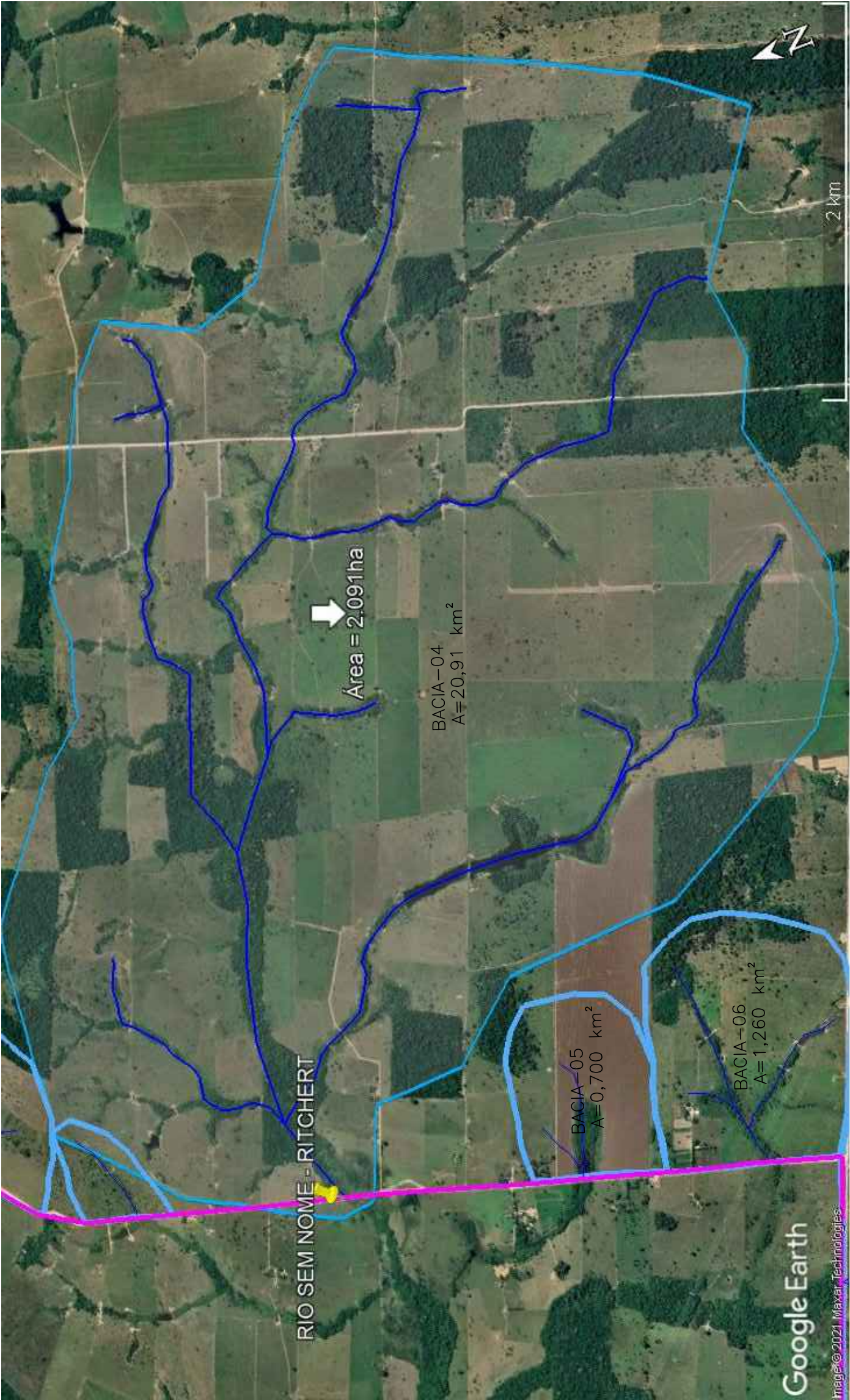
MAPA DE BACIAS

FOLHA:
HID-02




DELIMITAÇÃO DA MACRO BACIA HIDROGRÁFICA

DELIMITAÇÃO DAS MICRO BACIAS HIDROGRÁFICAS

MICRO BACIA	ÁREA	COMP. TALVEGUE
 B.H.04	1,290 KM²	4,420 KM
 B.H.05	0,700 KM²	3,200 KM
 B.H.06	1,260 KM²	4,250 KM



LEGENDA:

-  EIXO DO CURSO D'AGUA
-  DELIMITAÇÃO DA BACIA
-  EIXO DA RODOVIA

OBSERVAÇÕES:

ENG.º COORDENADOR: BARBARA WIARA TELES DOS REIS 191.336/D CREA/MG	SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS	
ENG.º REVISOR:	DESENHO:	ESCALA:
RT: BARBARA WIARA TELES DOS REIS 191.336/D CREA/MG	VERIFICADO:	APROVADO:
DESENHISTA: WASHINGTON B. ASSUNÇÃO	Eng.º Fiscal - 0867/MG	
	Eng.º Diretor de DP	



SINFR
Secretaria de Estado
de Infraestrutura
e Logística



Governo de
Mato
Grosso



KALU
ENGENHARIA






PROJETO:






GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO SECRETARIA DE ESTADO INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA	
RODOVIA: MUNICIPAL – ESTRADA COPACABANA TRECHO: Entr.ª MT – 206(Paranaíta) – Acesso ao Assentamento São Pedro SUB-TRECHO: Entr.ª MT – 206(Paranaíta) – Trevo do Bugão EXTENSÃO : 14,05 KM	
MAPA DE BACIAS	FOLHA: HID-03

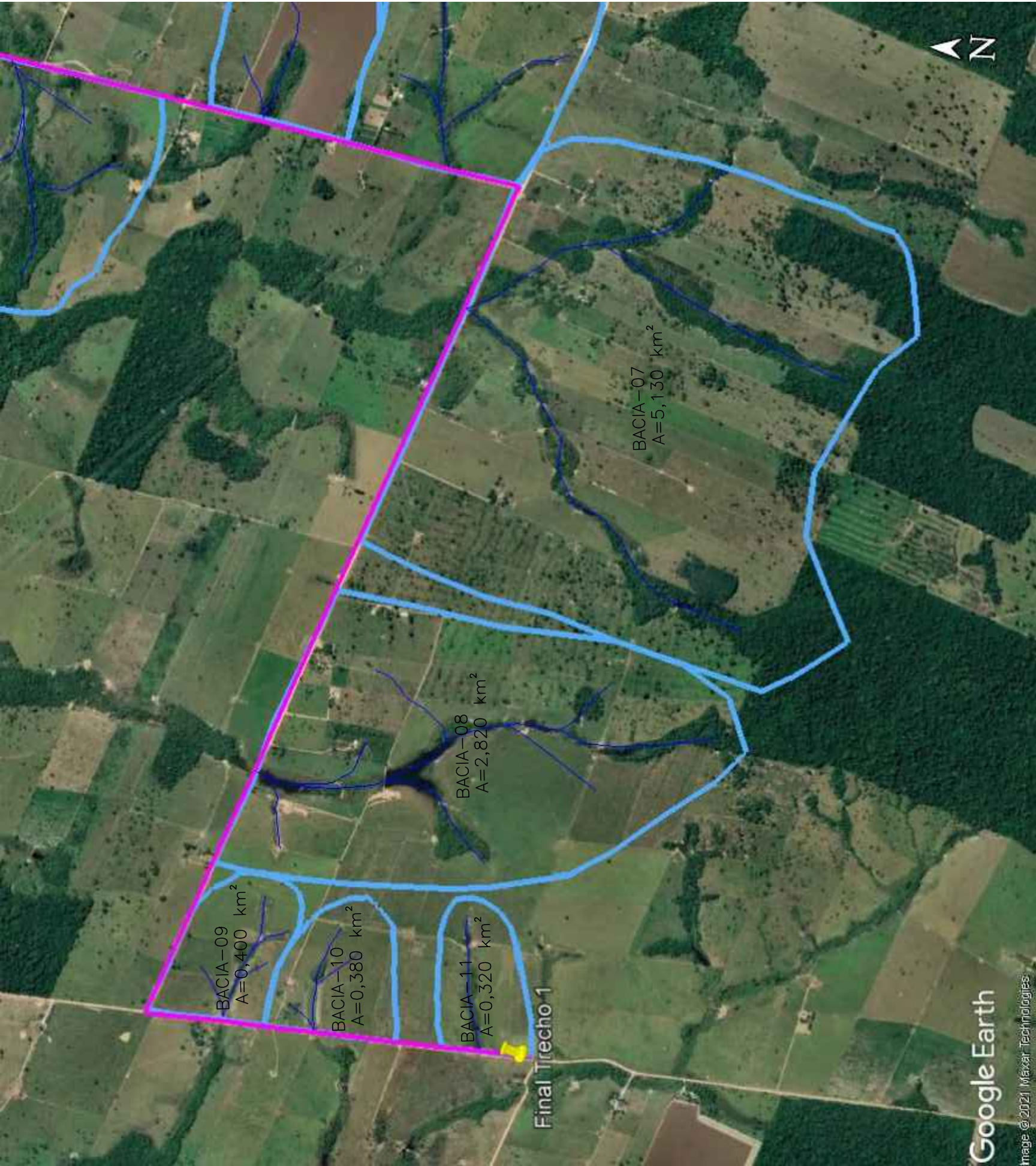
DELIMITAÇÃO DA MACRO BACIA HIDROGRÁFICA

DELIMITAÇÃO DAS MICRO BACIAS HIDROGRÁFICAS

MICRO BACIA	ÁREA	COMP. TALVEGUE
 B.H.07	5,130 KM ²	9,100 KM
 B.H.08	2,820 KM ²	6,810 KM
 B.H.09	0,400 KM ²	2,530 KM
 B.H.10	0,380 KM ²	2,400 KM
 B.H.11	0,320 KM ²	2,260 KM

LEGENDA:

-  EIXO DO CURSO D'AGUA
-  DELIMITAÇÃO DA BACIA
-  EIXO DA RODOVIA



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO

SECRETARIA DE ESTADO INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

RODOVIA: MUNICIPAL – ESTRADA COPACABANA

TRECHO: Entrª. MT – 206(Paranaíta) – Acesso ao Assentamento São Pedro

SUB-TRECHO: Entrª. MT – 206(Paranaíta) – Trevo do Bugão

EXTENSÃO : 14,05 KM

PROJETO:



ELABORAÇÃO:



CONCEDENTE:


SINTRA
Secretaria de Estado
de Infraestrutura
e Logística


Governo de
Mato
Grosso

SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS

ENG.º COORDENADOR:
BARBARA WIARA TELES DOS REIS
191.336/D CREA/MG

ENG.º REVISOR:

RT: BARBARA WIARA TELES DOS REIS
191.336/D CREA/MG

DESENHISTA:
WASHINGTON B. ASSUNÇÃO

DESENHO:

VERIFICADO:

ESCALA:

APROVADO:

Eng.º Fiscal – 0867/MG

Eng.º Diretor de DP

OBSERVAÇÕES:

MAPA DE BACIAS

FOLHA:
HID-04

134

5.5 CONCLUSÕES

Após a realização dos estudos e análises apresentados anteriormente, os quais possibilitaram o correto dimensionamento e a devida definição para os tipos de dispositivos de obras de arte correntes, bem como seus referidos locais previstos para execução no trecho.

Apresentamos a seguir a Tabela – 01, contendo os referidos Cálculos de Vazão, suas respectivas dimensões e locais previstos para execução:

[illegible]

[illegible]