

# ZONEAMENTO ECOLÓGICO – ECONÔMICO DO DISTRITO AGROPECUÁRIO DA SUFRAMA

TEXTOS, MAPAS & SIG

TOMO II  
MEIO FÍSICO

**HIDROCLIMATOLOGIA  
HIDROGEOLOGIA**

2005



Secretaria de Geologia,  
Mineração e Transformação Mineral

Ministério de  
Minas e Energia



# **ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO DISTRITO AGROPECUÁRIO DA SUFRAMA**

**Textos, Mapas & SIG**

---

**TOMO II  
MEIO FÍSICO**

**Manaus, 2005**



Secretaria de Geologia,  
Mineração e Transformação Mineral

Ministério de  
Minas e Energia



## **Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior**

Luiz Fernando Furlan  
Ministro de Estado

Flávia Skrobot Barbosa Grosso  
Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA  
Superintendente

Weber Medeiros de Souza  
Coordenação de Análise e Acompanhamento de Projetos Agropecuários – CGPAG  
Coordenador Geral

Henrique Afonso Alves da Silva  
Coordenação de Análise de Projetos Agropecuários - COANA  
Coordenador

Eliany Maria de Souza Gomes  
Coordenadora Geral de Desenvolvimento Regional

### **Estado do Amazonas**

Carlos Eduardo de Souza Braga  
Governador do Estado do Amazonas

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
SDS

Virgílio Maurício Viana  
Secretário Executivo

Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico  
SEPLAN

Ozias Monteiro Rodrigues  
Secretário

Prefeitura Municipal do Rio Preto da Eva  
Anderson José de Souza  
Prefeito

Prefeitura Municipal de Manaus  
Serafim Corrêa  
Prefeito

### **Ministério de Minas e Energia – MME**

Dilma Vana Rousseff  
Ministro de Estado

Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral  
Giles Carriconde Azevedo  
Secretário

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM  
Agamenon Sérgio Lucas Dantas  
Diretor – Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto  
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

José Ribeiro Mendes  
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial



Fernando Pereira de Carvalho  
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Álvaro Rogério Alencar Silva  
Diretor de Administração e Finanças

Cássio Roberto da Silva  
Departamento de Gestão Territorial

Regina Célia Gimenez Armesto  
Divisão de Gestão Territorial

Valter José Marques  
Divisão de Gestão Territorial da Amazônia  
Superintendência Regional de Manaus

Daniel Borges Nava  
Superintendente

Marco Antônio de Oliveira  
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Nelson Joaquim Reis  
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Ubiraci Fernandes de Moura  
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Francisco de Assis Galdino da Silva  
Gerente de Administração e Finanças

José Moura Villas Bôas  
Supervisor de Gestão Territorial

Amaro Luiz Ferreira  
Supervisor de Cartografia e Editoração

Cleverson Noé Ribeiro  
Supervisor de Finanças

Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM

Miguel Antonio Cedraz Nery  
Diretor Geral

Departamento Nacional da Produção Mineral – 8º Distrito

Fernando Lopes Burgos  
Diretor

### **Ministério da Ciência e Tecnologia**

Eduardo Henrique Accioly Campos  
Ministro de Estado

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA

José Alves Gomes  
Diretor Geral

### **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**

Roberto Rodrigues  
Ministro de Estado

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Sílvio Crestana  
Diretor - Presidente

Aparecida das Graças Claret de Souza  
Chefe Geral da EMBRAPA Amazônia Ocidental

**Ministério da Educação e Cultura**

Tarso Genro  
Ministro de Estado

Universidade Federal do Amazonas – UFAM  
Hindenbergue Ordozgoith da Frota  
Reitor

Departamento de Geociências  
Cláudio Augusto Milliotti  
Chefe do Departamento

**Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão**

Guido Mantega  
Ministro de Estado

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE  
Eduardo Pereira Nunes  
Presidente

Carlos Alberto Araújo Simonaio  
Chefe da Unidade Estadual no Amazonas

**Presidência da República – Casa Civil**

Centro Gestor e Operacional do SIPAM  
Hélio Madalena  
Diretor Geral do CENSIPAM

Edgar da Silva Fagundes Filho  
Diretor-Executivo

# Créditos e Autorias

---

## CRÉDITOS DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

COORDENAÇÃO GERAL – CPRM  
Geol.<sup>o</sup> Valter José Marques

ASSISTENTE DE COORDENAÇÃO - CPRM  
Geol.<sup>a</sup> Suely Serfaty-Marques

SUPERVISÃO DE EXECUÇÃO – CPRM  
Geol.<sup>o</sup> José Moura Villas Bôas

COORDENADOR DE EXECUÇÕES - CPRM  
Geol.<sup>o</sup> Marco Antônio Horbe

## AUTORIA DOS TEXTOS DO TOMO II – MEIO FÍSICO

### GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

#### *Coordenador*

Marco Antônio Horbe (CPRM)

#### *Geologia*

Marco Antônio Horbe (CPRM)  
Marco Antônio de Oliveira (CPRM)  
José Luiz Marmos (CPRM)  
Maria Adelaide Mansini Maia (CPRM)  
Carlos José Bezerra de Aguiar (CPRM)

#### *Recursos Minerais*

Marco Antônio Horbe (CPRM)

#### *Participação Especial*

Nélson Joaquim Reis (CPRM)  
Silvio Roberto Lopes Riker (CPRM)  
Adriana M. Coimbra Horbe (DeGeo/ UFAM)  
Afonso C. Rodrigues Nogueira (Degeo/UFAM)  
Nereu Heidrich (DNPM/8<sup>o</sup> Distrito)  
Marcelo Pinto (MAPEX)  
Clauzionor Lima da Silva (DeGeo/UFAM)

### GEOMORFOLOGIA

#### *Coordenador*

Maria Adelaide Mansini Maia (CPRM)

#### *Geomorfologia*

Maria Adelaide Mansini Maia (CPRM)  
Marcelo Eduardo Dantas (DEGET/CPRM)

#### *Participação Especial*

Adriana M. Coimbra Horbe (DeGeo/UFAM)

### SOLOS E APTIDÃO AGRÍCOLA

#### *Coordenador*

Edgard Shinzato (DEGET/CPRM)

#### *Solos e aptidão agrícola*

Gilvan Coimbra Martins (CPAA/EMBRAPA)  
Wenceslau Geraldes Teixeira (CPAA/EMBRAPA)  
Edgard Shinzato (DEGET/CPRM)  
Maurício Rizzato Coelho (CNPS/EMBRAPA-RJ)  
João Souza Martins (CNPS/EMBRAPA-RJ)

#### *Propriedades hidricas dos latossolos amarelo argilosos e muito argilosos da Amazônia Central*

Wenceslau Geraldes Teixeira (CPAA/EMBRAPA)  
Gilvan Coimbra Martins (CPAA/EMBRAPA)  
Maurício Rizzato Coelho (CNPS/EMBRAPA-RJ)  
João Souza Martins (CNPS/EMBRAPA-RJ)  
Edgard Shinzato (DEGET/CPRM)

#### *As Terras Pretas de Índio no Distrito Agropecuário da SUFRAMA*

Wenceslau Geraldes Teixeira (CPAA/EMBRAPA)  
Gilvan Coimbra Martins (CPAA/EMBRAPA)  
Maurício Rizzato Coelho (CNPS/EMBRAPA-RJ)  
João Souza Martins (CNPS/EMBRAPA-RJ)  
Edgard Shinzato (DEGET/CPRM)

#### *Participação Especial*

Celso Manzato (EMBRAPA-RJ)  
Adônis Moreira (CPAA/EMBRAPA)  
Estevão Oliveira dos Santos (CPAA/EMBRAPA)  
Emanoel dos Santos Alencar (CPAA/EMBRAPA)  
Lucivaldo dos Santos Fernandes (CPAA/EMBRAPA)  
Manuel Moraes Taveira (CPAA/EMBRAPA)  
Edilza da Silva Rocha (CPAA/EMBRAPA)

## HIDROGEOLOGIA

### *Coordenador*

Carlos José Bezerra de Aguiar

### *Hidrogeologia*

Carlos José Bezerra de Aguiar (CPRM)

José Moura Villas Boas (CPRM)

## HIDROCLIMATOLOGIA

### *Coordenador*

Emmanuel da Silva Lopes (CPRM)

### *Climatologia*

Emmanuel da Silva Lopes (CPRM)

Raimundo Glauber Lima Cunha (CPRM)

### *Hidrologia de Superfície*

Raimundo Glauber Lima Cunha

Emmanuel da Silva Lopes

### *Participação Especial*

Ricardo D'larosa Dalarosa

Renato Cruz Senna

## GEOQUÍMICA AMBIENTAL

### *Coordenador*

José Luiz Marmos (CPRM)

### *Geoquímica Ambiental*

José Luiz Marmos (CPRM)

### *Participação Especial*

Nailde Martins Andrade (CPRM)

Rômulo Ferreira Magalhães (CPRM)

## Sumário

---

1. Introdução	1
2. Cursos d'água	1
3. Pluviometria	2
3.1 Precipitação Média na Área do Distrito Agropecuário da Suframa	15
3.2 Máximo percentual de contribuição (MPC)	16
4. Fluviometria	17
4.1 Curva de permanência de vazões	19
4.1.1 Curva de permanência de vazões a nível diário para estação rio Preto da Eva	19
4.1.2 Metodologia para cálculo da permanência de vazões em seções fluviométricas com inexistência de dados.	21
5. Medição de vazão instantânea nas seções Santo Antônio- (rio Urubu) e Polícia Federal-(rio Cuieiras)	22
5.1 Permanência de vazões nas seções do rio Urubu e rio Cuieiras	24
6. Taxa de escoamento superficial	26
7. Caracterização climática	26
7.1 Mudanças climáticas	27
7.2 Variabilidade climática	30
8. Conclusões e recomendações	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	



## **HIDROCLIMATOLOGIA**

---

### **1. INTRODUÇÃO**

Os estudos hidroclimatológicos no âmbito do Distrito Agropecuário da SUFRAMA (DAS) têm como objetivo principal mostrar e avaliar o comportamento dos cursos d'água e clima da região, identificando suas variáveis hidrológicas e climatológicas, possibilitando assim quantificar as disponibilidades hídricas superficiais e constituir referência no que concerne ao planejamento para a implementação de projetos na área desse distrito.

Além disso, a avaliação quantitativa dos recursos hídricos superficiais na área de estudo poderá servir de subsídio para o seu gerenciamento e servir como balizador técnico para a implementação dos instrumentos de gestão da política estadual de recursos hídricos.

Para definição das características hidroclimatológicas da área do projeto foram utilizadas as séries históricas de dados das estações da Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA), Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Agência Nacional de Águas (ANA) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

### **2. Cursos d'água**

Com uma área de 589.334 hectares o Distrito Agropecuário da Suframa abrange a bacia do rio Cuieiras, parte das bacias dos rios Branquinho, Tarumã-Açu, Preto da Eva e Urubu. O rio Cuieiras, que tem por afluente o rio Branquinho, e o rio Tarumã-Açu são afluentes do rio Negro enquanto que Os rios Preto da Eva e Urubu desembocam no rio Amazonas. Deve-se salientar a importância dos igarapés que alimentam os cursos d'água supra citados. A figura 1 mostra os cursos d'água principais das bacias hidrográficas inseridas na região do Distrito Agropecuário da SUFRAMA..

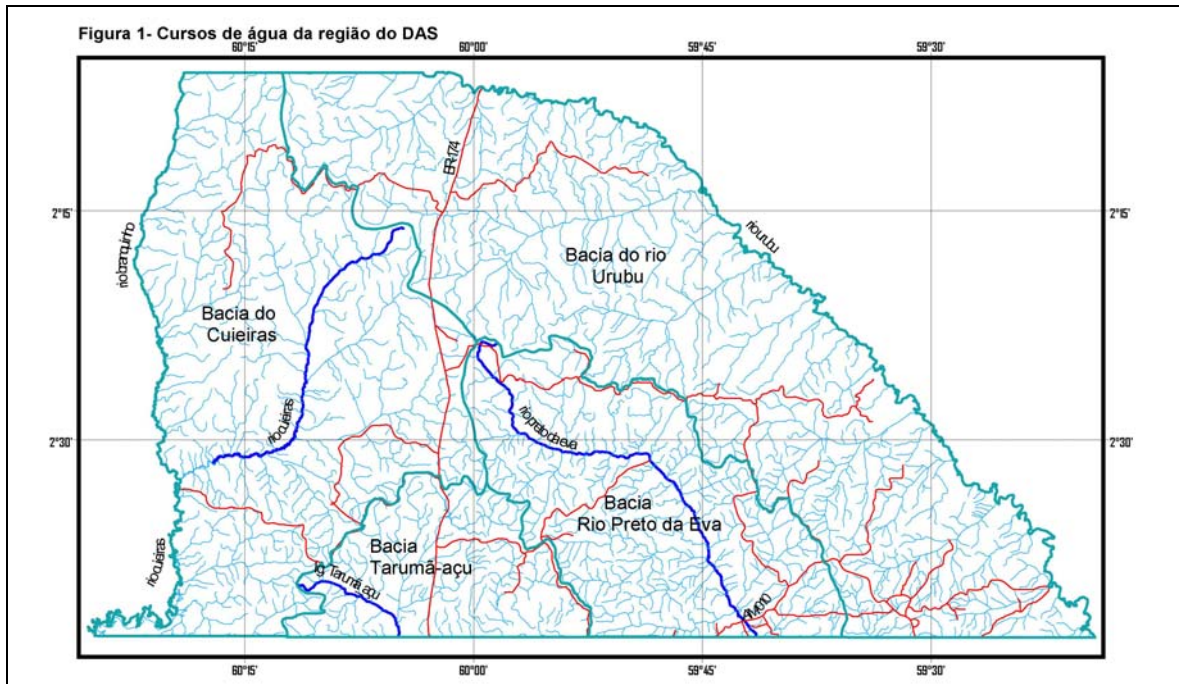


Figura 1 – Cursos de água da região do DAS.

### 3. Pluviometria

A baixa densidade e a deficiente distribuição espacial da rede pluviométrica na região do DAS dificulta a análise do volume precipitado sobre a mesma. A Organização Meteorológica Mundial, responsável pela homogeneização internacional das normas de instalação de redes hidrométricas, estabelece um limite inferior de pluviômetros para determinada região dotada de rede de drenagem. Este limite é definido tomando-se como base metodologias de planejamento e dimensionamento de redes hidrométricas. No caso da região em estudo fica evidente, pelo número de estações pluviométricas instaladas (apenas 7), que não houve para região um projeto ótimo de dimensionamento de rede pluviométrica. No entanto, por se tratar de uma região de planície com uma aparente uniformidade na sua massa vegetal, relevo, solo e clima, farse-á a representação da pluviometria da região baseada nas estações quantificadas acima. Na Figura 2 tem-se a área do DAS com localização das estações pluviométricas utilizadas neste estudo.

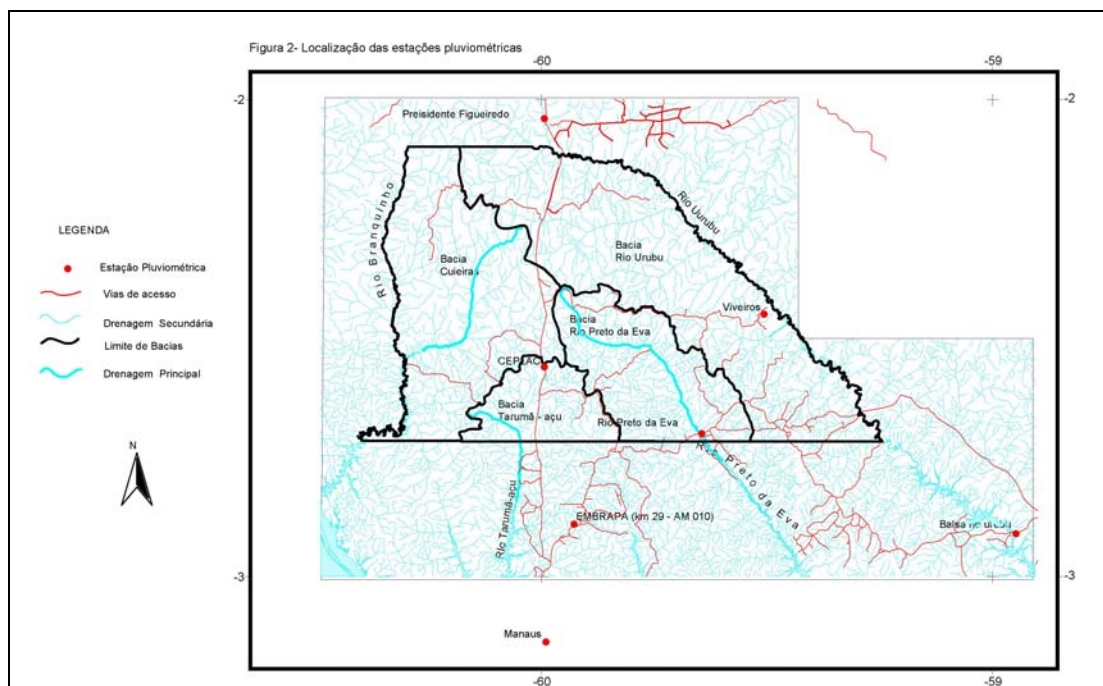


Figura 2 – Localização das estações pluviométricas.

Explicita-se a seguir, através de tabelas e gráficos, o inventário destas estações e suas séries históricas em nível mensal e anual, e, ainda, a representação gráfica da distribuição mensal das chuvas complementada por alguns comentários.

Tabela 1 - Inventário das estações pluviométricas.

CÓDIGO	NOME DA ESTAÇÃO	PERÍODO	ENTIDADE	LAT.	LONG.
00358002	Balsa do Rio Urubu	1977-2004	ANA	02° 54' 47"	59° 02' 36"
00259004	Rio Preto da Eva	1994-2004	ANA/CPRM	02°42' 1"	59°41' 59"
00360000	Manaus	1973-2004	INMET	03°08' 12"	60°01' 37"
00260007	Presidente Figueiredo	1985-2003	ANA/CPRM	02°02' 30"	60°01' 33"
00259008	EMBRAPA (Km 29 da AM-10)	1971-2004	EMBRAPA	02° 53' 23,6"	59° 58' 05"
00260010	CEPLAC	1986-2004	CEPLAC	02°33' 44,9"	60° 01' 57,6"
00259xyz	Viveiros	1983-2004	EMBRAPA	02° 26' 58,2"	59° 34' 7,7"

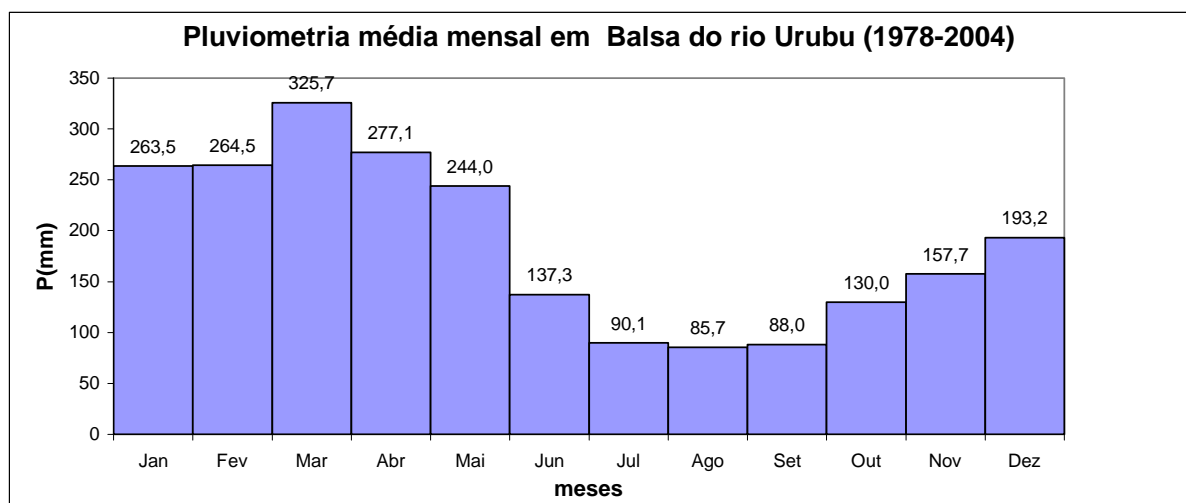
Fonte: CPRM

A Tabela 2 mostra as precipitações médias mensais e totais anuais da estação Balsa do Rio Urubu, cuja série histórica vai de 1978 até 2004. Pela tabela observa-se que a média anual da estação é de 2256,7 mm.

Tabela 2 - Precipitação média mensal (mm) no posto Balsa do Rio Urubu (1978-2004).

ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1978	209,8	284,4	297,9	334,9	266,3	54,1	86,7	47,3	107,6	133,4	85,0	183,7	2091,1
1979	266,5	239,0	345,4	290,0	281,4	67,2	55,2	25,9	77,6	87,9	113,6	183,4	2033,1
1980	124,8	128,2	163,8	320,4	131,8	106,4	113,8	114,2	41,8	215,2	234,0	239,6	1934,0
1981	505,1	260,2	168,2	133,8	155,6	91,6	65,8	114,2	91,6	53,4	267,4	113,8	2020,7
1982	227,8	281,8	262,6	210,0	216,2	58,2	41,5	44,2	49,4	67,4	81,3	318,2	1858,6
1983	21,0	176,6	213,8	98,9	115,1	150,2	17,8	245,4	93,6	156,6	118,1	296,6	1703,7
1984	349,0	268,4	335,4	198,0	208,8	138,9	130,6	74,8	184,4	195,8	131,2	261,2	2476,5
1985	256,6	270,4	315,6	222,5	294,8	141,6	101,6	146,0	34,4	190,8	151,1	288,8	2414,2
1986	214,8	351,4	433,4	369,7	201,1	91,6	82,6	4,6	105,6	209,9	225,0	206,0	2495,7
1987	405,8	215,4	286,2	349,1	168,8	135,0	86,6	138,9	104,2	97,7	56,4	121,6	2165,7
1988	296,8	228,2	250,2	164,4	438,4	291,6	111,0	41,6	22,6	224,0	211,0	255,4	2535,2
1989	251,8	366,0	376,5	257,6	388,2	322,0	118,2	69,0	138,2	148,0	317,4	157,0	2909,9
1990	253,8	147,4	331,0	487,4	254,8	101,6	194,6	45,2	50,0	119,4	60,2	245,3	2290,7
1991	251,0	141,1	314,4	134,0	262,0	133,8	97,4	111,2	67,4	120,4	22,4	112,3	1767,4
1992	107,5	365,8	232,0	211,5	150,6	53,8	134,2	121,1	43,0	33,7	163,1	294,7	1911,0
1993	309,4	280,4	389,1	344,4	120,5	115,0	75,3	161,3	99,0	189,4	246,8	183,8	2514,4
1994	305,1	360,9	342,1	245,5	357,7	132,0	67,8	103,0	139,1	218,8	66,8	289,8	2628,6
1995	211,7	244,3	319,0	265,9	298,0	98,3	70,4	42,7	66,1	46,5	311,3	168,7	2142,9
1996	253,6	292,4	456,6	345,7	364,1	178,6	63,6	100,7	146,6	100,3	357,0	88,9	2748,1
1997	394,0	276,9	445,2	238,9	169,9	66,8	18,3	46,6	11,3	76,4	198,3	159,5	2102,1
1998	318,2	188,3	158,8	234,4	242,6	143,6	123,4	67,9	93,8	133,3	155,5	186,4	2046,2
1999	355,6	416,5	551,2	467,5	441,5	234,8	96,2	97,8	136,0	188,4	154,7	205,1	3345,3
2000	351,7	222,0	405,9	292,1	231,1	112,5	122,4	46,9	142,4	83,9	112,5	94,3	2217,7
2001	456,3	192,9	342,5	246,6	114,1	272,2	81,2	24,0	94,4	63,3	167,0	126,5	2181,0
2002	263,3	375,9	240,9	352,9	200,5	137,2	34,5	40,1	37,9	146,0	69,9	235,6	2134,7
2003	83,5	276,7	339,0	429,6	313,2	158,6	190,4	180,9	97,0	70,3	121,3	74,2	2334,7
2004	68,9	290,8	477,5	235,1	200,4	121,0	50,8	59,1	100,1	141,1	58,3	125,6	1928,7
<b>Média</b>	<b>263,5</b>	<b>264,5</b>	<b>325,7</b>	<b>277,1</b>	<b>244,0</b>	<b>137,3</b>	<b>90,1</b>	<b>85,7</b>	<b>88,0</b>	<b>130,0</b>	<b>157,7</b>	<b>193,2</b>	<b>2256,7</b>

Fonte: ANA/CPRM



Fonte: ANA/CPRM

Figura 3 – Distribuição da precipitação média mensal (mm) para o período 1978-2004.

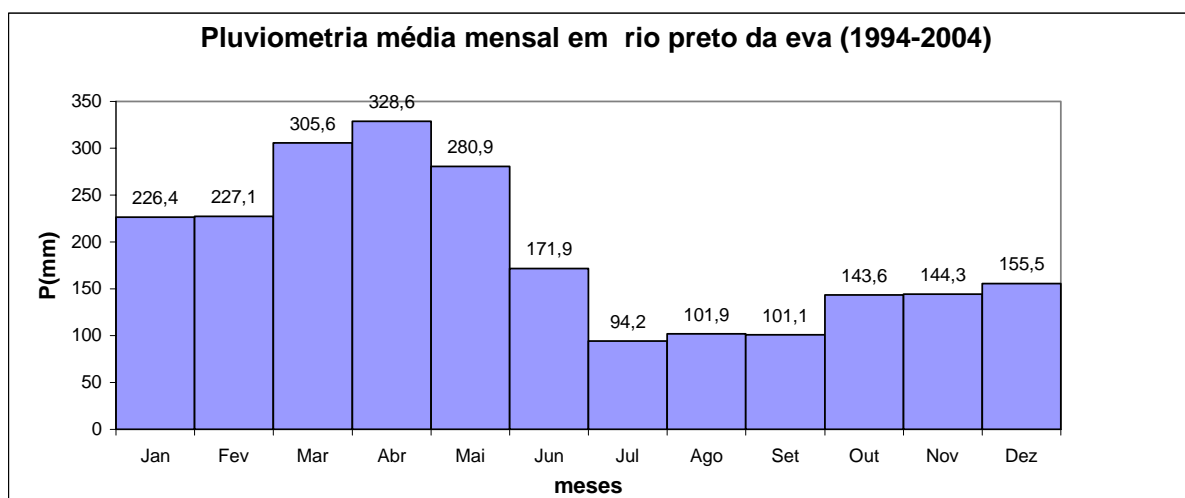
Pela Figura 3 se observa que o período chuvoso na região da estação Balsa do rio Urubu inicia-se em novembro e vai até maio, ficando o trimestre mais chuvoso nos meses de fevereiro, março e abril, sendo que o mês de março representa o de maior contribuição pluviométrica (325,7 mm). Após o mês de maio a intensidade de precipitação começa a decrescer, denotando assim o período de estiagem entre junho e outubro. O trimestre menos chuvoso se dá nos meses de julho, agosto e setembro.

A Tabela 3 mostra as precipitações mensais e totais anuais da estação do rio Preto da Eva, cuja série histórica vai de 1994 até 2004. Pela tabela observa-se que a média anual da estação para o período considerado é de 2273,2 mm.

Tabela 3 – Precipitação média mensal (mm) no posto Rio Preto da Eva (1994-2004).

ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1994	70,0	102,0	325,6	541,5	179,1	192,6	110,5	193,7	160,7	186,2	150,8	151,6	2.364,3
1995	156,0	171,7	397,0	340,5	402,9	154,9	81,8	79,9	76,3	120,7	234,5	202,2	2.418,4
1996	289,7	317,7	413,0	340,1	361,8	173,8	119,3	125,7	107,7	194,6	143,8	228,1	2.815,3
1997	180,7	268,5	398,8	264,1	298,2	78,3	13,1	73,8	1,1	34,6	183,0	137,4	1.931,6
1998	209,0	123,8	127,4	324,0	291,1	234,3	162,6	158,0	40,0	117,8	142,9	150,8	2.081,7
1999	413,6	329,0	232,5	298,2	311,5	239,7	133,0	76,1	237,7	129,6	104,9	160,7	2.666,5
2000	338,4	267,7	350,2	361,0	249,5	162,0	92,5	80,7	129,5	154,3	149,5	94,4	2.429,7
2001	345,8	217,3	232,2	215,6	158,4	296,0	54,1	33,3	88,7	119,2	144,2	156,9	2.061,7
2002	187,1	283,6	253,4	429,0	326,8	124,9	95,8	74,8	40,8	170,6	54,8	156,0	2.197,6
2003	40,5	157,3	266,4	282,4	240,0	179,4	70,2	131,8	134,4	178,1	158,5	109,2	1.948,2
2004	259,8	259,8	365,2	218,7	270,3	54,5	103,1	92,8	94,8	173,6	120,4	163,6	2.176,6
<b>Média</b>	<b>226,4</b>	<b>227,1</b>	<b>305,6</b>	<b>328,6</b>	<b>280,9</b>	<b>171,9</b>	<b>94,2</b>	<b>101,9</b>	<b>101,1</b>	<b>143,6</b>	<b>144,3</b>	<b>155,5</b>	<b>2.281,1</b>

Fonte: ANA/CPRM



Fonte: ANA/CPRM

Figura 4 – Distribuição da precipitação média mensal (mm) no período 1994-2004.

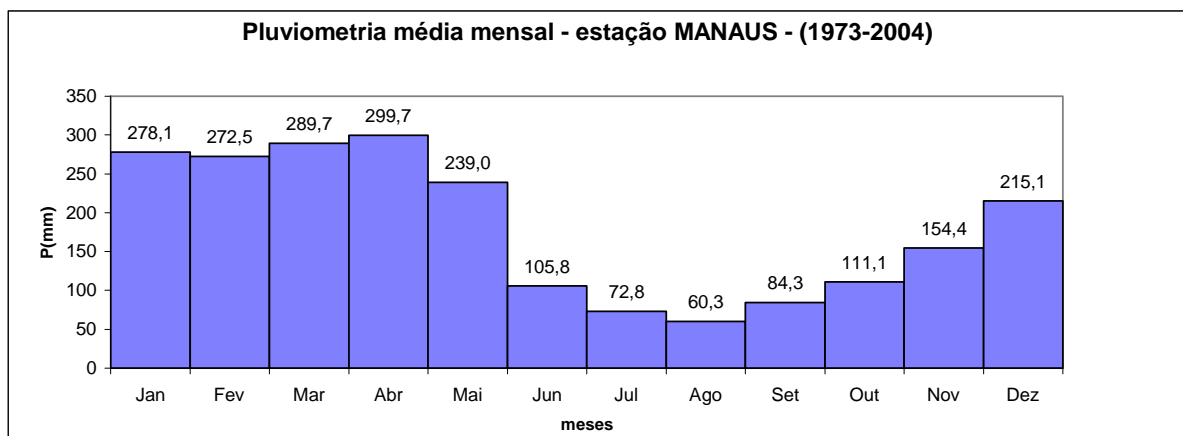
A Figura 4 mostra que o período chuvoso na região da estação de rio Preto da Eva vai de dezembro a junho, com o trimestre mais chuvoso ficando nos meses de março, abril e maio, sendo que Abril é o mês de maior concentração de chuva. O período de estiagem é representado pelos meses de julho a outubro, onde o trimestre menos chuvoso se concentra nos meses de julho, agosto e setembro.

A Tabela 4 mostra as precipitações mensais e totais anuais da estação Manaus, cuja série histórica vai de 1973 até 2004. Pela tabela observa-se que a média anual da estação para o período considerado é de 2182,6 mm.

Tabela 4 – Precipitação média mensal (mm) no posto Manaus (1973-2004).

ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1973	192,7	274,7	291,3	191,7	439,9	87,4	143,3	108,6	86,1	181,8	308,7	220,9	2527,1
1974	313,1	196,9	247,5	524,5	257,8	172,1	66,0	26,7	68,4	24,4	194,9	285,1	2377,4
1975	329,5	358,7	396,1	232,0	246,3	97,8	203,2	56,6	36,4	55,0	99,9	213,6	2325,1
1976	294,3	545,6	457,4	211,1	90,2	61,7	32,6	37,4	29,5	123,0	157,0	176,3	2216,1
1977	196,7	262,4	332,1	266,7	240,3	78,4	17,4	42,9	77,0	190,8	84,7	227,3	2016,7
1978	295,4	203,5	404,1	229,4	268,5	89,3	108,5	50,4	161,0	115,6	45,7	126,0	2097,4
1979	312,0	86,0	195,4	300,2	78,8	65,7	10,3	0,0	83,2	230,1	48,7	154,4	1564,8
1980	92,5	77,7	217,1	211,4	53,8	79,4	23,9	31,2	31,6	141,1	149,7	190,2	1299,6
1981	162,5	164,9	197,1	229,3	121,1	51,5	34,0	68,0	155,1	47,8	325,9	114,7	1671,9
1982	299,1	79,8	59,5	134,0	254,2	16,8	30,7	2,0	67,7	4,2	72,4	238,3	1258,7
1983	32,6	107,5	418,2	192,4	171,5	99,4	134,1	134,6	99,2	195,8	69,5	372,1	2026,9
1984	268,0	341,0	223,4	333,3	271,9	94,2	93,0	62,8	135,5	123,2	100,4	148,1	2194,8
1985	269,7	318,1	280,9	145,3	346,4	150,9	103,4	63,1	65,9	161,7	136,9	391,4	2433,7
1986	267,1	294,9	304,4	279,5	203,6	102,8	183,9	1,6	71,1	214,6	321,8	246,9	2492,2
1987	291,5	289,1	277,6	291,2	167,8	28,2	20,7	76,8	64,6	46,3	128,3	195,2	1877,3
1988	269,7	546,0	265,6	254,7	297,7	229,1	82,3	35,6	110,6	111,5	226,9	412,1	2841,8
1989	292,0	417,0	252,2	370,8	555,1	184,5	157,5	15,8	136,4	185,6	326,4	220,1	3113,4
1990	234,3	190,0	299,2	236,4	244,6	89,3	114,1	72,3	22,8	56,0	116,9	167,3	1843,2
1991	278,5	223,8	309,2	342,9	322,2	137,9	173,9	55,4	39,0	79,4	37,9	137,9	2138,0
1992	236,5	262,7	347,8	218,6	118,8	61,0	90,3	100,3	90,0	87,4	71,2	265,6	1950,2
1993	436,5	617,4	229,3	370,3	96,8	61,5	34,6	47,7	21,9	99,8	256,3	251,3	2523,4
1994	371,1	399,5	259,5	258,7	174,2	125,2	33,0	96,7	62,6	91,8	207,3	222,5	2302,1
1995	286,0	132,0	301,4	480,5	217,5	107,0	76,9	34,2	72,4	81,0	312,0	160,5	2261,4
1996	571,3	257,6	338,1	428,5	127,5	185,1	16,9	65,0	114,0	186,0	163,0	142,2	2595,2
1997	220,6	344,5	534,9	310,8	252,2	9,5	0,0	111,5	40,5	60,9	182,3	261,5	2329,2
1998	302,6	171,7	210,8	407,2	273,4	167,2	92,0	41,8	115,6	73,5	153,6	191,0	2200,4
1999	411,6	260,8	233,2	421,2	445,4	149,3	25,3	40,6	98,8	132,3	203,5	198,3	2620,3
2000	350,2	344,4	340,7	535,4	172,6	48,2	40,8	140,0	218,1	47,2	169,7	192,3	2599,6
2001	348,4	219,5	216,8	188,2	231,6	164,1	30,6	14,9	88,2	28,1	55,0	213,0	1798,4
2002	380,8	239,9	195,3	376,7	262,9	159,1	3,4	35,4	60,1	216,1	81,2	311,2	2322,1
2003	105,8	340,9	209,2	390,1	219,6	110,7	93,0	118,3	60,9	96,9	119,6	95,4	1960,4
2004	187,6	150,6	424,2	227,2	422,9	120,2	59,6	141,3	112,0	66,0	13,3	140,3	2065,2
<b>Média</b>	<b>278,1</b>	<b>272,5</b>	<b>289,7</b>	<b>299,7</b>	<b>239,0</b>	<b>105,8</b>	<b>72,8</b>	<b>60,3</b>	<b>84,3</b>	<b>111,1</b>	<b>154,4</b>	<b>215,1</b>	<b>2182,6</b>

Fonte: INMET



Fonte: INMET

Figura 5 – Distribuição da precipitação média mensal (mm) para o período 1973-2004.

Pelo gráfico da Figura 5 tem-se que o período menos chuvoso para a estação de Manaus dá-se de junho a outubro, ficando o trimestre de maior estiagem nos meses de julho, agosto e setembro. O quadrimestre mais chuvoso é dado pelos meses de janeiro, fevereiro, março, e abril, sendo o mês de abril o de maior índice pluviométrico (299,7 mm).

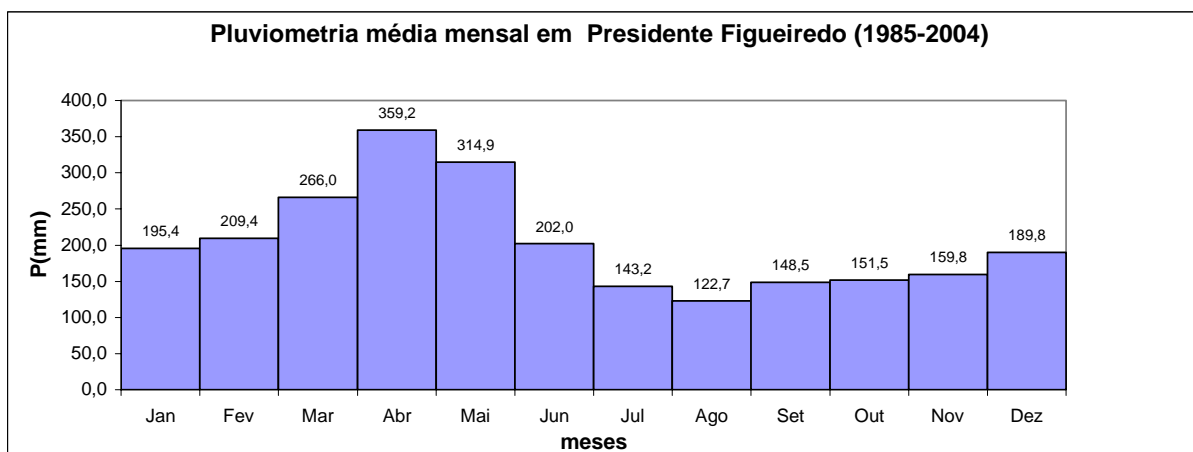
A Tabela 5 mostra as precipitações mensais e totais anuais da estação Presidente Figueiredo, cuja série histórica vai de 1985 até 2004. Pela tabela observa-se que a média anual da estação para o período considerado é de 2462,3 mm.



Tabela 5 – Precipitação média mensal (mm) no posto Presidente Figueiredo (1985-2004).

ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1985	169,0	110,0	142,8	112,7	476,2	325,2	220,2	212,4	216,7	208,0	283,8	325,5	2.802,5
1986	178,1	200,0	422,2	609,0	331,0	272,5	253,1	11,7	181,5	391,8	164,9	275,2	3.291,0
1987	181,1	227,9	376,8	689,0	401,3	221,1	67,9	115,8	199,5	114,8	68,0	150,5	2.813,7
1988	396,2	289,1	319,1	396,7	610,0	315,8	301,5	99,6	142,3	272,6	431,0	344,9	3.918,8
1989	257,6	300,3	293,1	423,3	663,7	362,3	188,6	143,0	130,1	262,7	324,9	235,9	3.585,5
1990	182,6	251,2	407,1	393,3	357,9	326,0	116,4	219,0	96,9	13,3	210,0	217,9	2.791,6
1991	219,5	207,1	200,0	220,0	140,0	86,0	168,5	139,3	82,1	134,8	31,3	3,2	1.631,8
1992	43,7	144,7	225,8	213,0	146,8	25,6	31,9	181,5	216,7	166,0	281,2	284,9	1.961,8
1993	120,0	297,1	198,0	367,1	208,1	162,3	112,2	166,9	74,0	214,4	124,4	132,7	2.177,2
1994	242,0	96,7	248,9	222,5	146,9	110,0	71,6	159,1	138,4	130,0	173,8	80,0	1.818,9
1995	34,9	36,3	190,3	266,8	341,9	155,8	171,3	108,1	134,1	150,0	146,8	116,9	1.853,2
1996	191,2	143,1	321,0	264,1	275,2	158,8	141,7	139,8	92,7	150,5	89,2	52,0	2.019,3
1997	132,7	278,8	244,6	236,8	250,2	102,8	32,7	73,5	10,5	49,9	154,4	102,7	1.669,6
1998	165,4	160,5	181,0	164,0	156,9	295,6	248,7	120,0	158,9	94,6	234,7	170,4	2.150,7
1999	320,9	308,4	143,5	494,8	410,0	155,5	76,9	117,6	234,8	139,8	65,4	231,2	2.698,8
2000	412,4	390,4	307,9	445,4	292,2	195,6	190,7	94,1	222,9	133,2	117,2	121,5	2.923,5
2001	300,8	106,3	266,3	419,5	148,0	205,4	142,1	55,8	183,5	29,3	43,5	144,3	2.044,8
2002	179,1	271,3	236,6	391,1	336,6	287,7	78,5	118,3	150,0	73,3	61,0	255,6	2.439,1
2003	61,7	83,7	252,6	427,7	279,1	144,2	127,8	87,9	159,8	148,8	125,1	202,1	2.100,5
2004	119,4	285,7	342,2	426,5	326,1	131,1	121,6	90,5	144,9	153,0	64,6	348,9	2.554,5
<b>Média</b>	<b>195,4</b>	<b>209,4</b>	<b>266,0</b>	<b>359,2</b>	<b>314,9</b>	<b>202,0</b>	<b>143,2</b>	<b>122,7</b>	<b>148,5</b>	<b>151,5</b>	<b>159,8</b>	<b>189,8</b>	<b>2.462,3</b>

Fonte: ANA/CPRM



Fonte: ANA/CPRM

Figura 6 – Distribuição da precipitação média mensal (mm) no período 1985-2004.

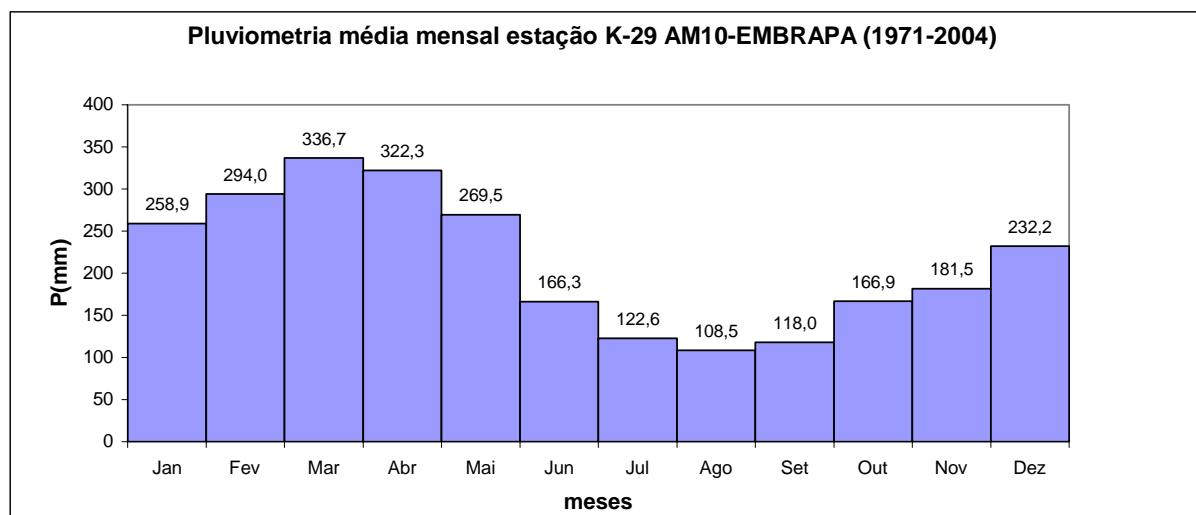
Pelo gráfico da Figura 6 tem-se que o período chuvoso para a estação de Presidente Figueiredo dá-se de novembro a junho, onde o trimestre mais chuvoso é dado pelos meses março, abril e maio, sendo o mês de abril de maior índice pluviométrico (359,2 mm). Os meses de julho a outubro são correspondentes ao período de estiagem.

A Tabela 6 mostra as precipitações mensais e totais anuais da estação da EMBRAPA, cuja série histórica vai de 1971 até 2004. Pela tabela observa-se que a média anual da estação para o período considerado é de 2577,6 mm.

Tabela 6 – Precipitação média mensal (mm) do posto Km-29AM-10 EMBRAPA (1971-2004).

ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1971	253,5	424,1	370,4	256,6	333,9	172,9	142,4	97,2	75,9	229,5	180,3	70,3	2.607,0
1972	273,8	301,5	340,4	273,0	257,8	187,8	215,4	97,6	40,4	173,2	182,4	336,4	2.679,7
1973	151,7	224,1	375,1	272,4	322,3	282,1	237,7	131,3	82,6	89,8	151,4	161,8	2.482,3
1974	142,0	248,3	264,5	339,1	271,5	181,8	180,4	73,2	104,6	47,6	209,8	202,8	2.265,6
1975	221,4	186,1	269,9	322,8	305,3	131,6	121,0	88,2	30,5	290,7	169,7	208,3	2.345,5
1976	326,5	559,8	401,8	312,0	209,4	89,5	122,3	51,8	6,8	203,0	77,4	262,7	2.623,0
1977	114,0	225,2	381,8	391,2	267,8	98,4	79,9	23,0	165,8	275,8	149,6	262,4	2.434,9
1978	243,4	280,0	216,8	206,1	212,9	129,3	159,5	57,5	179,2	112,4	88,1	231,0	2.116,2
1979	405,1	139,7	259,3	275,8	266,5	116,1	49,3	172,1	134,3	127,1	184,1	275,9	2.405,3
1980	216,4	221,1	239,0	233,6	7,0	240,4	109,6	104,8	139,2	203,4	183,6	329,4	2.227,5
1981	359,1	279,7	170,6	310,1	236,6	117,6	117,6	217,0	154,0	124,9	184,0	158,7	2.429,9
1982	246,2	455,7	302,8	404,6	240,0	62,6	102,2	72,9	99,6	127,1	107,7	256,2	2.477,6
1983	64,5	70,4	245,3	277,3	313,8	129,0	59,1	114,8	114,8	129,8	41,1	383,1	1.943,0
1984	322,7	278,7	288,3	277,4	328,2	59,7	154,9	133,0	135,9	181,7	134,0	270,7	2.565,2
1985	167,8	321,7	235,2	221,4	283,2	165,8	88,9	169,1	93,0	91,0	248,6	360,5	2.466,2
1986	197,8	389,1	253,1	331,4	338,9	171,9	203,0	59,4	105,6	216,1	341,2	153,0	2.760,5
1988	271,2	351,8	158,6	208,2	516,0	217,5	102,4	26,6	100,3	185,6	293,7	404,7	2.836,6
1989	217,6	369,3	195,5	352,4	344,9	244,5	88,1	92,3	148,4	161,3	342,8	129,6	2.686,7
1990	384,2	154,8	476,4	283,1	303,1	123,3	171,5	122,1	131,6	102,8	130,5	286,4	2.669,8
1991	357,3	275,0	365,7	453,3	270,1	171,8	100,9	69,4	105,5	149,7	72,4	151,4	2.542,5
1992	238,1	339,5	334,8	311,6	133,8	129,4	110,5	211,9	135,0	177,1	121,1	246,1	2.488,9
1993	365,0	373,0	463,6	265,2	147,0	135,2	83,8	75,0	94,1	312,8	324,7	296,2	2.935,6
1994	416,7	397,8	339,9	471,7	244,1	210,3	90,5	98,7	156,4	169,1	183,5	202,9	2.981,6
1995	230,3	207,5	262,2	372,0	318,6	183,5	61,2	25,6	148,8	136,8	324,9	257,3	2.528,7
1996	291,7	276,0	1.092,4	366,5	144,6	212,8	133,5	199,5	110,4	116,7	178,6	168,2	3.290,9
1997	251,7	319,3	469,1	271,0	177,2	69,8	44,9	137,1	48,4	65,6	261,3	127,7	2.243,1
1998	296,5	226,1	333,1	377,3	226,3	187,6	113,1	87,9	125,9	174,7	234,4	162,6	2.545,5
1999	310,8	366,1	290,5	425,2	426,0	276,1	77,8	169,2	144,8	116,8	223,5	362,7	3.189,5
2000	393,7	428,6	290,2	411,7	240,4	214,0	143,1	127,9	100,8	216,2	226,1	183,5	2.976,2
2001	340,2	267,1	334,7	298,2	241,8	179,4	214,9	46,8	212,1	294,0	110,2	212,9	2.752,3
2002	241,4	367,9	473,1	359,8	351,2	161,7	167,8	148,0	55,8	187,8	155,4	267,3	2.937,2
2003	68,6	166,7	155,6	386,3	323,0	168,8	90,1	121,2	159,7	140,1	69,5	108,4	1.958,0
2004	163,0	211,0	462,8	317,5	291,0	266,4	109,5	158,9	252,4	178,5	105,3	151,4	2.667,7
<b>Média</b>	<b>258,9</b>	<b>294,0</b>	<b>336,7</b>	<b>322,3</b>	<b>269,5</b>	<b>166,3</b>	<b>122,6</b>	<b>108,5</b>	<b>118,0</b>	<b>166,9</b>	<b>181,5</b>	<b>232,2</b>	<b>2.577,6</b>

ANA/CPRM



Fonte:ANA/CPRM

Figura 7 – Distribuição da precipitação média mensal (mm) no período 1971-2004.

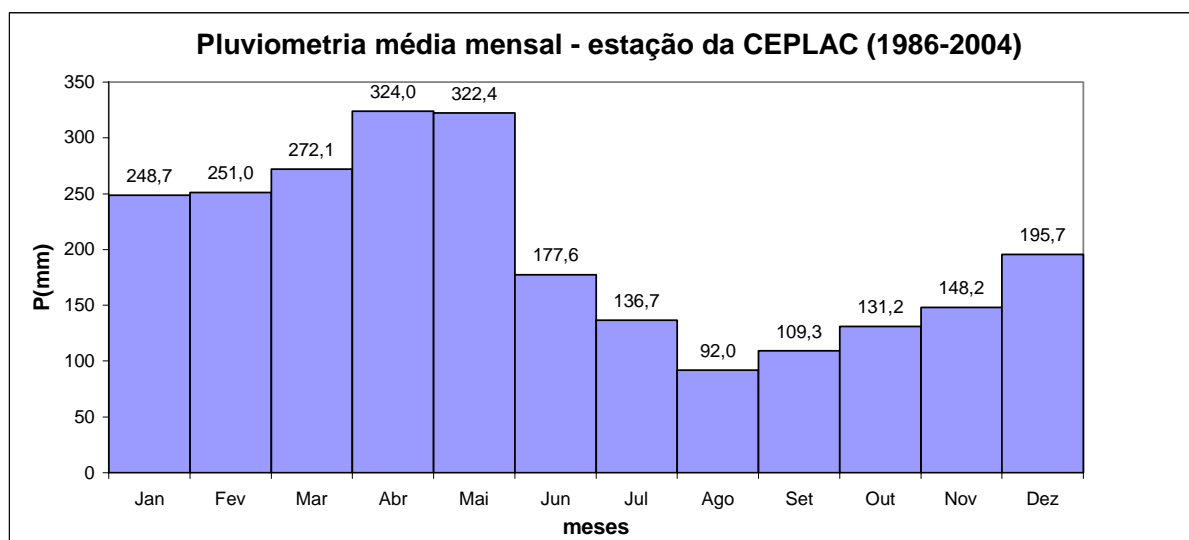
Pelo gráfico da Figura 7 tem-se que o período chuvoso para a estação da EMBRAPA dá-se de dezembro a maio, onde o trimestre mais chuvoso é dado pelos meses fevereiro, março e abril, sendo o mês de março o de maior índice pluviométrico (336,7 mm). Os meses de junho a outubro são correspondentes ao período de estiagem.

A Tabela 7 mostra as precipitações mensais e totais anuais da estação da CEPLAC, cuja série histórica vai de 1986 até 2004. Pela tabela observa-se que a média anual da estação para o período considerado é de 2.408,8 mm.

Tabela 7 – Precipitação média mensal (mm) no posto pluviométrico da CEPLAC (1986-2004 )

ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1986	182,8	349,6	153,0	197,9	253,1	208,8	190,3	23,7	28,4	258,1	192,0	170,6	2.208,3
1987	203,9	240,2	231,8	298,5	274,3	199,7	93,1	95,3	59,0	55,1	52,3	132,5	1.935,7
1988	347,7	266,7	226,1	240,7	382,9	231,1	92,9	23,7	33,2	53,2	97,7	402,2	2.398,1
1989	238,3	390,1	227,5	327,1	384,5	202,6	150,2	112,5	78,4	179,1	380,1	202,0	2.872,4
1990	166,8	138,2	386,5	351,0	333,7	108,0	175,6	41,6	139,2	54,8	126,4	262,0	2.283,8
1991	466,1	165,5	324,7	309,1	328,8	164,5	110,5	53,4	132,9	153,9	54,0	137,6	2.401,0
1992	166,1	327,7	373,6	176,6	120,5	54,5	104,7	147,1	134,9	117,1	131,5	205,0	2.059,3
1993	408,0	341,5	267,6	313,3	204,1	172,8	126,4	105,0	127,2	183,0	135,9	133,3	2.518,1
1994	416,6	270,0	295,2	405,4	323,8	230,9	108,5	96,0	79,3	126,8	141,7	175,8	2.670,0
1995	135,4	119,9	316,7	328,7	285,3	174,5	158,8	112,3	43,0	184,1	203,3	292,5	2.354,5
1996	170,6	224,8	315,5	433,7	347,8	157,9	75,8	153,8	88,2	263,4	262,2	170,6	2.664,3
1997	171,4	309,7	407,3	300,3	357,0	100,0	30,5	87,1	20,5	30,3	172,2	181,2	2.167,5
1998	295,4	215,5	111,1	316,2	430,5	221,9	199,4	104,2	122,9	133,9	205,9	138,2	2.495,1
1999	264,0	253,9	156,7	281,5	411,3	211,0	198,8	89,5	157,3	123,8	182,3	207,4	2.537,4
2000	206,5	195,6	278,7	499,3	392,1	200,0	198,2	74,8	191,7	113,6	158,7	276,5	2.785,7
2001	213,8	253,9	156,7	281,5	430,5	221,9	199,4	104,2	122,9	102,9	145,6	213,8	2.447,1
2002	280,5	370,3	264,6	393,6	297,1	165,6	77,7	52,7	230,5	189,2	65,8	230,5	2.618,1
2003	52,8	134,7	195,0	348,7	336,4	231,3	96,7	138,5	159,2	52,1	98,9	58,4	1.902,7
2004	338,5	201,2	482,0	352,5	231,2	116,5	210,3	132,4	127,5	118,4	9,2	128,9	2.448,6
<b>Média</b>	<b>248,7</b>	<b>251,0</b>	<b>272,1</b>	<b>324,0</b>	<b>322,4</b>	<b>177,6</b>	<b>136,7</b>	<b>92,0</b>	<b>109,3</b>	<b>131,2</b>	<b>148,2</b>	<b>195,7</b>	<b>2.408,8</b>

Fonte: CEPLAC



Fonte: CEPLAC

Figura 8– Distribuição da precipitação média mensal (mm) no período 1986-2004.

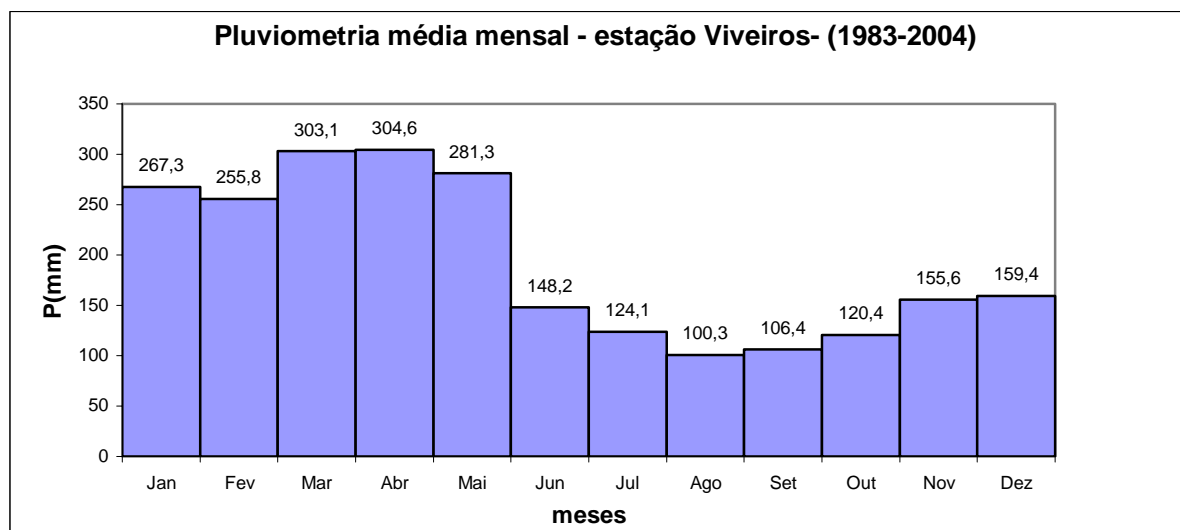
Pelo gráfico da Figura 8 tem-se que o período chuvoso para a estação da CEPLAC dá-se de novembro a maio, onde o trimestre mais chuvoso é dado pelos meses março, abril e maio, sendo o mês de abril o de maior índice pluviométrico (324 mm). Os meses de junho a outubro são correspondentes ao período de estiagem.

A Tabela 8 mostra as precipitações mensais e totais anuais da estação Viveiros (EMBRAPA), cuja série histórica vai de 1983 até 2004. Pela tabela observa-se que a média anual da estação para o período considerado é de 2.326,5 mm.

Tabela 8 – Precipitação média mensal (mm) no posto Viveiros-EMBRAPA ( 1983-2004 )

ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1983	180,0	150,0	121,4	200,8	207,1	111,9	66,0	161,5	191,4	236,1	164,6	336,0	2.126,8
1984	364,2	287,5	216,0	169,4	155,8	106,4	177,4	61,8	183,6	171,6	96,6	235,5	2.225,8
1985	287,3	198,5	250,0	104,8	232,6	239,4	134,9	110,4	105,4	240,0	117,8	265,2	2.286,3
1986	196,6	229,4	203,6	367,4	188,0	154,8	157,8	20,5	59,6	205,6	272,8	154,9	2.211,0
1987	212,2	344,0	364,0	327,2	255,8	87,6	71,6	147,5	73,2	52,4	137,0	203,8	2.276,3
1988	191,2	279,6	175,2	392,0	310,8	241,4	136,4	52,0	179,0	193,6	208,2	205,6	2.565,0
1989	289,8	222,2	285,4	348,8	412,4	163,2	176,6	64,8	44,2	129,8	169,2	149,4	2.455,8
1990	110,6	191,2	457,0	308,2	261,0	87,8	256,2	80,4	82,4	64,8	195,8	164,8	2.260,2
1991	274,4	153,4	322,4	322,0	395,8	143,6	84,0	74,2	90,8	109,2	10,4	42,2	2.022,4
1992	161,6	220,4	283,4	140,8	94,4	55,0	55,4	121,2	67,0	57,8	139,4	251,6	1.648,0
1993	338,0	334,2	334,0	261,0	214,8	106,6	126,0	74,0	131,0	126,8	192,4	220,4	2.459,2
1994	302,2	254,2	221,2	356,8	305,2	165,8	148,2	201,0	81,4	44,4	127,6	211,8	2.419,8
1995	151,6	95,0	352,2	254,6	288,6	167,4	70,8	87,4	28,0	124,2	184,9	87,8	1.892,5
1996	238,8	233,8	440,0	258,0	312,0	109,8	78,9	93,5	132,2	201,8	218,8	120,0	2.437,6
1997	278,6	246,0	325,2	348,5	183,5	62,6	22,0	57,8	0,0	16,0	184,0	121,2	1.845,4
1998	290,0	189,8	199,6	249,4	255,6	228,8	194,4	99,2	117,8	115,6	165,0	68,0	2.173,2
1999	337,9	329,6	147,6	328,5	364,6	250,4	143,0	163,8	208,4	94,4	187,8	188,2	2.744,2
2000	442,0	276,4	289,2	577,8	526,7	301,3	152,9	70,5	172,6	41,6	157,9	70,5	3.079,4
2001	630,2	272,0	454,9	516,8	154,0	14,0	6,6	55,0	73,0	58,2	154,2	80,8	2.469,7
2002	305,1	538,5	457,5	441,3	484,5	219,9	108,5	133,6	65,6	110,2	232,3	110,2	3.207,2
2003	96,0	325,6	394,2	266,0	368,8	108,6	142,7	102,0	68,4	48,2	38,6	69,6	2.028,7
2004	203,2	255,2	373,8	160,6	216,4	134,8	219,0	175,4	185,2	205,6	68,6	149,7	2.347,5
<b>Média</b>	<b>267,3</b>	<b>255,8</b>	<b>303,1</b>	<b>304,6</b>	<b>281,3</b>	<b>148,2</b>	<b>124,1</b>	<b>100,3</b>	<b>106,4</b>	<b>120,4</b>	<b>155,6</b>	<b>159,4</b>	<b>2.326,5</b>

Fonte:EMBRAPA



Fonte:EMBRAPA

Figura 9– Distribuição da precipitação média mensal (mm) no período 1983-2004.

Pelo gráfico da Figura 9 tem-se que o período chuvoso para a estação Viveiros dá-se de novembro a maio, onde o trimestre mais chuvoso é dado pelos meses março, abril e maio, sendo o mês de abril o de maior índice pluviométrico (324 mm). Os meses de junho a outubro são correspondentes ao período de estiagem.

Para uma melhor visualização do comportamento da pluviosidade no Distrito Agropecuário da Suframa foram selecionadas cinco estações no mesmo período, 1986-2004, e esboçado o gráfico de distribuição mensal da pluviosidade conforme mostra a Figura 10. Das cinco estações escolhidas, duas estão situadas dentro dos limites do DAS: CEPLAC e Viveiros (EMBRAPA) e três próximas a esses limites : Balsa do rio Urubu, Manaus e

Presidente Figueiredo. Conforme se vê no gráfico da Figura 10 as estações apresentam distribuição espaço-temporal de chuva correspondente. Pelo gráfico observa-se que as estações Balsa do rio Urubu e Manaus apresentam os meses de fevereiro, março e abril como o trimestre mais chuvoso enquanto que as estações Presidente Figueiredo, CEPLAC e Viveiros-EMBRAPA apresentam como trimestre mais chuvoso os meses de março, abril e maio. A estação Balsa do rio Urubu é a única que apresenta o mês de março como o de maior índice de chuva durante o ano, enquanto as outras estações apresentam o mês de abril como o mais chuvoso. O gráfico mostra ainda que o trimestre menos chuvoso para as estações relacionadas se concentra nos meses de julho, agosto e setembro, exceto para estação Manaus que tem o trimestre menos chuvoso nos meses de agosto, setembro e outubro. Dentro do exposto observa-se que as estações assumem uma homogeneidade na pluviometria identificando-se no que diz respeito ao trimestre mais chuvoso, menos chuvoso e a variação de chuva anual onde a pluviometria média anual das estações para o período considerado, 1986-2004, varia entre 2307 mm e 2408 mm. Isto se deve ao fato, provavelmente, da região em estudo possuir climatologia sem grandes dispersões no que tange as variáveis climatológicas como: temperatura, velocidade de vento, insolação, umidade relativa do ar, evaporação, etc.

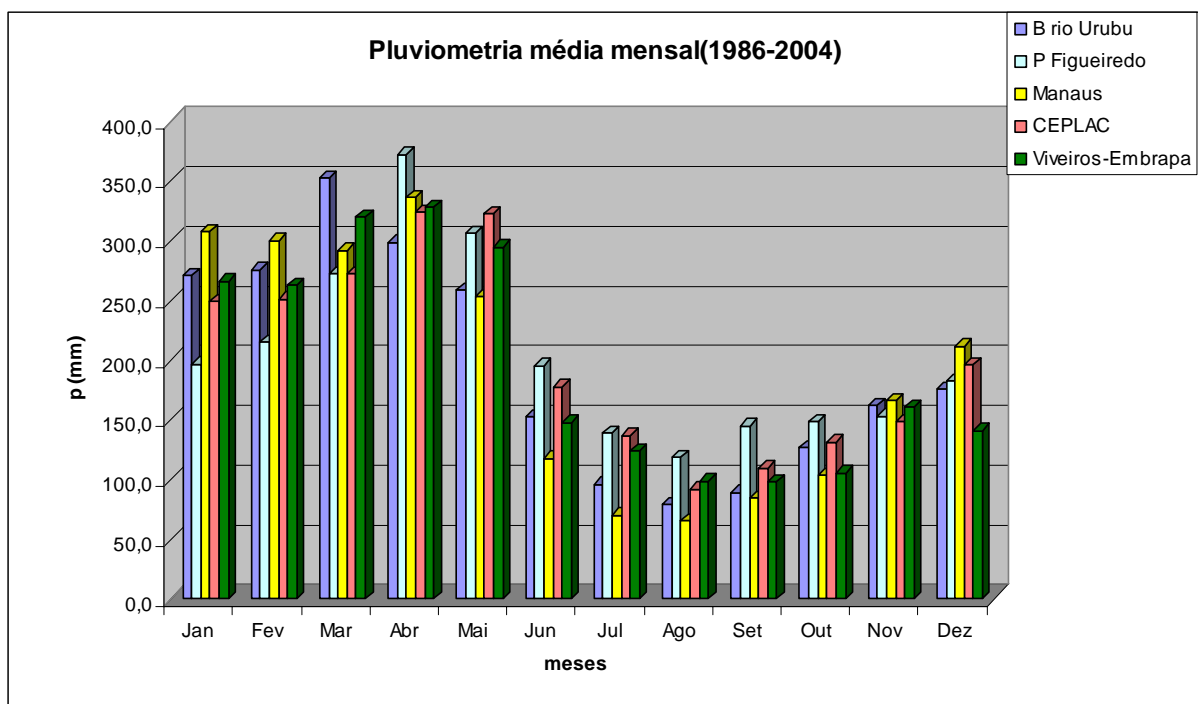


Figura 10 – Pluviometria média mensal das estações situadas dentro e próximas dos limites do Distrito Agropecuário da SUFRAMA para o período de 1986 a 2004.

Outra forma de se evidenciar o aspecto da homogeneidade da precipitação é mostrada nas Figuras 11 A, B e C as quais representam a espacialização da precipitação ao longo do ano. Para tanto foi utilizada a metodologia dos percentis nas séries de precipitação, que consiste basicamente na análise das características da distribuição de frequência da amostra, a qual permite definir os períodos de normalidade e categorizar as anomalias conforme a Tabela 9:

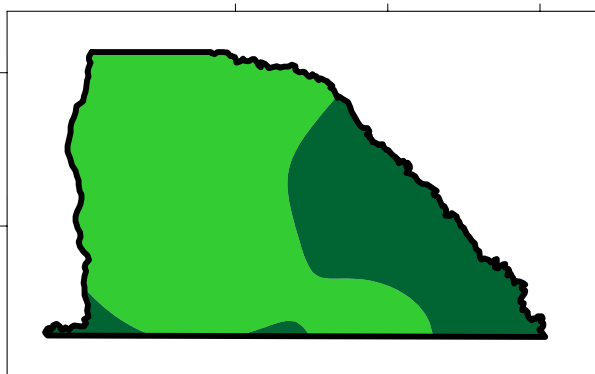
Tabela 9 – Categorização da Precipitação pelo uso de Percentis.

Classificação		Intervalo de Percentil
+3	Muito acima da média	> 90
+2	Acima da média	<= 90, > 80
+1	Ligeiramente acima da média	<= 80, > 70
0	Média	<= 70, > 30
-1	Ligeiramente abaixo da média	<= 30, > 20
-2	Abaixo da média	<= 20, > 10
-3	Muito abaixo da média	<=10

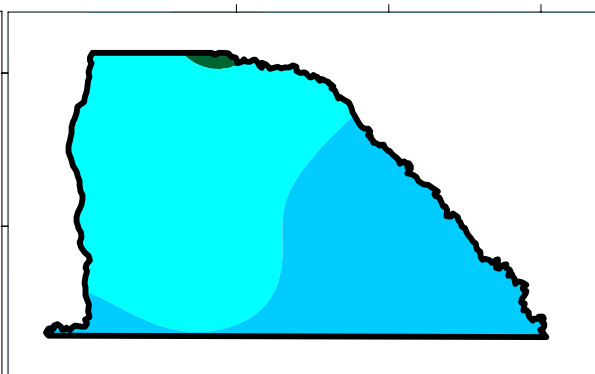
Utilizando-se o critério acima o Padrão Mínimo de Precipitação Mensal é representado pelo percentil 30 e o Padrão Máximo de Precipitação Mensal o representado pelo percentil 70, logo a precipitação considerada Normal para cada mês deve estar compreendida entre os dois valores.

Podemos observar em vários dos mapas, que se seguem, que todo ou grande parte do distrito agropecuário está sujeito ao mesmo regime de precipitação, eventualmente ocorrem 2 e raramente 3 intervalos de precipitação sobre um dos padrões, máximo ou mínimo, o que normalmente é inferior a própria variabilidade de uma determinado local (número de intervalos entre o padrão máximo e mínimo). As figuras ainda evidenciam claramente o período chuvoso de dezembro a abril (padrão máximo) e o de maior estiagem de julho até setembro (padrão mínimo).

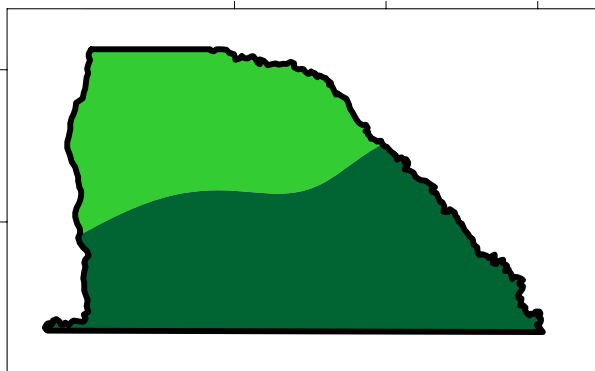
**Padrão Mínimo Precipitação - Janeiro**



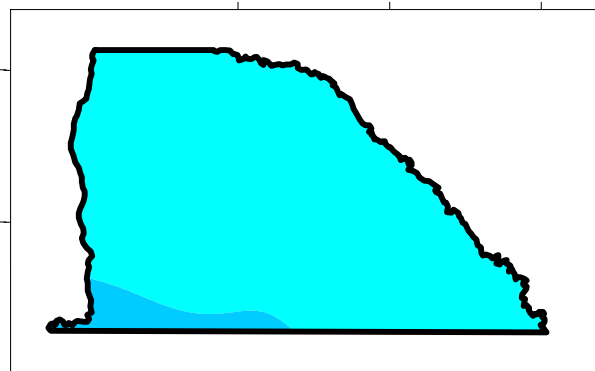
**Padrão Máximo Precipitação - Janeiro**



**Padrão Mínimo Precipitação - Fevereiro**

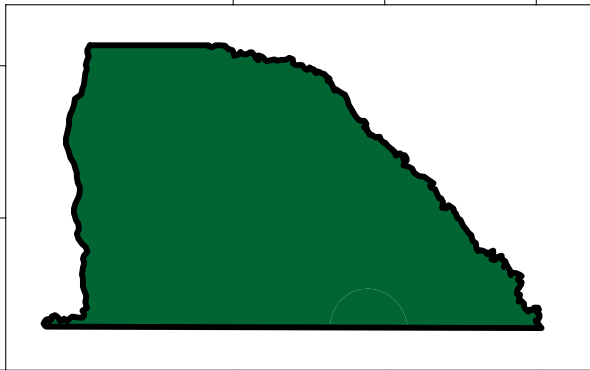


**Padrão Máximo Precipitação - Fevereiro**

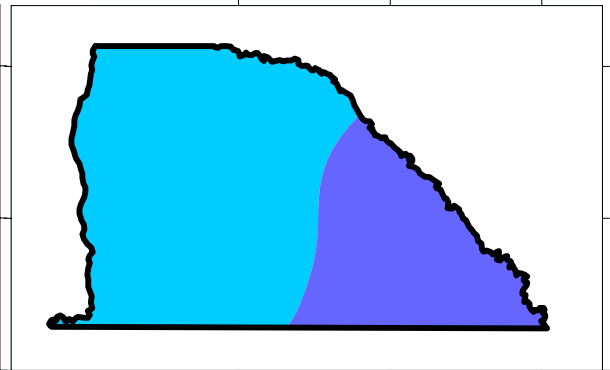




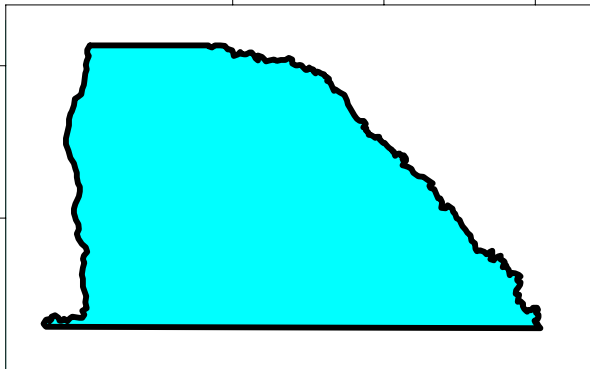
Padrão Mínimo Precipitação - Março



Padrão Máximo Precipitação - Março



Padrão Mínimo Precipitação - Abril



Padrão Máximo Precipitação - Abril

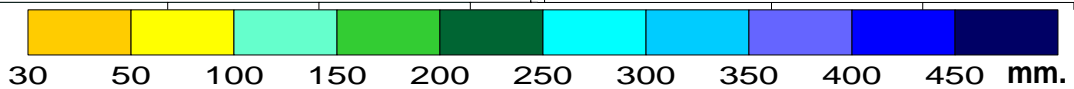
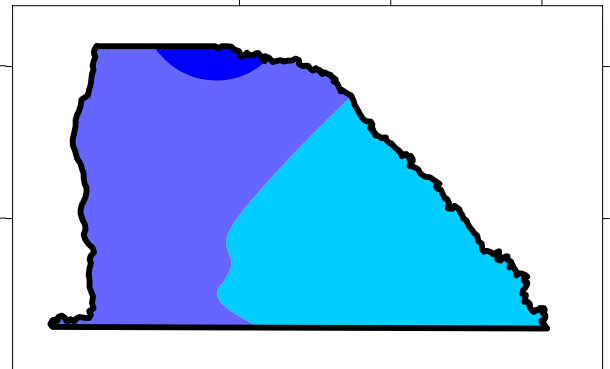
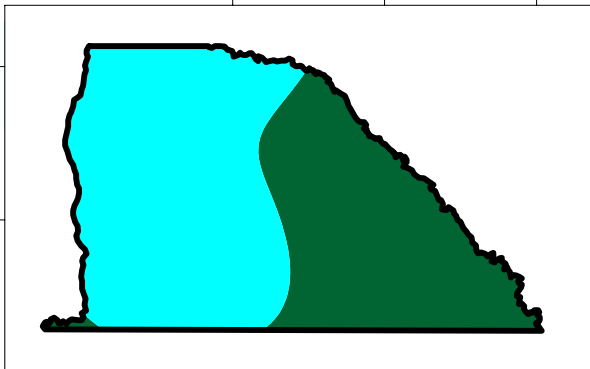
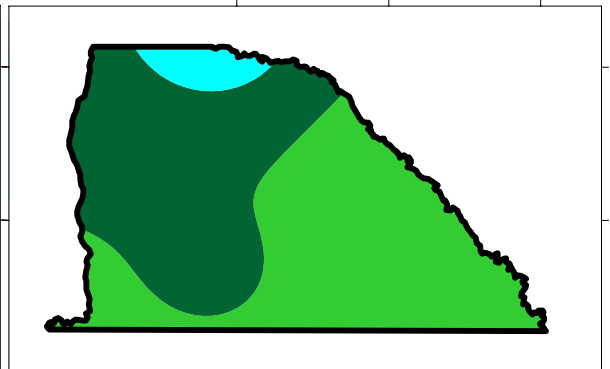


Figura 11 A - Padrões de Precipitação Mensal de Janeiro a Abril.

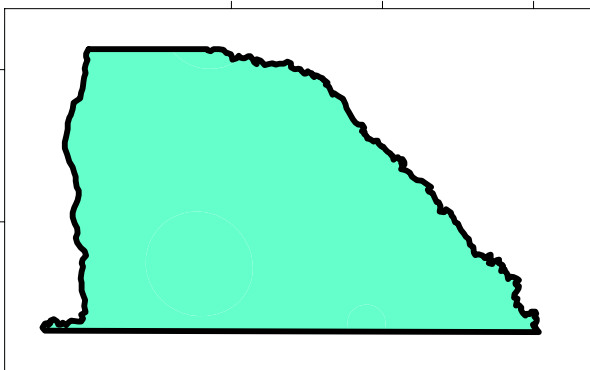
Padrão Mínimo Precipitação - Maio



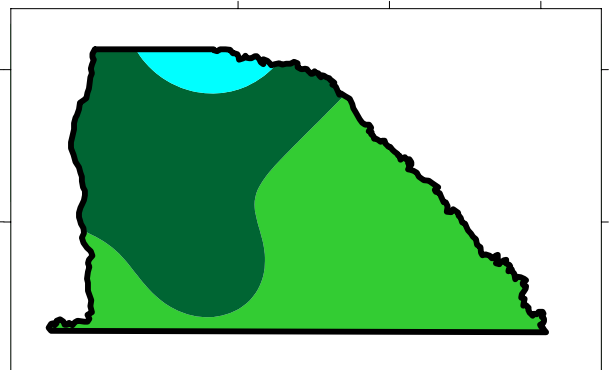
Padrão Máximo Precipitação - Maio



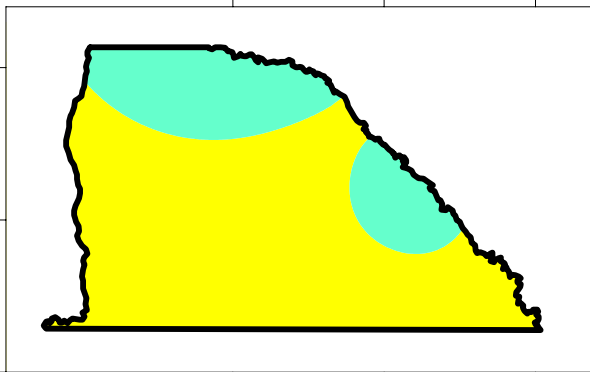
Padrão Mínimo Precipitação - Junho



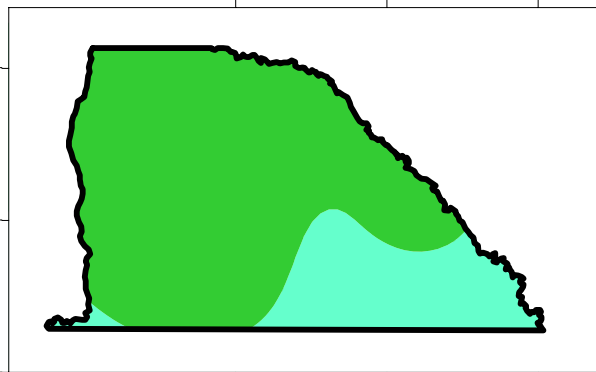
Padrão Máximo Precipitação - Junho



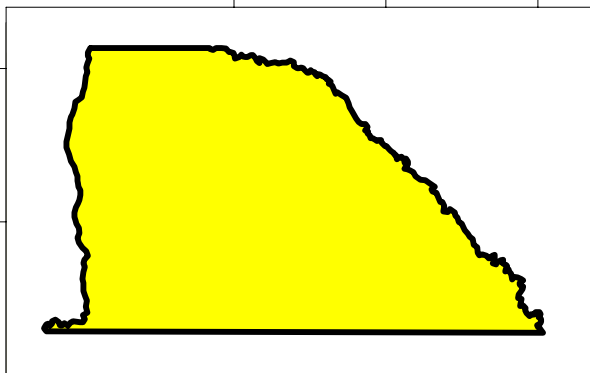
Padrão Mínimo Precipitação - Julho



Padrão Máximo Precipitação - Julho



Padrão Mínimo Precipitação - Agosto



Padrão Máximo Precipitação - Agosto

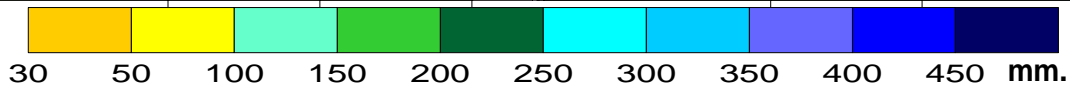
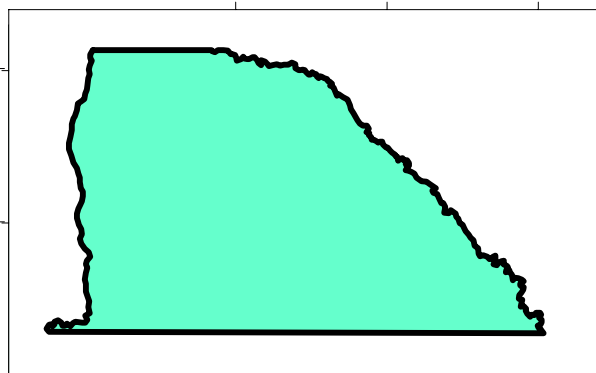
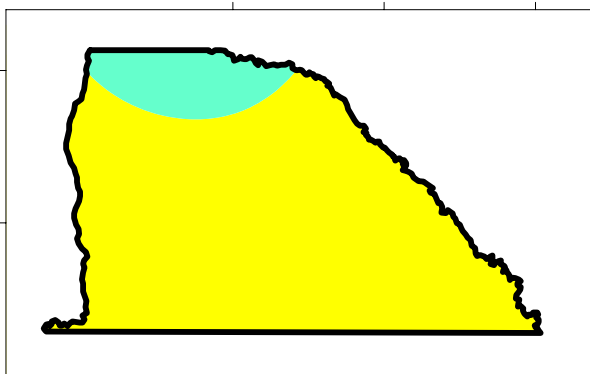
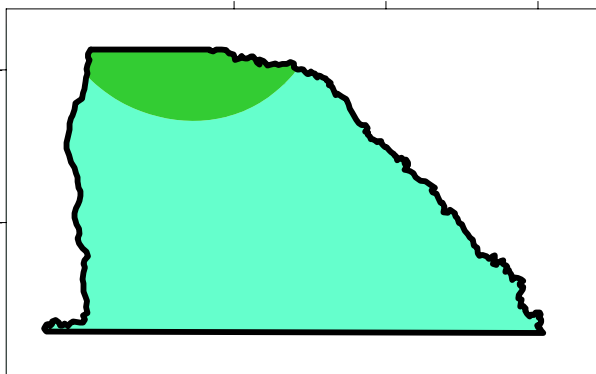


Figura 11 B - Padrões de Precipitação Mensal de Maio a Agosto.

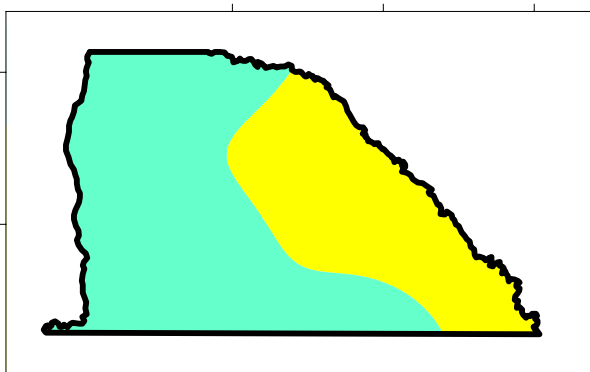
Padrão Mínimo Precipitação - Setembro



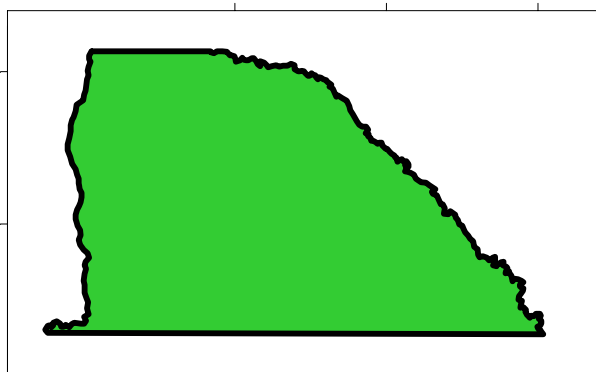
Padrão Máximo Precipitação - Setembro



Padrão Mínimo Precipitação - Outubro



Padrão Máximo Precipitação - Outubro



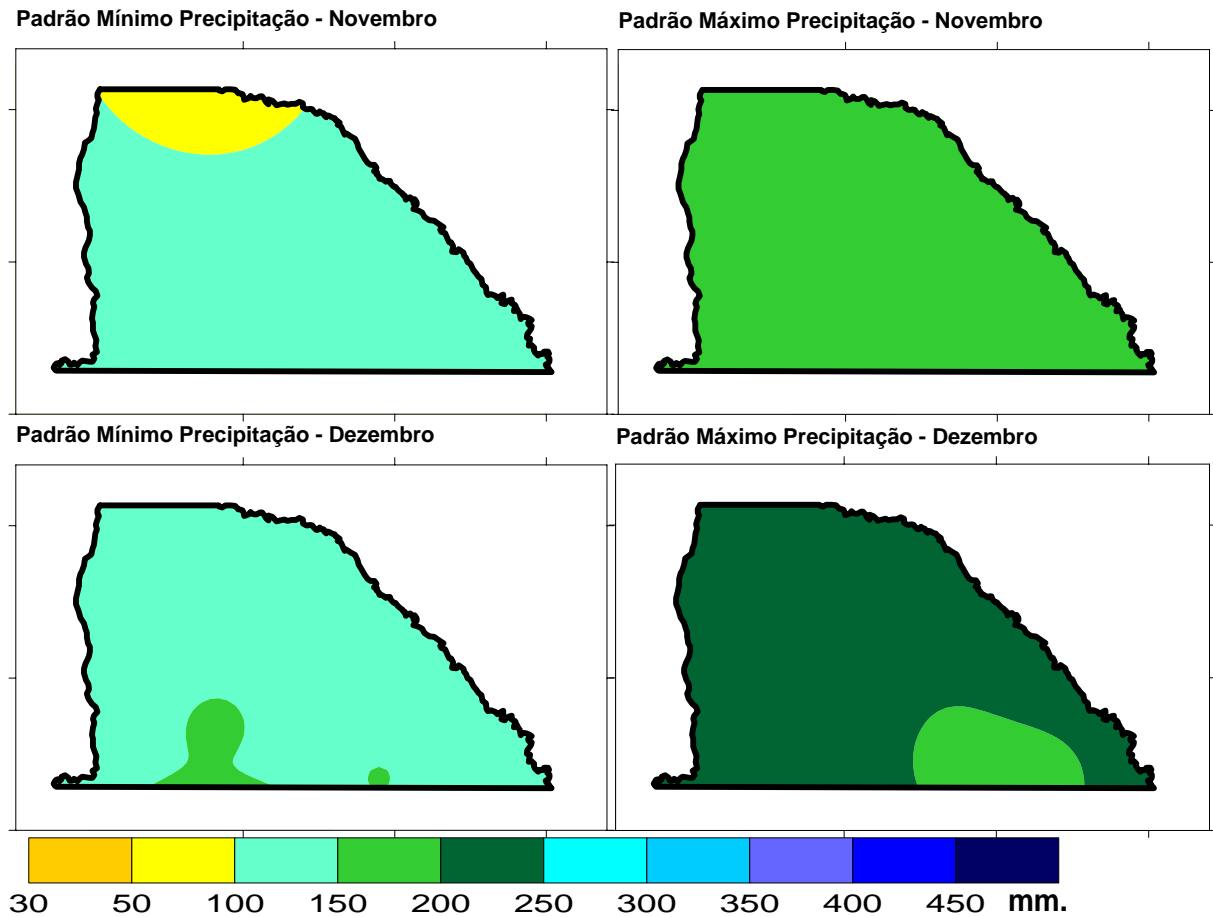


Figura 11 C - Padrões de Precipitação Mensal de Setembro a Dezembro.

### 3.1 Precipitação Média na Área do Distrito Agropecuário da Suframa

O cálculo da precipitação média sobre a área de estudo foi realizado através do método da média aritmética, que consiste em admitir que todos os pluviômetros têm o mesmo peso. A precipitação média é calculada como a média aritmética dos valores medidos:

$$P_{\text{méd}} = \frac{\sum P_i}{n} \quad \text{onde:}$$

$P_{\text{méd}}$  : Precipitação média na área em mm;  
 $P_i$  : precipitação média no i-ésimo pluviômetro  
 $n$ : número total de pluviômetros

Neste caso específico tomou-se as estações Presidente Figueiredo, Rio Preto da Eva, Viveiros (Embrapa) e Ceplac no período de 1994 a 2004, para o cálculo da precipitação média. Destas, apenas a estação Presidente Figueiredo situa-se fora, porém bem próxima, dos limites da região do Distrito Agropecuário da Suframa. A Tabela 10 apresenta as precipitações médias mensais para a área de estudo. A Tabela 10 identifica que o DAS apresenta pluviometria média anual de 2.369,67 mm.

Tabela 10 – Precipitação média na área do Distrito Agropecuário da Suframa (1994-2004)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
P Figueiredo	195,42	209,38	265,99	359,17	314,91	201,97	143,20	122,70	148,52	151,54	159,76	189,82	2462,34
Viveiros(Embrapa)	267,34	255,75	303,08	304,58	281,29	148,23	124,06	100,34	106,37	120,36	155,63	159,42	2326,45
Rio Preto da Eva	226,42	227,13	305,61	328,65	280,87	171,85	94,18	101,87	101,06	143,57	144,30	155,54	2281,05
Ceplac	248,69	251,00	272,12	323,98	322,36	177,55	136,73	91,99	109,27	131,20	148,19	195,73	2.408,82
<b>P Média</b>	<b>234,47</b>	<b>235,81</b>	<b>286,70</b>	<b>329,09</b>	<b>299,86</b>	<b>174,90</b>	<b>124,54</b>	<b>104,22</b>	<b>116,31</b>	<b>136,67</b>	<b>151,97</b>	<b>175,13</b>	<b>2369,67</b>

### 3.2 Máximo percentual de contribuição (MPC)

O regime de chuvas de quase todas as bacias é caracterizado pela maior ou menor quantidade de precipitação em determinados meses ou estações do ano. Para expressar quantitativamente o regime pluviométrico de uma bacia hidrográfica, a relação entre as médias mensais e a média anual define a porcentagem de contribuição de um ou mais meses em relação à média anual. Se cada mês contribuísse com o mesmo total de chuva, teríamos 8,33% do total anual de chuva como percentual mensal.

O conhecimento do MPC é de grande importância para a:

- Climatologia, uma vez que fornece diferentes parâmetros dos regimes anuais de precipitação. Teoricamente um determinado trimestre é tanto melhor distribuído quanto mais se aproxima de 25% e tanto mais concentrado quanto mais se afasta deste índice;
- Hidrologia, pela estreita dependência do regime dos rios com o MPC de 3 meses. A época do MPC geralmente é a mesma das enchentes dos cursos de água;
- Geomorfologia, pela importância que o MPC de 3 meses exerce sobre a aceleração dos processos de erosão;
- Agricultura, a fim de permitir melhor utilização da água no ciclo vegetativo das principais culturas.

Adotando-se os meses de março, abril e maio como o trimestre de maior precipitação na área do DAS, para cálculo do MPC de 3 meses consecutivos, tem-se uma medida da concentração estacional do regime anual de chuvas. Localidades com semelhante concentração estacional (porcentuais de contribuição) deverão formar regiões de mesmo regime de precipitações. A Tabela 11 mostra os valores do MPC na área do projeto que variam de 36% a 40% do total anual de chuva.

Tabela 11 – Estações pluviométricas utilizadas nos estudos hidrológicos.

CÓDIGO	NOME DA ESTAÇÃO	PERÍODO	ENTIDADE	MAR	ABR	MAI	TOTAL ANUAL	MPC %
00358002	Balsa do Rio Urubu	1977-2004	ANA	325,7	277,1	244	2256,7	37,5
00259004	Rio Preto da Eva	1994-2004	ANA	305,6	328,6	280,9	2273,3	40
00360000	Manaus	1973-2004	INMET	289,7	299,7	239	2182,6	38
00260007	Presidente Figueiredo	1985-2003	ANA	266	359,2	314,9	2462,3	38
00259008	EMBRAPA (Km 29 da AM-10)	1971-2004	EMBRAPA	336,7	322,3	269,5	2577,6	36
00260010	CEPLAC	1986-2004	CEPLAC	272,1	324	322,4	2408,8	38
00259xyz	Viveiros	1983-2004	EMBRAPA	303,1	304,6	281,6	2326,5	38

#### 4. Fluviometria

Na região limítrofe do Distrito Agropecuário da Suframa encontra-se inserida apenas uma estação fluviométrica que registra o comportamento dos níveis de vazão desde 1994. Esse posto fluviométrico localiza-se na seção do rio Preto da Eva próximo a cidade de mesma denominação e tem área de drenagem de **945,6 Km<sup>2</sup>**. A série de vazões diárias desse posto foi obtida das observações do nível de água na régua, aplicadas à curva chave para conseqüente calibração da mesma. As observações vêm sendo realizadas desde 1994 até os dias atuais. Para o ajuste da curva-chave foram realizadas 37 medições de vazões, o registro da primeira medição é datado de 14 de fevereiro de 1994 e a última de 27 de maio de 2004, a tabela abaixo caracteriza a estação aqui relatada.

Tabela 12 - Posto fluviométrico na calha do rio Preto da Eva.

Código do Posto	Nome da Estação	Entidade	Curso D'água	Coordenadas		Período
				latitude	longitude	
15042000	Rio Preto da Eva	ANA	Rio P da Eva	02° 41' 56"	59° 42' 13"	1994-2004

Para representar o regime dos cursos d'água do rio Urubu e rio Cuieiras que estão inseridos na área do DAS, tomar-se-á como referência a estação fluviométrica Rio Preto da Eva que está instalada no rio de mesma denominação e serve de referência para correlacionar com as seções do rio Urubu e rio Cuieiras já que estas têm comportamento hidrológico relativamente similar a daquela. Para caracterizar a potencialidade hídrica da estação rio Preto da Eva será utilizado o histograma de vazões médias mensais de longo período da respectiva estação. A caracterização da potencialidade hídrica nas seções fluviais rio Urubu e rio Cuieiras será dada pelo histograma de vazões médias mensais obtidas pela transposição das vazões específicas - período 1994 a 2004 - utilizando o critério de proporcionalidade de área. Deve-se salientar que este critério deve ser aplicado quando as regiões apresentarem comportamento hidrológico relativamente correspondente.

A vazão média de longo período é a máxima vazão possível de ser regularizada em uma bacia para os diversos tipos de usos, ou seja, não se pode explorar mais, a fio d'água, do que a vazão média de longo período em determinada seção fluviométrica. As figuras 12 e 13 mostram a distribuição das vazões médias mensais de longo período para seção rio Preto da Eva, Urubu e Cuieiras. Observa-se pelo gráfico que o ano hidrológico nas seções em estudo corresponde ao período de janeiro a dezembro.

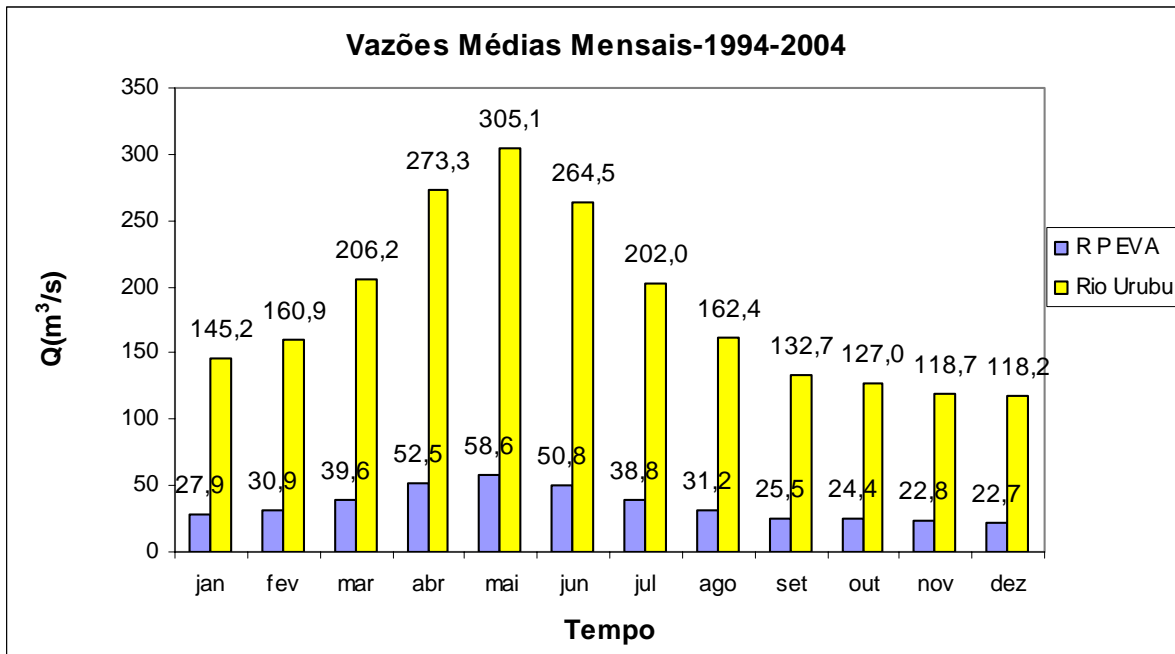


Figura 12 – Distribuição da vazão média mensal na estação Rio Preto da Eva (1994-2004) e Seção (Sítio Santo Antônio) do rio Urubu.

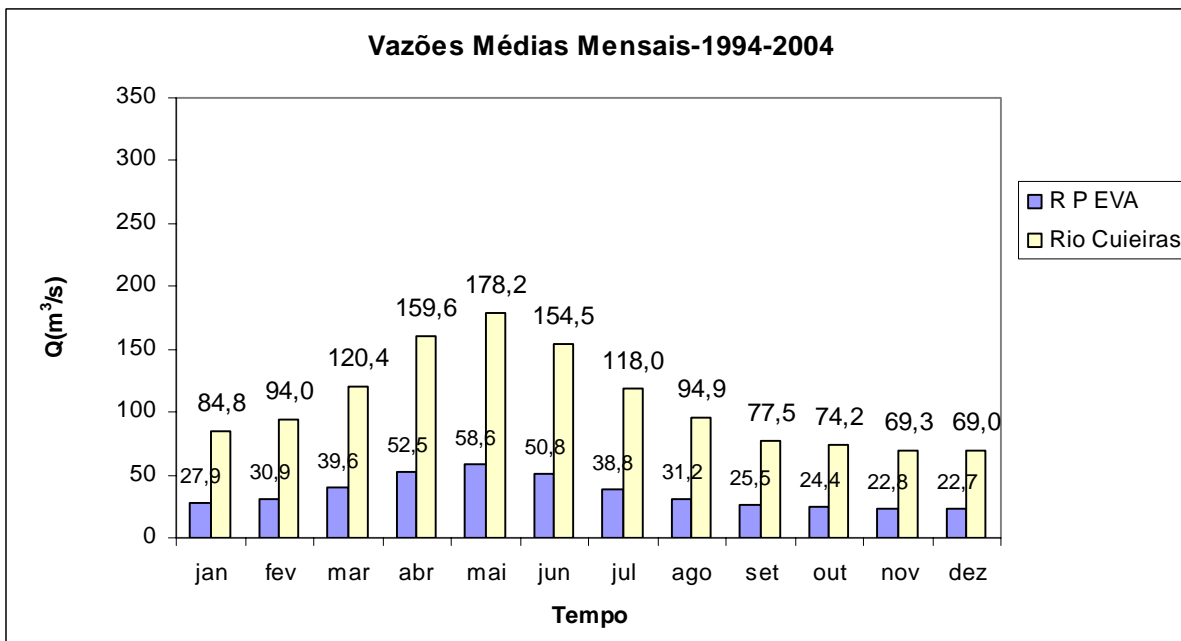


Figura 13 – Distribuição da vazão média mensal na estação Rio Preto da Eva (1994-2004) e Seção (Polícia Federal) do rio Cuieiras.

Verifica-se pelos gráficos das figuras 12 e 13 que o período de estiagem das regiões se dá de julho a dezembro, quando começa a contribuição superficial.

As vazões médias explicitadas nos gráficos das Figuras 12 e 13 estabelecem a potencialidade hídrica superficial da região em estudo, no entanto para se gerenciar de forma eficaz os recursos hídricos de determinada bacia hidrográfica é necessário que se exprima a disponibilidade hídrica existente na calha dos rios que compõem a rede de drenagem da bacia, esta disponibilidade está associada a uma vazão de referência que na maioria das vezes é



associada a vazões críticas ou mínimas que passam em determinada seção do rio. Como a região em estudo se trata de um distrito agropecuário onde os usos provavelmente se destinarão a agricultura, pecuária, abastecimento humano, lazer, etc, será abordado com maior ênfase o estudo de vazões críticas fazendo-se uma rápida abordagem gráfica das vazões máximas.

Os estudos de vazões mínimas se caracterizam pelos menores valores das séries anuais. Estas vazões estão associadas a um determinado tempo de permanência e uma das formas de manipulação das mesmas é a Curva de Permanência que será abordada mais adiante. As vazões mínimas são de fundamental importância para o gerenciamento dos recursos hídricos em bacias hidrográficas e em particular à região do ZEE do distrito agropecuário da SUFRAMA.

O gráfico abaixo mostra a distribuição dos valores mensais médios de longo período, relativos à vazões máximas, médias e mínimas da estação rio Preto da Eva.

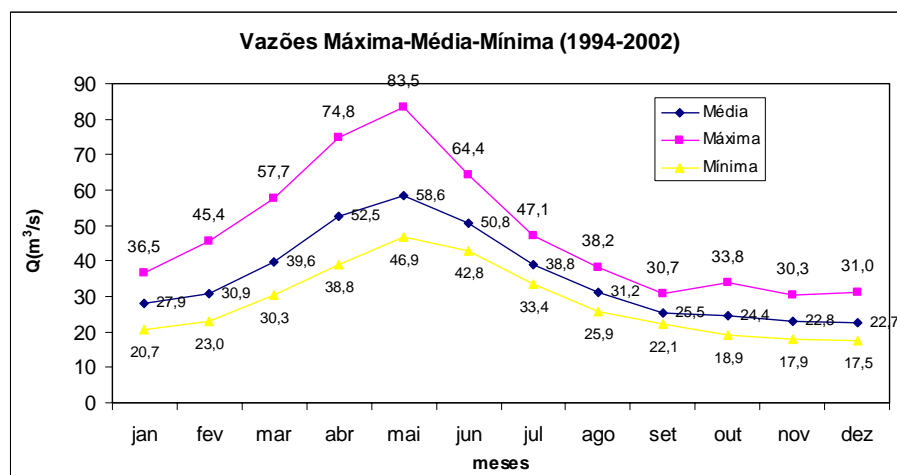


Figura 14 - Vazões máximas, médias e mínimas mensais de longo período em Rio Preto da Eva.

#### 4.1 Curva de permanência de vazões

A curva de permanência ou duração de vazões é determinada pela frequência de ocorrência das vazões em uma determinada seção do curso d'água. Ela informa sobre a parcela do tempo que uma determinada vazão é igualada ou superada durante o período de dados analisados. Essas vazões são utilizadas em projetos de hidrelétricas, de abastecimento, de navegação, de saneamento básico, em estudos de qualidade de água, em estudos para outorga de uso de recursos hídricos, etc.

##### 4.1.1 Curva de permanência de vazões a nível diário para estação rio Preto da Eva

Com o auxílio do programa HIDRO (Uma aplicação de banco de dados que permite a entrada de dados por parte das entidades que operam uma rede hidrometeorológica e o cálculo de funções hidrometeorológicas básicas) desenvolvido pela ANEEL, analisou-se a série histórica de vazões médias diárias da estação em estudo para construção da curva de permanência. Constatou-se que a referida estação constitui uma série de vazões médias diárias de 1994-2002 (dados consistidos pela CPRM). A figura abaixo mostra a curva de permanência da respectiva estação.

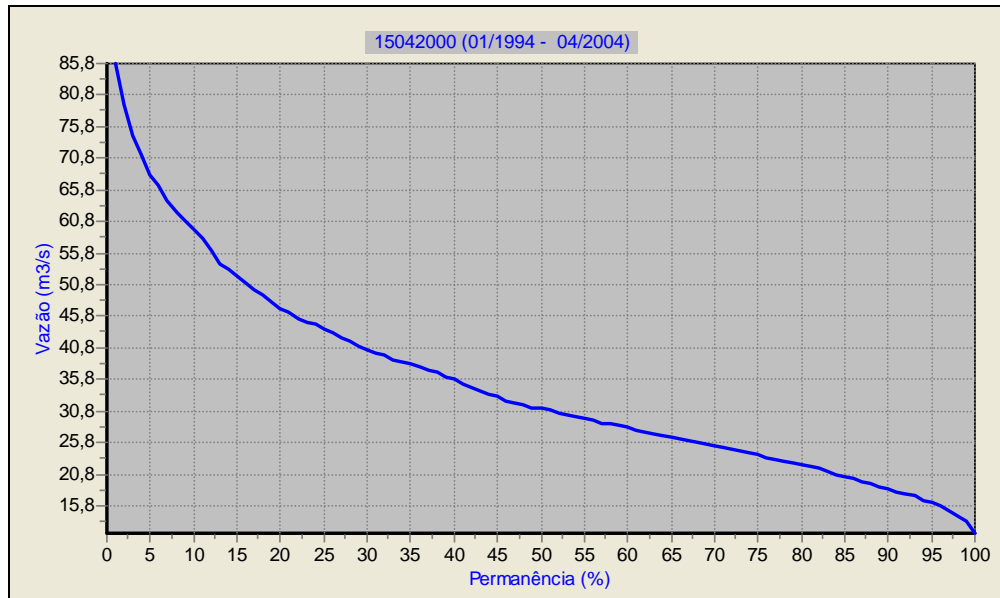


Figura 15 – Curva de Permanência para a Estação Rio Preto da Eva.

Observando a curva acima podemos ver que com 1% e 100% de garantia a curva estabelece respectivamente vazões de  $85,8 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $11,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , a mesma mostra também que o crescimento entre 78% e 1% se dá de forma exponencial onde as vazões variam entre  $23,2$  e  $85,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Observando ainda esta curva em maior detalhe, verifica-se que as vazões com níveis de garantia de ocorrências mais elevados são valores relativamente baixos. Esta curva responde aos questionamentos quanto a disponibilidade hídrica na seção fluviométrica rio Preto da Eva quando da captação a fio d'água. Por exemplo: os valores de vazões com 87%, 90% e 93% de permanência no leito do rio são da ordem de  $19,6$ ;  $18,5$  e  $17,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Estas são vazões que permanecem no leito do rio, (ela ou superior), em 87, 90 e 93% do tempo. No intervalo de permanência entre 87% e 90% há um decréscimo na vazão de  $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$  e de 90% para 93% a queda de vazão é da ordem de  $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , observa-se que o delta de variação é praticamente constante. Entre a permanência de 78% e aproximadamente 95% do tempo a curva se comporta de forma linear onde as vazões variam de  $23,2 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $16,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . A figura abaixo mostra este comportamento do trecho.

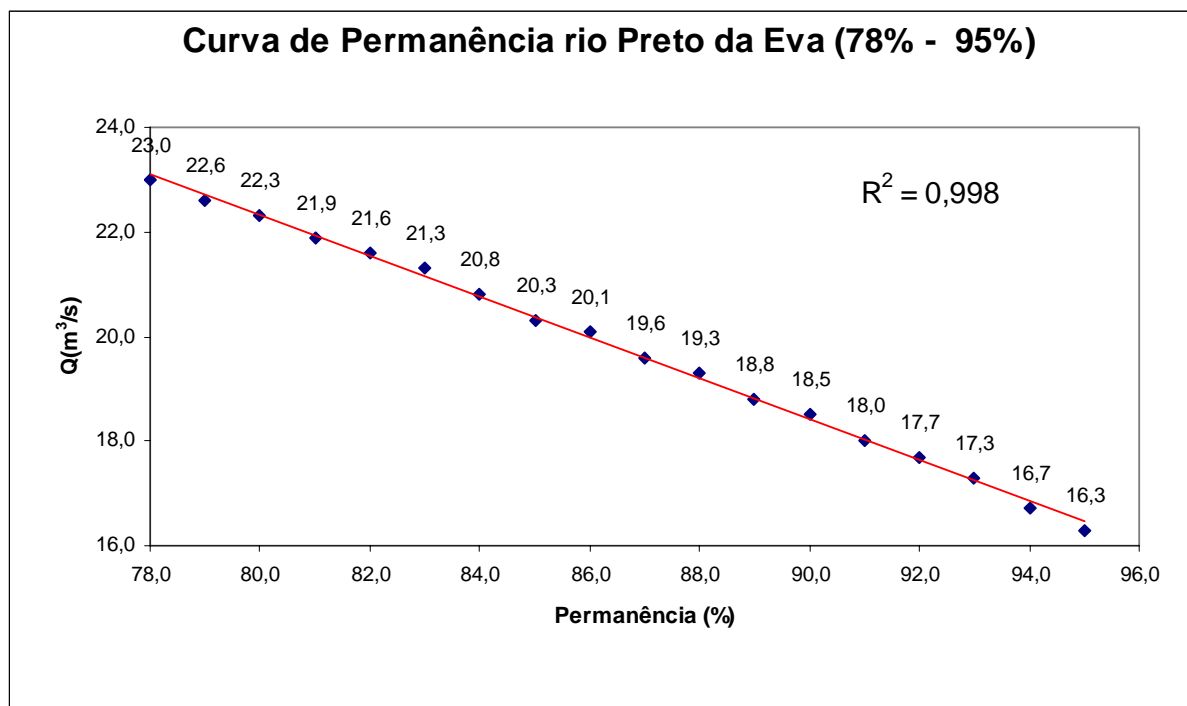


Figura 16 – Curva de Permanência para a Estação Rio Preto da Eva no intervalo de 78% e 95% .

Com o trecho da curva de permanência esboçada acima é possível estimar para o mesmo intervalo de permanência dados de vazões em outras seções fluviométricas que tenham comportamento hidrológico relativamente correspondente, através de metodologia específica que será exposta adiante. No caso deste estudo trataremos de estimar dados de vazões para a seções do rio Urubu e Cuieiras presumindo-se que as mesmas sejam dotadas de características hidrológicas e fisiográficas similares a região da estação Rio Preto da Eva.

#### 4.1.2 Metodologia para cálculo da permanência de vazões em seções fluviométricas com inexistência de dados.

Este método aplica-se em locais onde não há informações de vazão diária, o que expressa bem a realidade das seções fluviométricas a serem estudadas, este procedimento requer tratos acurados e checados em campo, que descreveremos a seguir:

- -Ida ao campo para fazer medições de vazão instantânea na seção fluviométrica de interesse;
- -Ida ao posto fluviométrico mais próximo ou mais representativo (um ou mais) e lê-se o nível da régua;
- -Verifica-se, na curva-chave, que vazão está passando pela seção fluviométrica;
- -Verifica-se que permanência no tempo têm a vazão do posto escolhido.

Aceitando que a flutuação dos níveis entre o posto fluviométrico e a seção fluviométrica em que se deseja saber a vazão com dada permanência são concordantes, faz-se uma correlação, entre posto e seção.

Salienta-se que são lidas as cotas linimétricas do posto correspondente no mesmo dia da medição de vazão na seção de análise. Em algumas campanhas, também são realizadas

medições de vazões em local próximo a instalação das réguas, para serem comparados com os valores a serem obtidos através da curva-chave.

Com o valor da vazão obtida no posto, é verificada a sua permanência no tempo. Sabe-se que este procedimento será tão mais eficiente quanto mais tempo sem chuvas antecedentes tenham havido na região, representando assim, períodos críticos, ou escoamentos de base do manancial.

O coeficiente de correção, obtido da curva de permanência do posto, é dado pela seguinte relação:

$$K = Q_{\text{medida - seção}} / Q_{\text{lida - posto}}$$

Em seguida o valor da  $Q_{\text{permanência, seção}}$  é obtida através da multiplicação do coeficiente “k” pela vazão medida na estação correlacionada.

$$Q_{\text{permanência seção}} = K * Q_{\text{permanência-posto}}$$

Desta forma tem-se duas situações: a) a vazão medida tem permanência inferior a  $Q_{\text{permanência, posto}}$ , neste caso o coeficiente de ajuste será maior que 1; b) vazão medida tem permanência superior a  $Q_{\text{permanência, posto}}$ , neste caso o coeficiente de ajuste será menor que

## 5. Medição de vazão instantânea nas seções Santo Antônio- (rio Urubu) e Polícia Federal-(rio Cuieiras)

A medição de vazão no rio Urubu e rio Cuieiras foi realizada com objetivo de aplicar a metodologia explicitada anteriormente no intuito de construir a curva de permanência das respectivas seções. A Figura 17 apresenta a rede de drenagem com a localização das respectivas seções e a localização da estação rio Preto da Eva e a Tabela 13 caracteriza as seções de medição.

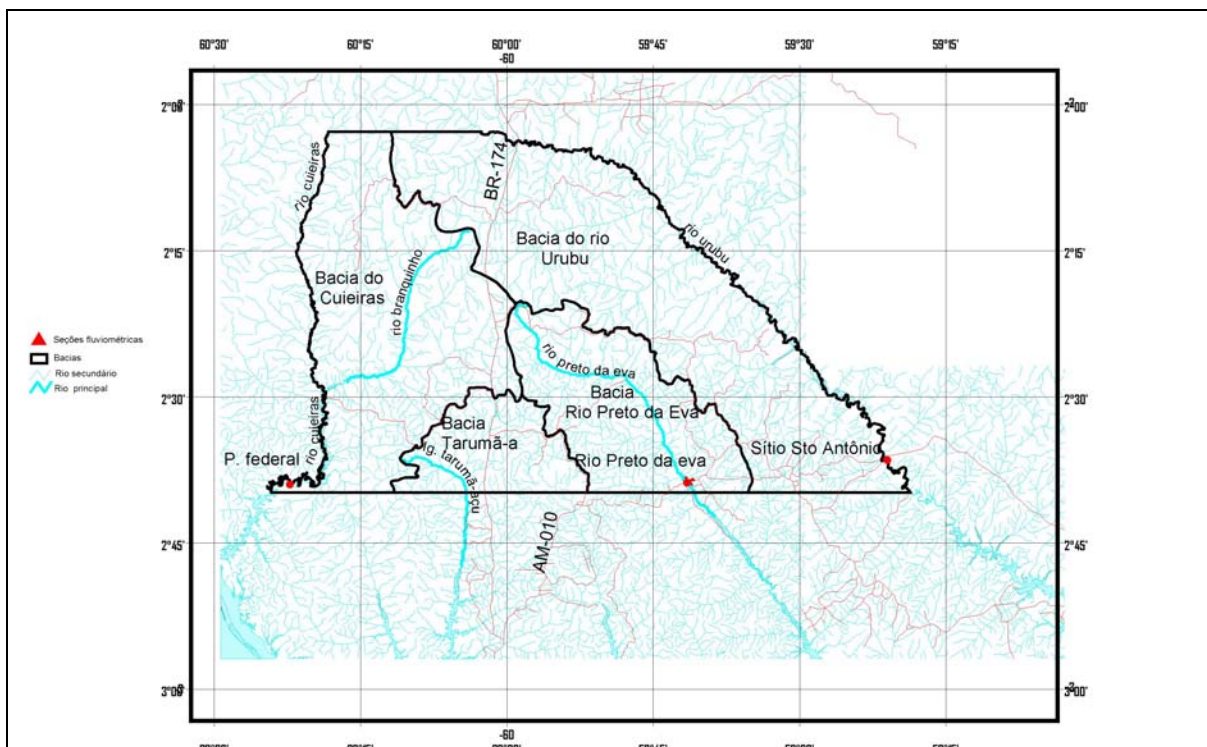


Figura 17 - Rede de Drenagem e Seções Fluviométricas.

Tabela 13 - Características da seção de medição.

Local	Rio	Latitude	Longitude	Área Drenagem(Km <sup>2</sup> )
Sítio S.Antônio	Urubu	-2° 41' 52,8''	-59° 42' 00''	4.922,6
Polícia Federal	Cuieiras	-2° 42' 9,8''	-60 23' 03''	2.875,3

Foi utilizado para medição de vazão no rio Urubu, o método de descarga líquida convencional com molinete hidrométrico. O método consiste em determinar a área da seção transversal e a velocidade média do fluxo que passa pela seção. A área é determinada por meio da medição da largura do rio e da profundidade em um número significativo de pontos ao longo da seção, chamados de verticais, nas quais, também é realizada a medição da velocidade com molinete em um número significativo de pontos a diferentes profundidades, que irão originar a velocidade média na vertical. A vazão é obtida pelo produto da velocidade média e a área da seção transversal.

Para a seção no rio Urubu foi realizada a medição da velocidade com molinete hidrométrico pelo método dos dois pontos. Este método consiste em determinar a velocidade com as posições na vertical de 20 e 80% (maior que 60 cm) da profundidade e através da fórmula  $v_m = (v_{0,2} + v_{0,8})/2$  obteve-se a velocidade média na respectiva vertical. Para o cálculo da vazão utilizou-se o processo numérico da meia-seção, bastante utilizado entre os profissionais de hidrometria, que consiste em determinar vazões parciais multiplicando-se a velocidade média na vertical pelo produto da profundidade média na vertical pela soma das semi distâncias às verticais adjacentes. Por se tratar de uma seção com largura de 80 m (menor que 300 m) e profundidade de 2,08 m ( maior que 1 m) fez-se a medição utilizando barco de alumínio ( 4,5m de comprimento e 1,78 de boca) preso a um cabo de aço graduado esticado de margem a margem, contador de pulsos e molinete hidrométrico de eixo horizontal - marca A.OTT, nº 18534, nº hélice 1-21371- suspenso por um cabo de aço fixado a um guincho hidrométrico, altura do lastro 20 cm , peso do lastro 15 Kg.

A Tabela 14 apresenta o resumo de medição de vazão feita na seção em estudo.

Tabela 14. Resumo de medição de vazão instantânea.

N	Local	Rio	Vazão Total [m <sup>3</sup> /s]	Área Total [m <sup>2</sup> ]	Largura [m]	Velocidade Média [m/s]	Profundidade [m]
1	Sítio Santo Antônio	Rio Urubu	102,84	166,67	80,3	0,617	2,08

Para a seção do rio Cuieiras a medição de vazão foi feita através de ADCP (Acoustic Doppler Current Profile), bastante aplicado em rios de médio e grande porte.

O ADCP basicamente é um instrumento que mede as três componentes da velocidade de um escoamento em relação a si próprio, bem como sua velocidade (vetor) em relação ao fundo do canal, enquanto atravessa um rio ou canal a bordo de uma embarcação. Devido ao efeito Doppler a energia acústica emitida e refletida de volta pelas partículas em suspensão na água e pelo fundo sofre uma variação de frequência proporcional à velocidade relativa. A Tabela 15 apresenta o resumo de medição de vazão feita na seção em estudo e a figura 18 mostra esquematicamente uma medição com ADCP.

Tabela 15. Resumo de medição de vazão instantânea.

N	Local	Rio	Vazão Total [m <sup>3</sup> /s]	Área Total [m <sup>2</sup> ]	Largura [m]	Velocidade Média [m/s]	Profundidade [m]
1	Polícia Federal	Rio Cuieiras	100,9	1730	335,6	0,267	4,79

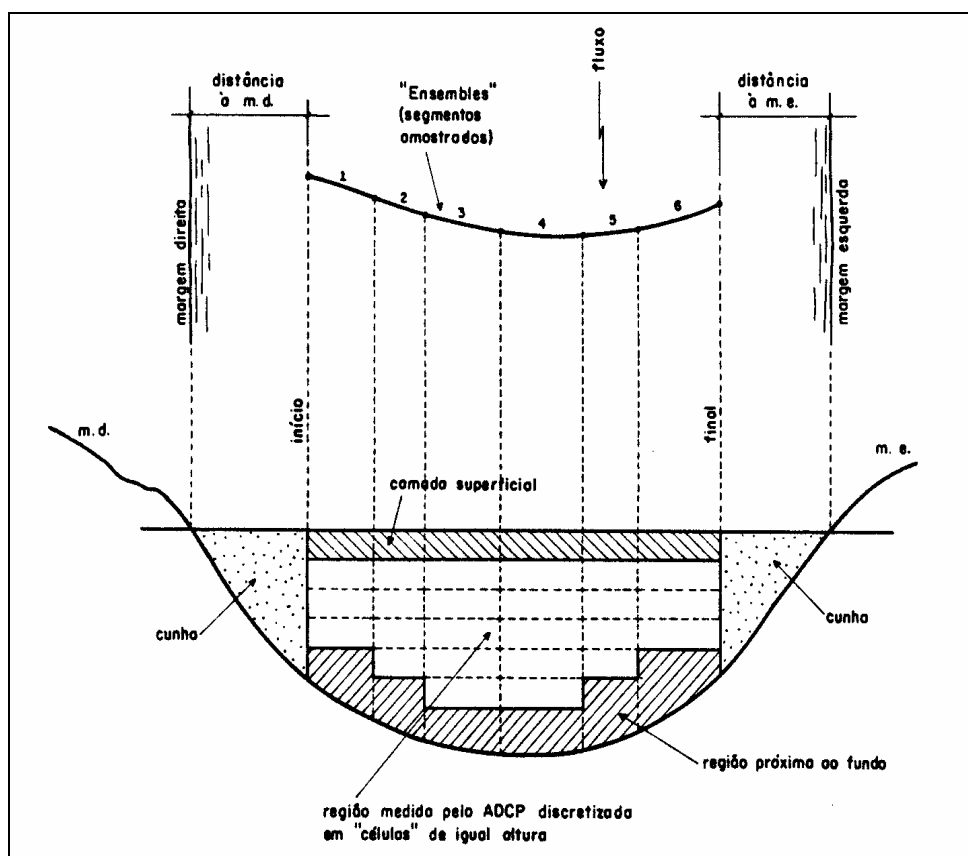


Figura 18 - Elementos da Medição de Vazão com ADCP.

### 5.1 Permanência de vazões nas seções do rio Urubu e rio Cuieiras

Os dados necessários para utilização da metodologia explicitada anteriormente onde faz-se necessário a utilização da fórmula:

$Q_{\text{permanência seção}} = K * Q_{\text{permanência-posto}}$  onde  $K = Q_{\text{medida - seção}} / Q_{\text{lida -posto}}$  para obtenção das vazões de permanência nas seções do rio Urubu e Cuieiras, são:

**Vazão instantânea medida na seção do rio Urubu em 27/10/2004 : 102,84 m<sup>3</sup>/s**

**Cota lida na estação Rio Preto da Eva em 27/10/04: 471 cm**

**Vazão correspondente a cota lida na curva-chave : 19,15 m<sup>3</sup>/s**

**Vazão instantânea medida na seção do rio Cuieiras em 01/02/2005: 100,9 m<sup>3</sup>/s**

**Cota lida na estação Rio Preto da Eva em 01/02/05: 476 cm**

**Vazão correspondente a cota lida na curva-chave : 20 m<sup>3</sup>/s**



As Figuras 19 e 20 mostram as vazões de permanência nas seções dos rios Urubu e Cuieiras no intervalo entre 78% e 95%.

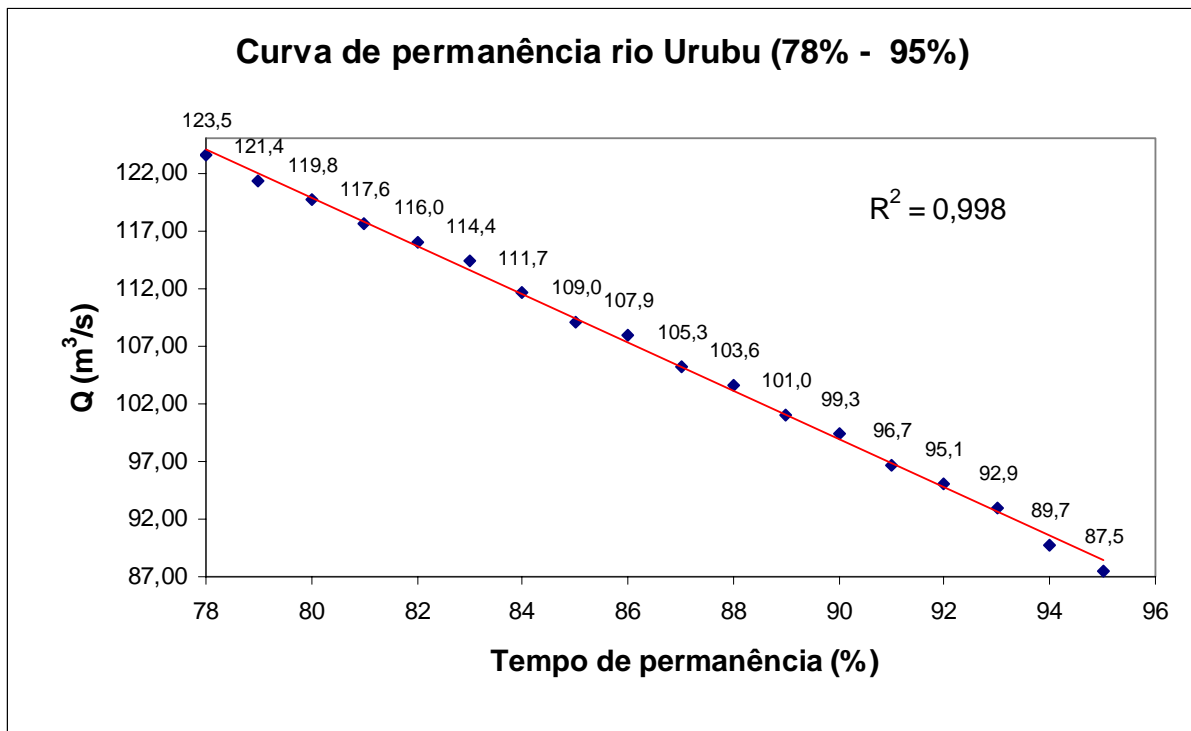


Figura 19 – Curva de Permanência para a seção do rio Urubu no intervalo entre 78% e 95%.

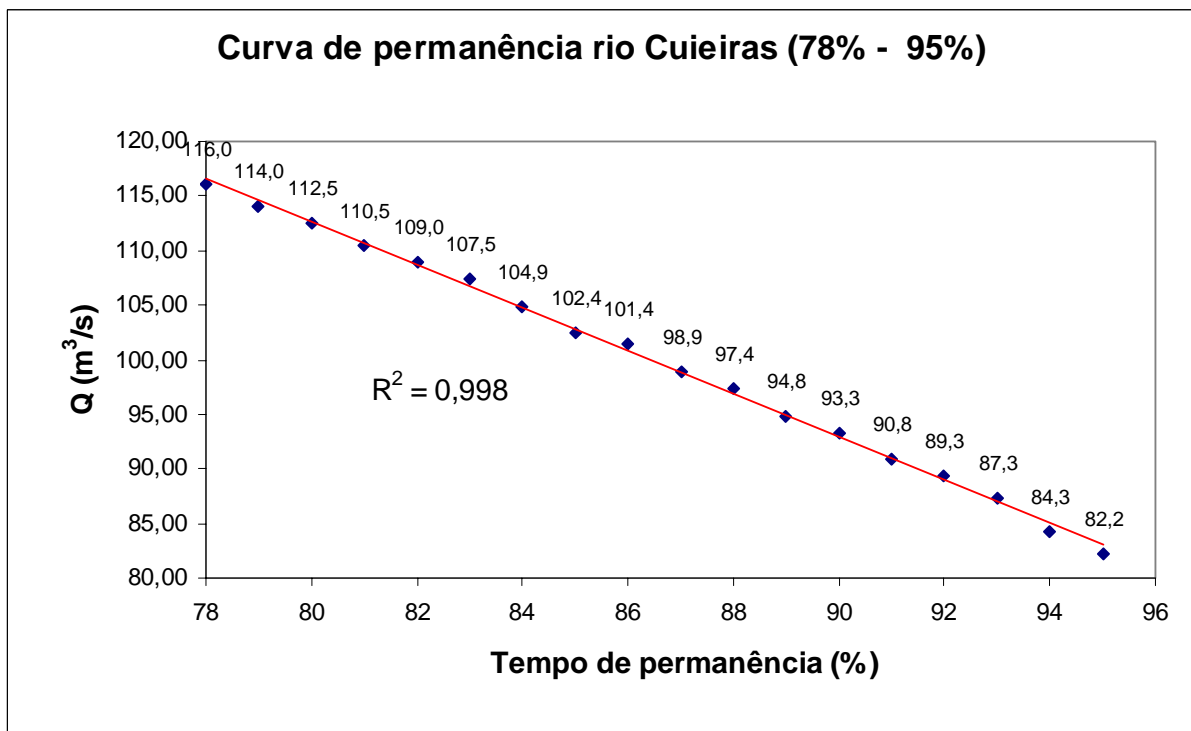


Figura 20 – Curva de Permanência para a seção do rio Cuieiras no intervalo entre 78% e 95%.

Observa-se pelos gráficos das figuras 19 e 20 que as permanências das vazões medidas nas seções dos rios Urubu e Cuieiras são similares as permanências das vazões lidas no posto rio Preto da Eva: **88,3%** e **86,2%** respectivamente, isto retrata a relação de correspondência existente entre as seções e a estação rio Preto da Eva. Deve-se salientar que quanto mais medições de vazões forem realizadas no período de estiagem, nas seções em estudo, mais consistentes serão os resultados obtidos.

## 6. Taxa de escoamento superficial

O balanço hidrológico foi efetuado considerando a pluviometria e a lâmina escoada na estação Rio Preto da Eva, seção Sítio Santo Antônio no rio Urubu e seção Policia Federal no rio Cuieiras. Neste caso foi determinado o coeficiente de escoamento superficial. A Tabela 16 mostra o rendimento das bacias do rio Urubu e rio Cuieiras.

Tabela 16 – Coeficiente de Escoamento Superficial.

<b>Código</b>	<b>Local</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>P Pluviometria Média Anual (mm)</b>	<b>L Lâmina Escoada (mm)</b>	<b>C Coeficiente de Escoamento</b>
15042000	Estação Rio Preto da Eva	945,6	2360	1183,9	0,50
-	Sítio Santo Antônio (rio URUBU)	4.922,5	2360	1183,3	0,50
-	Polícia Federal ( rio Cuieiras)	2.875,3	2360	1183,4	0,50

Onde: C = L/P

O coeficiente de escoamento mostra a capacidade da bacia de produzir escoamento superficial relativamente à sua pluviosidade. Pelos coeficientes obtidos, tem-se que as duas bacias, Rio Preto da Eva e rio Urubu, apresentam ótimo desempenho no rendimento do escoamento superficial, 50% do que precipita sobre estas bacias se transforma em escoamento superficial.

## 7. Caracterização climática

A maneira como a Floresta Amazônica influencia o clima global ainda é tema de discussão entre os pesquisadores, devido a grande dificuldade e complexidade de se avaliar os parâmetros relevantes. Entretanto no que diz respeito ao clima regional sabe-se que a Floresta Amazônica influi principalmente através da emissão ou retenção de gases e da evapotranspiração - isto é, transpiração das plantas e evaporação da água retida nas plantas e solo, estima-se que a evapotranspiração na Amazônia seja responsável por cerca de 50% das chuvas que a floresta recebe. O restante é originário de águas trazidas do Oceano Atlântico através dos ventos, como parte do ciclo hidrológico da região, para se ter uma idéia comparativa, este valor é cinco vezes maior que a contribuição da evapotranspiração das florestas em latitudes temperadas.

O clima da região é uma combinação de vários fatores, sendo que o mais importante é a disponibilidade de energia solar, em média, da ordem de  $15\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ . Sendo que os

maiores totais de radiação que chegam na superfície ocorrem nos meses de Setembro / Outubro, e que os mínimos estão nos meses de Dezembro a Fevereiro. Esta distribuição é controlada pela nebulosidade advinda da migração SE / NW da convecção amazônica (Horel et all., 1989). Devido aos altos valores de energia que incidem na superfície, o comportamento da temperatura do ar mostra uma pequena variação ao longo do ano, com amplitude térmica sazonal da ordem de 1°C, sendo que os valores médios situam-se próximos aos 26°C. A temperatura máxima mensal média de 32,9°C em setembro e a mínima temperatura de 21,5°C em julho e agosto. A energia que atinge a superfície terrestre é devolvida para a atmosfera na forma de calor sensível (aquecimento) e calor latente (evapotranspiração). Desta forma, o balanço de energia e umidade interagem, sendo que o saldo de radiação é fracionado em termos de calor sensível e /ou latente, dependendo das condições ambientais e de água no solo. A região possui uma precipitação média anual de aproximadamente 2300mm. O máximo da chuva, pode estar associado com a penetração de sistemas frontais da região sul, interagindo e organizando a convecção local, já o período de estiagem (sem grande atividade convectiva) na região Amazônica, principalmente na parte central, está relacionado ao domínio do ramo descendente da Célula de Hadley, induzindo um período de seca bem característico.

## 7.1 Mudanças climáticas

De acordo com Ribeiro (2002), desde a década de 1990 não restam muitas dúvidas sobre o aumento da temperatura do planeta, o Painel Internacional de Mudanças Climáticas estabelecido a partir de uma solicitação da Assembleia Geral das Nações Unidas – ONU, que contou com cerca de 300 cientistas de 20 países apresentou trabalhos confirmando uma variação positiva da temperatura entre 0,3 e 0,6 por década, e ainda mostrou que o aquecimento foi mais intenso nos períodos entre 1920 e 1940 e de 1975 até 1990. Pesquisas recentes do IPCC apontam como principais consequências do agravamento do efeito-estufa o derretimento das calotas polares e alteração no regime de chuvas. Países de baixa e média renda terão maiores problemas que os de renda alta, pois estarão mais sujeitos a alagamentos em áreas urbanas que receberão intensas chuvas e, pior, áreas atualmente empregadas para a agricultura ficarão sujeitas a longos períodos de estiagem, acarretando para estes países graves consequências sociais, podendo até mesmo gerar distúrbios internos, com a migração para áreas mais úmidas e o abandono das terras atualmente utilizadas.

Enquanto muitos pesquisadores afirmam estarmos diante de um longo ciclo da variação da temperatura do planeta, sendo o aquecimento inevitável e gerado apenas por processos naturais, outros garantem que apesar de haver um aquecimento em um ciclo longo, ele nunca teve a intensidade verificada nas últimas décadas, indicando que a participação humana lançando os gases-estufa pode ter agravado a situação, por fim, existem os que indicam a civilização do combustível fóssil como culpada. Para este grupo de pesquisadores a Revolução Industrial foi um marco fundamental na história da humanidade, com o consumo, no primeiro instante do carvão mineral e depois petróleo em larga escala a ponto de afetar a dinâmica do clima do planeta. Muito embora este debate esteja longe de possuir uma posição vencedora, é cada vez maior a lista dos adeptos de que a participação humana é relevante. Por isso o princípio da precaução fica sugerido e aplicado na Convenção sobre Mudanças Climáticas. Mesmo os que acreditam que o aquecimento global tem causas apenas naturais, concordam que é preciso evitar o aumento de gases que intensificam o efeito-estufa na atmosfera, o que pode evitar a aceleração da elevação da temperatura.

As mudanças verificadas no clima atual decorrem de emissões do passado. A Revolução Industrial, é apontada freqüentemente como o momento de ruptura, um marco na necessária periodização da emissão de gases-estufa resultantes da ação humana. Pesquisadores

costumam indicar que apenas 5% de redução não são suficientes para barrar o processo de aquecimento do planeta. Eles sempre lembram que as emissões de hoje repercutirão na Terra daqui a cerca de 100 anos.

Independentemente do assunto todos nós procuramos manter um comportamento ético. As questões que envolvem as nações no panorama de mudanças climáticas observam os mesmos princípios. Leis, convenções, tratados e acordos buscam estabelecer normas para as relações que envolvem mudanças climáticas e as sociedades, quer seja no cenário mundial ou interno de cada nação. Ao que parece, as políticas relacionadas com o tema, ora em discussão no cenário mundial, mais refletem uma forte disputa de interesses entre grupos competidores, cada um buscando a política mais favorável aos seus interesses, do que propriamente buscando a atender os problemas já detectados e que preocupam o futuro da humanidade. Uma política adequada sobre clima, o ambiente e as sociedades deverá, necessariamente, ser baseada em alguns fortes princípios éticos, começando pela questão da equidade entre gerações, isso é fundamental, pois os impactos do aquecimento global serão observados no futuro, porém são dependentes do passado e do presente. Por isso mesmo, não se pode agir no presente como se tudo fosse ilimitado e sem maiores conseqüências, também não se pode fazer de conta que não existirão “vencedores” e “perdedores” nos diversos cenários futuros de mudanças climáticas globais e embora tanto nações ricas como pobres sejam afetadas, muitas das hoje consideradas pobres ou em desenvolvimento poderão engrossar as fileiras dos novos miseráveis. Nesse sentido, carece uma rigorosa avaliação do clima regional, suas potencialidades e impactos, para fins de exploração com justiça.

Alguns princípios são indiscutíveis. É o caso típico do “quem polui paga”. Não se pode colocar na conta de todo mundo o modo de vida nababesco e o consumo exagerado de alguns, que não querem assumir qualquer compromisso de preocupação com as questões climáticas futuras, o princípio da responsabilidade comum porém diferenciada foi adotado pelos representantes brasileiros na negociação sobre mudanças climáticas. Ele está baseado na história de cada país, relacionando o desenvolvimento econômico com o uso de combustível fóssil no passado, seja para promover a Revolução Industrial, seja para mover motores a explosão, usados em transporte, o para a geração de energia elétrica. Cabe uma diferenciação geográfica e histórica importante nessa perspectiva. Países industrializados depois da Segunda Guerra Mundial, entre eles o Brasil, possuem uma responsabilidade menor que os países da primeira Revolução Industrial já que emitiram muito menos gases-estufa que os demais industrializados. A estes, porém, certamente caberá alguma restrição de emissão nos próximos anos. Isso decorre tanto do avanço da industrialização em seus territórios, que em geral alojam etapas da produção internacionalizada mais poluentes e mais intensivas em consumo energético.

Devido as grandes dificuldades inerentes em se determinar quanto de CO<sub>2</sub> é liberado na atmosfera pela queima da sua biomassa, quantificar a contribuição das queimadas na Amazônia para o efeito estufa ainda causa controvérsias, (Nobre,1992) estima uma quantidade máxima de carbono liberada entre 0,24 e 0,42 TgC/ano (teragramas, ou milhões de toneladas, de carbono por ano). Como a quantidade anual de carbono emitida pelo desmatamento nas florestas tropicais de todo o mundo está ao redor de 2TgC/ano (Houghton et al., 1991), a Amazônia contribui com 12% a 21% dessa quantidade. Porém, apesar de haver consenso em que a emissão de gás carbônico aumenta o efeito estufa, não existem dados conclusivos sobre que aumento de temperatura tal emissão provocaria, nem qual a porcentagem dessas emissões em relação à emissão total mundial de carbono (originária em grande parte de atividades industriais e artefatos tecnológicos como automóveis).

O Brasil ainda possui reservas florestais significativas, fazendo com que sua contribuição na emissão de gases-estufa resultante da queima de biomassa seja motivo de grandes discussões, embora já possuamos estatuto jurídico que busca coibir o abuso neste

campo, a maior dificuldade está em controlar o desmatamento, muitas vezes promovido até mesmo por ações de governos, como ocorreu no últimos anos, por meio de assentamentos de famílias em áreas da Amazônia brasileira com fins de reforma agrária., tanto pior, quando os camponeses são abandonados à própria sorte, sem contar com apoio técnico e financeiro capaz de permitir sua estabilidade na terra, obrigando-os a abandoná-la e a desmatarem novas áreas ou a retornarem para as cidades engrossando as fileiras da população que vive em condições precárias. Apesar disso, sistemas de monitoramento estão sendo instalados, o que indica uma reação dos governos e a intenção de manter sob seu controle a ação sobre vastas áreas protegidas e ainda naturais, como é o caso da Amazônia, grande parte deste esforço é devido ao fato do desmatamento das florestas ser foco da atenção do mundo todo e um dos agentes responsáveis pelas grandes mudanças da paisagem da região, resultado principal das políticas públicas, principalmente no Brasil, que visam a expansão das fronteiras agrícolas e o assentamento de famílias oriundas da migração interna.

Estudos mostram que as atividades agropecuária e madeireira, realizadas principalmente nos últimos trinta anos, são responsáveis por grande parte dos desmatamentos ocorridos nessas florestas, Já foram devastados cerca de 14% da floresta amazônica brasileira (550 mil quilômetros quadrados), desse total, 36% foram abandonados pelos exploradores assim que os principais recursos naturais se esgotaram, migrando para devastar novas áreas, restado uma capoeira que é muito mais difícil de ser preparada para o plantio do que a mata primária. As queimadas fazem parte do processo de transformação das florestas em roças e pastagens. O fogo é o instrumento utilizado pelos fazendeiros para limpar o terreno e prepará-lo para a atividade agropecuária ou para controlar o desenvolvimento de plantas invasoras. Frequentemente, elas são realizadas no final da estação seca, quando a vegetação está mais vulnerável ao fogo, apesar de barato, esse processo traz inúmeros impactos ambientais, principalmente quando foge de controle, atingindo áreas que não se desejava queimar. Num primeiro momento, as queimadas podem funcionar como fertilizantes do solo, uma vez que as cinzas produzidas são convertidas em nutrientes vegetais pelos microorganismos da terra. No entanto, a queima sucessiva de uma mesma região pode matar esses mesmos microorganismos, tornando o solo cada vez mais empobrecido e impróprio para a agricultura. Esse procedimento traz ainda conseqüências no clima e no ciclo das águas, devido a alteração do albedo superficial, os pastos e as lavouras absorvem menos energia solar do que a vegetação original e podendo contribuir para uma redução de chuvas e um aumento na temperatura da região.

No setor agrícola, entretanto, reside uma formidável ferramenta a serviço do desenvolvimento regional sustentável. Utilizando-se de dados do Senso Agropecuário 1995/96, do IBGE, Bittencourt & Sabbato (2000) produziram um detalhado relatório mostrando que o Brasil possui 4.859.864 estabelecimentos rurais, dos quais 4.139.369 (85,2%) são familiares<sup>1</sup>. Apesar destes ocuparem uma área de 107.768.000 ha (30,5%) de um total de 353.611.000 ha e terem recebido apenas R\$ 937.828.000,00 (25,3%) dos recursos de Financiamento Total (FT), apresentaram um Valor Bruto de Produção<sup>2</sup> (VBP) de R\$18.117.725,00, representando 37,8% do VBP total do setor agrícola. Na relação financiamento/produção (FT/VBP), o rendimento obtido pela agricultura familiar alcançou índice de 5,2%, enquanto o total do setor agrícola foi de 7,7%. Quanto menor for o índice,

---

<sup>1</sup> i) a direção dos trabalhos do estabelecimento era exercida pelo produtor;  
ii) o trabalho familiar era superior ao trabalho contratado.

<sup>2</sup> Valor Bruto – ajustado – da Produção (VBP\*) do estabelecimento, calculado pela soma de: a) valor da produção vendida de milho; b) valor da produção vendida dos principais produtos utilizados na indústria rural; c) valor da produção colhida/obtida dos demais produtos animais e vegetais;

isso representa maior produção com menos recursos de financiamento e, por conseguinte, melhor aproveitamento do crédito.

Na região Norte foi registrada a existência de 380.895 estabelecimentos familiares (ou 85,4% dos estabelecimentos agrícolas regionais), ocupando uma área de 21.860.960 ha (37,5% da área agrícola total). O índice de rendimento obtido foi de 3,7%, considerado bastante satisfatório embora deva-se levar em conta aí uma forte contribuição do extrativismo, que dispensa boa parcela da necessidade de investimentos. Por fim, deve-se destacar que a agricultura familiar além de ser a principal geradora de postos de trabalho no meio rural tem sua produção voltada principalmente para o mercado interno, o que fortalece sua importância no quadro da economia regional.

Sistemas de certificação ambiental, com todas as críticas e limitações que trazem em si, referenciam práticas de menor impacto ambiental entre grupos empresariais. Comunidades locais como seringueiros e povos indígenas, além de grupos empresariais sérios, recebem certificação por um manejo sustentável dos recursos florestais, indicando que sua estratégia é mais eficiente no longo prazo que a simples retirada exaustiva dos recursos, como ainda se pratica em diversos ambientes naturais.

Outros princípios éticos devem amparar-se na reparação das desigualdades. Do contrário, ela pode reforçar a idéia do confronto, da beligerância e da luta por recursos vitais e escassos no planeta, como a água doce. Daí conclui-se a necessidade em se discutir a segurança ambiental internacional.

## 7.2 Variabilidade climática

Os primeiros modelos de previsão de mudanças climáticas possuíam menor número de variáveis descritoras do ambiente e trabalhavam com hipóteses mais simples como, por exemplo, a completa alteração da superfície coberta pela floresta tropical por ambientes de pastagens degradadas. Os resultados, obviamente, apontavam para alterações climáticas bastante radicais num breve período de tempo. Mais recentemente, entretanto, diversos projetos de pesquisas na Amazônia (ABRACOS, ECOCARBON, LBA, entre outros) trouxeram grandes contribuições divulgando inúmeras pesquisas realizadas que evidenciaram a importância de inserir-se nos códigos desses modelos uma física mais realista dos processos de troca de massa (água e gases) e energia nesse ambiente, além de induzir a implementação de uma maior rede de coleta das informações, que permitiu uma melhor espacialização da problemática proposta.

Hoje em dia, as simulações computacionais de clima global sugerem que o mesmo deverá alterar-se significativamente no decorrer deste século devido às emissões de gases de efeito estufa (GEE). Contrariamente a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre mudanças climáticas (Rio de Janeiro 1992), que previa a estabilização e até mesmo a redução das emissões dos GEE, foi observado um aumento destas emissões, tanto nos países desenvolvidos quanto nos em desenvolvimento. Os efeitos mais esperados são o aquecimento de até 6°C na temperatura do ar sobre a Amazônia, e conseqüências imprevisíveis na precipitação. Por outro lado, os desmatamentos na Amazônia podem causar mudanças climáticas regionais com aumento da temperatura e redução da precipitação. Caso se estabeleça algum tipo de sinergia entre as mudanças climáticas global e regional poderemos ter uma redução da biodiversidade das florestas tropicais devido ao aumento de vulnerabilidade.

Se a expectativa de aumento de temperatura esta fortemente evidenciada com as simulações computacionais da evolução do clima global, o mesmo não ocorre com relação à precipitação devido a sua variabilidade interanual e interdecadal. A variabilidade interanual



esta fortemente relacionada com as variações das interações dos oceanos tropicais com a atmosfera, alterando os padrões de circulação da atmosfera e conseqüentemente o regime de precipitação. Como exemplo destas interações temos os fenômenos de aquecimento (El Niño) e resfriamento (La Niña) das águas do Oceano Pacífico Equatorial.

Assim sendo torna-se imprescindível saber se tais interações influenciam a precipitação da área em estudo e de que forma, para tanto foi tomada a série de pluviometria do INMET em conjunto com as séries de temperatura da superfície do mar (TSM) nas diversas regiões de observação sobre os oceanos, a saber:

- Niño 1+2 (0°-10°Sul) (90°-80°Oeste)
- Niño 3 (5°Norte-5°Sul) (150°-90° Oeste)
- Niño 4 (5°Norte-5°Sul) (160°Leste-150° Oeste)
- Niño 3.4 (5°Norte-5°Sul) (170°-120° Oeste)
- Atlântico Norte (5°-20°Norte) (60°-30° Oeste)
- Atlântico Sul (0°-20°Sul) (30°Oeste-10°Leste)
- Trópico Global (10°Sul-10°Norte) (0°-360°)

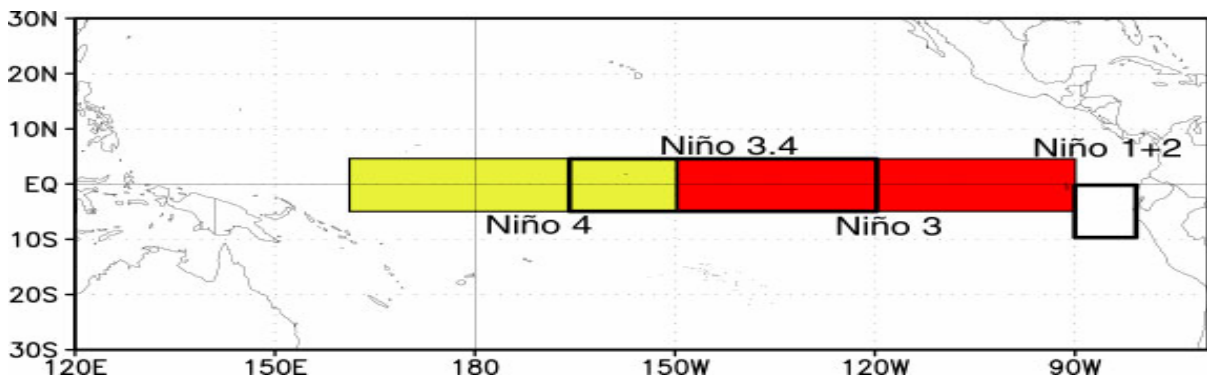


Figura 21 – Áreas de Observação de TSM na região do Oceano Pacífico.

A estas séries de precipitação e TSM aplicou-se a técnica dos Percentis, já descrita anteriormente. Após este procedimento, encontramos na série de precipitação categorizada, os períodos que apresentavam no mínimo três meses consecutivos ou quatro alternados de anomalias, quer positivos (azul) ou negativos (amarelo). Conforme Tabela 17.

Em uma primeira análise podemos observar que as anomalias de precipitação ocorrem com maior freqüência na época característica do regime, ou seja no período chuvoso é mais comum ocorrer excesso de precipitação do que déficit, prolongando ou antecipando a estação chuvosa, e no período de estiagem o contrario, as anomalias negativas serão mais freqüentes, podendo também antecipar ou prolongar o período seco. Assim são mais comuns as anomalias positivas de precipitação (período mais chuvosos que os normais) ocorrerem de novembro a junho e as anomalias negativas (períodos menos chuvosos que o normal) são mais freqüentes entre abril e novembro. Com estas características, definir e prognosticar estes eventos é muito importante pois os mesmos acentuam as condições predominantes na região, ou seja, um evento de anomalia negativa de precipitação, vai diminuir ainda mais a água disponível no solo justamente na época em que ela estiver mais indisponível, por outro lado, a anomalia positiva de precipitação vai elevar o nível do lençol freático, aumentar a umidade relativa do ar e o período de molhamento das folhas, tornando o ambiente ainda mais propício ao aparecimento de pragas e doenças relacionadas a estes fatores.





Tabela 18 – Anomalias de TSM região do Niño 1+2.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1973	3	2	0	-1	0	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	
1974	-3	-2	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	-3	
1975	-2	-2	0	1	-1	-2	-1	0	-3	-3	-3	-3	
1976	-1	0	0	1	2	2	3	3	2	1	1	3	
1977	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1978	0	1	-1	0	0	0	0	-1	0	0	1	1	
1979	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1	
1980	1	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	
1981	-2	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1982	0	0	-2	-2	0	1	2	2	3	3	3	3	
1983	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	0	1	
1984	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	
1985	-2	-3	-1	-2	-3	-1	-2	-3	-2	-2	-2	0	
1986	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
1987	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	
1988	0	0	0	0	0	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-2	
1989	0	2	2	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	
1990	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	
1991	-1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	2	
1992	2	3	3	3	3	2	1	0	0	0	0	0	
1993	0	2	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0	
1994	0	0	-2	-2	-1	0	0	-2	0	1	3	3	
1995	3	2	0	-2	-2	0	0	-1	0	0	0	-1	
1996	-1	0	0	-3	-3	-2	-3	-2	-2	-2	-3	-2	
1997	-2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1998	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	0	0	
1999	-1	0	1	-2	0	-1	-2	-2	-3	-1	-3	-2	
2000	-1	0	0	2	0	0	-2	0	0	0	-2	0	
2001	-1	0	3	3	0	-2	-1	-1	-2	-3	-3	-1	
2002	-2	1	3	3	2	0	0	-1	0	1	2	2	
2003	0	0	0	-2	-3	-2	-1	0	0	0	0	0	
		chuvoso							estiagem				
		+	0	-				+	0	-			
		26%	38%	36%				63%	23%	14%			

O quadro resumo acima demonstra que mais de 60% dos meses em que a precipitação apresentou-se abaixo do padrão normal estão associadas as anomalias positivas da TSM na região do Niño 1+2, já o caso de precipitação em excesso aparentemente não há associação com esta região do oceano.

Tabela 19 – Anomalias de TSM região do Niño 3.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1973	3	3	2	0	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-2
1974	-3	-3	-2	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
1975	0	-1	-1	0	-3	-3	-2	-1	-2	-3	-2	-3
1976	-3	-2	-1	0	0	1	1	1	2	2	2	1
1977	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1978	0	0	0	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
1979	0	0	2	1	1	1	0	0	2	0	0	0
1980	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1981	0	-2	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	0
1982	0	0	0	2	2	3	2	2	3	3	3	3
1983	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	0	0
1984	-1	0	1	0	0	-2	-1	0	0	-1	-1	-2
1985	-2	-2	-3	-3	-2	-1	-2	0	-1	0	0	0
1986	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1
1987	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
1988	1	1	1	-1	-3	-3	-3	-3	-2	-3	-3	-3
1989	-3	-1	-3	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	2	2	2	1	0	1	2	3
1992	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0
1993	0	2	3	3	3	2	1	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2
1995	1	2	1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
1996	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-1
1997	-1	-1	0	1	3	3	3	3	3	3	3	3
1998	3	3	3	3	3	0	0	0	0	-1	0	-2
1999	-2	-2	0	-2	0	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-2
2000	-3	-2	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	2	1	1	2	1	1	2	2	3	3
2003	1	2	2	0	-2	-1	1	0	0	1	1	0
		chuvoso						estiagem				
		+	0	-				+	0	-		
		18%	34%	48%				57%	42%	1%		

O quadro resumo acima demonstra que quase 60% dos meses em que a precipitação apresentou-se abaixo do padrão normal estão associadas as anomalias positivas da TSM na região do Niño 3, já o caso de precipitação em excesso aparentemente não há associação com esta região do oceano.



Tabela 21 – Anomalias de TSM região do Niño 3.4.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1973	3	3	2	0	0	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	
1974	-3	-3	-3	-2	-3	0	0	-1	0	-1	-1	-1	
1975	0	0	-1	-1	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-2	
1976	-3	-2	-2	-2	-1	0	0	1	1	2	2	1	
1977	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	
1978	1	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	
1979	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	
1980	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	
1981	0	-1	0	0	0	0	-1	-2	0	0	0	0	
1982	0	0	0	1	2	3	2	2	3	3	3	3	
1983	3	3	3	3	3	2	0	0	0	-1	-1	-1	
1984	-2	0	0	0	0	-2	0	0	0	-1	-2	-2	
1985	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-1	0	0	0	0	0	
1986	-1	-1	-1	0	0	0	1	1	1	1	2	2	
1987	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	
1988	0	2	0	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	
1989	-3	-3	-3	-3	-2	-1	0	0	0	0	0	0	
1990	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
1991	0	0	0	1	2	3	2	2	1	2	2	3	
1992	3	3	3	3	3	1	2	0	0	0	0	0	
1993	0	0	2	3	3	3	2	0	0	0	0	0	
1994	0	0	0	1	1	1	1	2	0	1	2	3	
1995	2	2	2	1	0	0	0	0	-1	-2	-1	-1	
1996	-2	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1997	0	0	0	1	3	3	3	3	3	3	3	3	
1998	3	3	3	3	2	-2	-3	-3	-2	-3	-3	-3	
1999	-3	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-2	-3	-2	
2000	-3	-3	-3	-2	-2	-1	0	0	0	-1	-1	-1	
2001	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2002	0	0	0	1	2	3	2	2	2	2	3	3	
2003	2	2	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
			chuvoso						estiagem				
			+	0	-				+	0	-		
			13%	31%	56%				54%	42%	4%		

O quadro resumo acima demonstra quase 60% dos meses em que a precipitação apresentou-se abaixo do padrão normal estão associadas as anomalias positivas da TSM na região do Niño 3.4, já os casos de precipitação em excesso estão associados em mais de 50% dos eventos as anomalias negativas de TSM nesta mesma região.

Tabela 22 – Anomalias de TSM região do Atlântico Sul.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1973	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	0	
1974	1	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	0	
1975	-1	-1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-2	
1976	-3	-1	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-3	-2	-2	
1977	-1	0	-1	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	
1978	-1	-3	-3	-3	-3	-2	0	0	-3	-2	-2	0	
1979	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
1980	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	-3	
1981	0	-3	-3	-3	-1	0	0	0	0	3	2	0	
1982	0	0	0	-2	-2	-1	-1	-3	-2	0	-1	0	
1983	1	1	0	-1	-2	-2	-2	0	0	0	0	1	
1984	2	3	3	3	1	3	3	3	3	3	2	2	
1985	2	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	
1986	0	2	2	1	1	2	1	1	2	0	0	0	
1987	0	0	0	0	1	1	2	1	1	2	3	2	
1988	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	0	1	
1989	3	2	2	2	2	1	1	2	2	1	0	-1	
1990	-2	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	
1991	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	-2	0	
1992	0	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	
1993	-1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	
1994	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	
1995	1	3	3	3	3	3	2	0	0	0	0	0	
1996	1	2	3	3	3	3	3	2	1	0	0	0	
1997	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-1	0	3	3	3	
1998	3	3	3	3	3	3	3	1	1	0	1	0	
1999	0	0	0	3	3	1	3	2	0	0	0	3	
2000	1	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	
2001	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	
2002	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	-1	0	
2003	2	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	
		chuvoso							estiagem				
		+	0	-				+	0	-			
		62%	30%	8%				9%	54%	37%			

O quadro resumo acima demonstra mais de 60% dos meses em que a precipitação apresentou-se acima do padrão normal estão associadas as anomalias positivas da TSM na região do Atlântico Sul, já o caso de déficit de precipitação não apresentam clara associação as anomalias de TSM nesta mesma região.

Tabela 23 – Anomalias de TSM região do Atlântico Norte.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1973	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0
1974	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-3
1975	-2	-3	-2	-2	-3	-3	-1	-2	-3	-3	-3	-2
1976	0	-2	-3	-2	-3	-2	-3	0	0	2	0	-2
1977	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
1978	0	2	1	3	0	0	0	0	-1	0	0	-1
1979	0	2	0	1	2	2	1	1	2	2	1	1
1980	2	2	0	1	3	3	0	3	2	1	1	0
1981	3	1	3	2	2	0	1	1	0	0	2	2
1982	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-2
1983	-2	0	2	3	3	3	0	0	0	-2	0	0
1984	0	0	0	-1	-1	-1	-2	-3	-1	-3	-3	-3
1985	-3	-2	-2	-3	-2	0	0	0	0	-1	0	-1
1986	-3	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-1	-3
1987	-2	0	0	1	1	3	3	3	3	3	3	3
1988	2	0	2	0	0	2	3	2	2	0	0	0
1989	-3	-3	-3	-3	-2	0	2	3	0	0	0	1
1990	0	0	0	0	1	0	1	2	3	3	1	0
1991	0	0	-2	-1	0	-2	-2	-2	-1	0	-2	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1
1994	-3	-3	-2	-2	-2	-3	-2	0	-1	0	0	0
1995	0	0	0	2	3	2	3	3	3	3	3	3
1996	3	3	2	2	1	1	0	2	2	2	0	0
1997	2	0	0	0	0	1	3	2	2	3	3	2
1998	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
1999	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	2	3
2000	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	-2
2001	-3	-2	0	0	0	0	0	2	3	3	3	3
2002	3	3	2	0	0	0	0	0	1	3	1	0
2003	0	0	0	0	0	0	2	3	3	3	3	3
		chuvoso						estiagem				
		+	0	-				+	0	-		
		18%	43%	39%				49%	39%	11%		

O quadro resumo acima não demonstra clara associação das anomalias de TSM no Atlântico Norte com as mudanças no regime de precipitação da região, por outro lado evidencia dificilmente ocorre déficit de precipitação quando esta região do oceano esta resfriada e excesso de precipitação quando ela esta aquecida.





- Anomalias positivas de precipitação (excesso de chuva) ocorrem simultaneamente a um ou mais dos seguintes fenômenos:

1. Águas mais frias (TSM) na região do Niño 4;
2. Águas mais frias (TSM) na região do Niño 3.4;
3. Águas mais quentes (TSM) na região do Atlântico Sul;

OBS: Dificilmente será observada anomalia positiva de precipitação associada a anomalias negativas de TSM no Atlântico Sul ou águas mais aquecidas nas regiões do Niño 4 ou 3.4.

- Anomalias negativas de precipitação (déficit de chuva) ocorrem simultaneamente a um ou mais dos seguintes fenômenos:

1. Águas mais quentes (TSM) na região Niño 4;
2. Águas mais quentes (TSM) na região Niño 3;
3. Águas mais quentes (TSM) na região Niño 3.4;
4. Águas mais quentes (TSM) na região Niño 1+2;
5. Águas mais quentes (TSM) na região do Trópico;

OBS: Dificilmente será observada anomalia negativa de precipitação associada a anomalias negativas de TSM na região do Niño 3, 4, 3.4, 1+2 ou do Trópico ou com águas mais aquecidas no Atlântico Sul.

Para entendermos como as anomalias de TSM podem influenciar as chuvas na região precisamos conhecer um pouco de circulação geral na atmosfera. As anomalias de TSM nas regiões do Oceano Pacífico Equatorial (Regiões do Niño) atuam em conjunto com a circulação atmosférica ou célula de Walker (de forma bem simplificada, para que uma parcela de ar possa ascender na atmosfera e necessário que outra desça). Em condições normais, nesta região os ventos próximos a superfície sopram de leste para oeste os de altos níveis sopram de oeste para leste, na costa da América do Sul (80° Oeste), o ramo descendente da circulação, inibe o desenvolvimento das nuvens e conseqüentemente a precipitação. Em anos de El Niño, os ventos (Aliseos) ficam mais fracos e chegam até mesmo a mudar de direção, fazendo com que célula de Walker fique bi-partida, deslocando também as regiões onde o ar com movimentos ascendentes auxilia a formação das nuvens e as regiões onde os movimentos subsidentes se deslocam mais para o interior América do Sul inibindo a formação das nuvens e reduzindo a precipitação em algumas regiões como a Amazônia. Por outro lado em anos de La Niña os ventos mais intensos alongam a célula de Walker chegando a deslocá-la para Oeste propiciando melhores condições para o desenvolvimento das nuvens sobre regiões da América do Sul aumentando a precipitação em partes da região Amazônica.

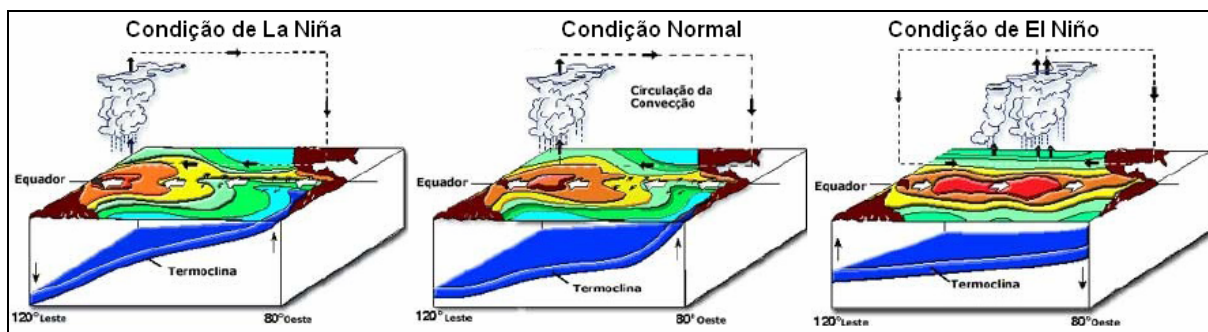


Figura 22 – Anomalias de TSM.

Já as anomalias de TSM no Atlântico estão relacionadas as condições de evaporação, e aos deslocamentos da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que acompanha o chamado equador térmico. De um modo geral águas mais aquecidas favorecem a evaporação e contribuem para o aumento da disponibilidade de vapor d'água para a formação de nuvens e precipitação sobre a região. Águas mais aquecidas no Atlântico Sul “atraem” a ZCIT para este hemisfério do globo, aumentando a banda de nuvens e também a precipitação.

A configuração geográfica e a incidência significativa de fortes massas de ar sobre a região refletem sobre a área do ZEE - SUFRAMA um aspecto climatológico homogêneo sem anomalias consideráveis. Para a caracterização climatológica foram utilizados os dados da estação Climatológica da EMBRAPA, no Km 29 da AM-10, calculados como médias históricas de trinta anos (1974-2003).

Existem diversas classificações climáticas, baseadas no estudo da dinâmica das massas de ar, dos elementos e dos fatores climáticos. A classificação de Wilhelm Köppen (1948) baseia-se, predominantemente na temperatura do ar, precipitação e suas distribuições dentro das estações do ano. Identificou-se o clima do Distrito Agropecuário da SUFRAMA, segundo essa classificação de Köppen, a mais difundida e usada das classificações climáticas existentes, a partir das informações tabuladas das médias históricas da estação climatológica EMBRAPA, cujos parâmetros constam da Tabela 14.

De acordo com esse estudo, a temperatura média do mês mais frio nunca foi inferior a 18<sup>o</sup>C, o que caracteriza a zona climática como “A” (clima quente e úmido). O mês com menos precipitação, agosto (107 mm) indica umidade em todo o período o que vai dar o tipo climático “F”.

Na medida em que não há caracteristicamente verão nem inverno e a oscilação anual da temperatura média não atinge 5<sup>o</sup>C, a variedade climática da área em estudo é “i” o que indica isotermia. Isso posto, podemos concluir que o clima do Distrito Agropecuário da SUFRAMA, segundo a classificação de Köppen é **Afi**.

## **8. Conclusões e recomendações**

A área estudada é característica de uma região que apresenta homogeneidade nas suas variações climáticas isto, pode ser observado em decorrência da distribuição espaço-temporal da pluviometria a qual está intrinsecamente relacionada com outras variáveis meteorológicas como umidade relativa, temperatura, insolação, velocidade e direção de vento, etc. É notória a deficiência da rede pluviométrica da região a qual é monitorada por um número reduzido de estações pluviométricas que só conseguem quantificar a pluviometria de forma pontual, pois não permitem uma possível interpolação entre suas séries de dados de forma que seja possível determinar, com suficiente precisão, as características pluviométricas básicas em qualquer local da área de projeto. Neste parágrafo o termo “características” traduz todos os dados quantitativos medidos diretamente ou calculados.

O estudo deixa claro o alto potencial de produção de escoamento superficial das bacias do rio Preto da Eva, rio Urubu e rio Cuieiras, onde 50% do que precipita reverte-se em fluxo superficial. No entanto, a região é carente em estações fluviométricas. Apenas o rio Preto da Eva apresenta uma estação fluviométrica com série histórica considerável para fazer representatividade para região.

Não foi possível fazer medição de vazão no período de estiagem na bacia do rio Tarumã-Açu para aplicação da metodologia descrita neste trabalho, no entanto, esta região é bastante similar as regiões estudadas, logo, existe uma grande possibilidade da produção de escoamento superficial desta bacia ser tão bom quanto o das outras relatadas.

Recomenda-se no presente momento a implantação imediata de pelo menos uma estação pluviométrica e fluviométrica nos rios Cuieiras, Branquinho, Tarumã-Açu e Urubu

para que num futuro próximo possa-se fazer estudos hidrológicos nestas áreas a luz dos dados então obtidos.

Pelo exposto neste relatório fica evidente a necessidade iminente, na região do ZEE do Distrito Agropecuário da Suframa, de dimensionamento de uma rede hidrométrica, climatológica, sedimentométrica e qualidade de água para permitir de forma mais abrangente o conhecimento das características hidrológicas (quantitativa e qualitativa) e climatológicas para que se possa gerenciar de forma sustentável os recursos hídricos da região.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Alex. G. de S; Eduardo. R. C.; Fernando F.S; Fernando G.; César A.O.R; Estimativa da Vazão de Referência, com Carência de Dados, para Outorga na Bahia; Artigo publicado no V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Natal, 2000.

Ayoade.J.O - *Introdução à Climatologia para os Trópicos*. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1998. 332 p.

EMBRAPA.- *Normais Climatológicas: 1973-2004*. Manaus, 2004.

Horel, J.D.; Hahmann, A.N.; Geisler, J.E. An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas. *Journal of Climate*, 2(11), 1388 - 1403, 1989  
Gilvan Sampaio de Oliveira, O El Niño e Você - o fenômeno climático - Editora Transtec - São José dos Campos (SP), março de 2001.

Paiva.E.M.C.D.;Paiva.J.B.D. - *Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas*. ABRH.UFSM.Porto Alegre, 2001.

Tucci. C. E. M et al. - *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. ABRH: EDUSP,1993.

Wagner Costa Ribeiro, Mudanças Climáticas, Realismo e Multilateralismo. *Terra Livre* Ano 18 , vol. I, n. 18 p. 75 - 84 JAN.-JUN./ 2.002, São Paulo.

# **ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO DISTRITO AGROPECUÁRIO DA SUFRAMA**

**Textos, Mapas & SIG**

---

**HIDROGEOLOGIA**

**Manaus, 2005**



Secretaria de Geologia,  
Mineração e Transformação Mineral

Ministério de  
Minas e Energia



## Sumário

---

Lista de figuras	
1. INTRODUÇÃO	1
2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DA ÁREA DE ESTUDO	2
3. MÉTODOS	2
4. CARACTERÍSTICAS DOS AQUÍFEROS AFLORANTES	3
4.1 Cobertura aluvionar	4
4.2 Aquífero Alter do Chão	4
4.3 Aquífero Trombetas	5
5. QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS AQUÍFEROS AFLORANTES	10
5.1 Características biológicas	10
5.2 Características químicas e uso das águas	11
5.3 Classificação das águas	13
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

## Lista de figuras

---

Figura 01 – Mapa Hidrogeológico do DAS com localização dos poços cadastrados	7
Figura 02 – Mapa Hidrogeológico do DAS com as direções preferências do fluxo de água subterrânea	8
Figura 03 – Perfil geológico esquemático e direção de fluxo das águas subterrâneas na área do DAS	9
Figura 04 – Diagrama de piper para as águas do aquífero Alter do Chão	13
Figura 05 – Diagrama do piper para as águas do aquífero Tombetas	14

## Anexos

---

### Anexo I – Tabelas

- I - Características dos Pontos D'Água cadastrados
- II - Parâmetros Químicos e Físico - químicos das Águas do Aquífero Alter do Chão
- III - Parâmetros Químicos e Físico-químicos das Águas do Aquífero Trombetas

### Anexo II – Mapa hidrogeológico

## HIDROGEOLOGIA

### 1. INTRODUÇÃO

A cartografia hidrogeológica é reconhecida mundialmente como uma hábil ferramenta ao planejamento territorial, desenvolvimento econômico e de proteção ambiental. Assim, o presente relatório tem como objetivo apresentar as características hidrogeológicas necessárias para a gestão racional dos aquíferos da área do Distrito Agropecuário da SUFRAMA, notadamente daqueles aflorantes.

Na área estudada afloram arenitos arcoseanos e argilitos da Formação Alter do Chão e rochas do Grupo Trombetas, ou seja, arenitos e folhelhos da Formação Manacapuru e arenitos da Formação Nhamundá. Devido à pequena espessura da Formação Manacapuru na área do projeto, essas duas últimas unidades serão tratadas conjuntamente. Portanto, neste trabalho será feita referência ao Aquífero Trombetas, por falta também de um maior conhecimento geológico dessa seqüência sedimentar. Depósitos aluvionares recentes, areno-argilosos, cobrem, ao longo dos maiores rios e igarapés, indiscriminadamente as rochas sedimentares da Formação Alter do Chão e do Grupo Trombetas.

O Aquífero Alter do Chão ocorre em quase toda a área do DAS, exceto na porção norte, onde afloram rochas do Grupo Trombetas, conforme se observa no Mapa Hidrogeológico (Figuras 01 e 02). De acordo com a geologia local, as rochas desse grupo estendem-se em profundidade com uma inclinação de aproximadamente 3 graus para “SSE”, e em conjunto com as formações Maecuru e Prosperança, constituem o maior reservatório da área, entretanto trata-se de aquíferos profundos e ainda pouco conhecidos (Figura 03).

A Região Amazônica se caracteriza por apresentar um elevado índice pluviométrico e, conseqüentemente, uma notável rede de drenagem. A área de estudo abrange partes das bacias dos rios Urubu, Tarumã-Açu, Cuieiras, Preto da Eva e uma pequena parcela da bacia do rio Puraquequara (Figuras 01 e 02). De acordo com os gradientes das bacias, as águas superficiais seguem direções diversas, em direção ao rio Negro e rio Amazonas. Nestes termos, como o Aquífero Alter do Chão é pouco explorado, suas águas seguem praticamente as mesmas direções de fluxo das águas superficiais. As águas do Aquífero Trombetas seguem no sentido sudeste (Figura 2).

Como a área em questão está destinada a atividades agropecuárias, as águas subterrâneas são de fundamental importância, sendo necessário o seu monitoramento, principalmente quando de uma ocupação antrópica mais intensa. O potencial hídrico é bastante significativo, merecendo especial atenção, notadamente com relação ao Aquífero Alter do Chão, devido à pequena profundidade, reserva existente e a qualidade dessas águas.



## **2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DA ÁREA DE ESTUDO**

Geologicamente, o Distrito Agropecuário da Suframa está assentado sobre rochas das formações Alter do Chão, Manacapuru e Nhamundá, unidades da Bacia Sedimentar do Amazonas, que ocupa uma área de cerca de 500.000 km<sup>2</sup> e que abrange parte dos estados do Amazonas e Pará. Essa bacia limita-se ao norte com o Escudo das Guianas, ao sul com o Escudo Brasileiro e a oeste com a Bacia do Solimões, pelo Arco de Purus, ao passo que o Arco de Gurupá constitui seu limite leste. Engloba as bacias do Médio e Baixo Amazonas (CAPUTO, 1984).

Duas seqüências principais podem ser reconhecidas no preenchimento sedimentar da Bacia do Amazonas: uma paleozóica cortada por diques e soleiras de diabásio, e uma mesozóico-cenozóica, representada na área de estudo pela Formação Alter do Chão. De acordo com as informações do furo de sonda Mn-St-1-Az, de 1.500m de profundidade, realizado pela Petrobras a norte de Manaus, no km-20 da BR-174, e o trabalho de SOUZA (1974), é possível o estabelecimento da seguinte estratigrafia na área do DAS (da base para o topo): embasamento vulcânico, provavelmente na profundidade de 2.100m; Formação Prosperança, de 1.780 a 2.100m; Grupo Trombetas (Formações Nhamundá e Manacapuru), de 1.265 a 1.780m; Formação Maecuru, de 1.106 a 1.265m; Grupo Curuá, de 958 a 1.106m; Formação Monte Alegre, de 934 a 958m; Formação Itaituba, de 574 a 934m; Formação Nova Olinda, de 233 a 574m e Formação Alter do Chão, da superfície a 233m (Figura 03).

As formações Nova Olinda, Itaituba e Monte Alegre representam sucessões evaporíticas e condicionam água dura, enquanto que o Grupo Curuá, devido suas características litológicas, condiciona água sulfurosa, todas com restrições ao consumo humano (SOUZA, 1990). Por outro lado, é de se esperar que as formações Maecuru, Manacapuru, Nhamundá e Prosperança, que constituem provavelmente um sistema hidrogeológico único, armazenem água de boa qualidade, não se descartando, portanto, a sua utilização no futuro. Essas águas, principalmente na região central da bacia, porção sul da área do projeto, encontram-se confinadas sob pressões elevadas, podendo alcançar a superfície ou suas proximidades quando da perfuração de poços profundos.

Litologicamente, a Formação Maecuru é caracterizada principalmente por intercalações de folhelhos e arenitos finos, a Formação Nhamundá por arenitos finos a médios, bem selecionados e com cimento silicoso, a Formação Manacapuru por arenitos finos e folhelhos e a Formação Prosperança por argilitos, siltitos, conglomerados e arenitos, de granulometria fina a média e com grau de cimentação variável, desde arenitos desprovidos de cimento silicoso até fortemente cimentados. O substrato proterozóico que suporta o pacote sedimentar descrito é representado por rochas de pouca afinidade hidrogeológica. Em superfície, a norte da área, o substrato é constituído principalmente por vulcânicas e intrusivas ácidas de caráter granítico (SOUZA, 1974).

## **3. MÉTODOS**

As características e os dados paramétricos que compõem a presente avaliação dos aquíferos Alter do Chão e Trombetas foram obtidos de informações decorrentes de aproximadamente 150 poços cadastrados na área de trabalho, notadamente no que diz respeito à profundidade e qualidade das águas, e de outros poços localizados nas proximidades, principalmente dos perfurados pela CPRM na década de 80 na cidade de Manaus e na Vila de Balbina no município de Presidente Figueiredo. As informações referidas estão sumarizadas em tabelas inseridas nos anexos.

As informações dos poços de Balbina, vila situada a nordeste do Distrito Agropecuário da Suframa, foram utilizadas pela inexistência de poços que captem água do Aquífero Trombetas na área do projeto, e os poços de Manaus foram considerados devido apresentarem testes de bombeamento que possibilitaram avaliar os parâmetros hidrodinâmicos do Aquífero Alter do Chão.

De um modo geral, a Região Amazônica, devido suas dimensões e baixo índice de ocupação, ainda é pouco conhecida. Com relação aos recursos hídricos subterrâneos existe uma grande lacuna; entretanto, os primeiros passos já foram dados. Nestes termos, o método de trabalho aplicado, ou seja, os procedimentos de pesquisa utilizados para o conhecimento hidrogeológico da área do DAS, podem ser considerados significativos, apesar de alguns dos parâmetros apresentados não corresponderem fielmente à realidade local, visto que são parâmetros médios, exportados da circunvizinhança.

O presente estudo levou em consideração diversos fatores, procurando compatibilizar a realidade financeira do projeto com a necessidade de boas informações que subsidiem as tomadas de decisão.

O levantamento dos dados hidrogeológicos abrangeu cinco etapas sucessivas: 1) coleta e análise dos dados pré-existentes, principalmente dos poços perfurados pela CPRM na sede do município de rio Preto da Eva e do poço profundo perfurado pela Petrobras no km-20 da BR-174; 2) elaboração de mapas de trabalho utilizando os serviços de geoprocessamento da CPRM, por meio de recorte de imagens de satélite e do Mapa Geológico do Brasil (Brasil, 2002b); 3) trabalhos de campo, com o cadastramento de aproximadamente 150 pontos de água, detalhamento geológico-estrutural, determinação de parâmetros físico-químicos na boca do poço e coleta de amostras para a realização de análises bacteriológicas e químicas de vários elementos (realizadas no laboratório do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA); 4) análise e interpretação dos dados com apoio do Software Qualigraf; e 5) elaboração do mapa hidrogeológico e do relatório técnico, com conclusões e recomendações para uma exploração sustentável dos recursos hídricos subterrâneos da área do DAS.

Devido tratar-se de uma área ainda em ocupação, o número de poços existentes é pequeno, pouco penetrantes e mal distribuídos. Esses poços não foram perfurados dentro das normas técnicas, visando grandes vazões; foram perfurados apenas para atender ao consumo doméstico, sendo portanto, pouco representativos para uma avaliação mais acurada, principalmente com relação aos parâmetros hidrodinâmicos.

Assim, para caracterizar os aquíferos aflorantes foram utilizados os parâmetros definidos a partir de poços perfurados dentro das normas técnicas competentes, notadamente aqueles realizados pela CPRM na cidade de Manaus e na Vila de Balbina. Não seria coerente a perfuração de novos poços apenas com este fim; as informações existentes já são significativas, pelo menos para o nível atual de ocupação do solo, onde os problemas hidrogeológicos são praticamente inexistentes.

#### **4. CARACTERÍSTICAS DOS AQUÍFEROS AFLORANTES**

A área do DAS é constituída em superfície por arenitos arcoseanos e argilitos da Formação Alter do Chão e por rochas sedimentares do Grupo Trombetas. Essas unidades geológicas, capazes de armazenar e fornecer quantidades significativas de água, encontram-se ao longo dos maiores rios e igarapés, recobertas por depósitos aluvionares recentes.

#### **4.1. Cobertura aluvionar**

Esta unidade aquífera constitui um reservatório de pequena representatividade na área do DAS, ocorrendo principalmente no extremo oeste (rio Cuieiras), no extremo leste (rio Urubu) e na porção centro-sul (rio Preto da Eva). As aluviões são constituídas principalmente por sedimentos areno-argilosos e apresentam-se com espessura pouco expressiva. Entretanto, as aluviões do rio Urubu merecem atenção especial, pois ocorrem com até 3 km de largura e são bastante arenosas, devido à presença de rochas do Grupo Trombetas a montante. Os furos de trado executados para o projeto confirmam essa característica. Nestes termos, trata-se de uma unidade que poderá ser explorada futuramente.

#### **4.2. Aquífero Alter do Chão**

Este aquífero ocorre em quase toda a área de estudo, com espessura variando de aproximadamente 230m na porção sul, conforme informações obtidas de poço da Petrobras, realizado no km-20 da BR-174, próximo do limite sul do DAS, até seu desaparecimento na porção norte, onde afloram rochas das formações Manacapuru e Nhamundá do Grupo Trombetas (Figuras 2 e 3).

De origem continental, os sedimentos da Formação Alter do Chão formam camadas sub-horizontais sem indícios de perturbações tectônicas que tenham afetado a sua extensa continuidade lateral, sendo os arenitos caracterizados por uma granulometria predominantemente fina a média, mau selecionamento e ausência significativa de níveis conglomeráticos. De acordo com informações de poços perfurados nessa formação, se tem uma seqüência repetitiva de camadas arenosas e argilosas de espessuras variáveis, evidenciando a ocorrência de um aquífero de acentuada anisotropia vertical. No entanto, por tratar-se de uma unidade geológica de origem fluvial, não deve apresentar camadas argilosas ou areno-argilosas de grande continuidade lateral, ou seja, dificilmente serão encontrados níveis de baixa condutividade hidráulica que proporcionem zonas semi-confinadas a confinadas de forma expressiva. Assim, o Aquífero Alter do Chão deve ser considerado principalmente como livre.

Com relação aos coeficientes hidrodinâmicos, parâmetros utilizados para definir a maior ou menor capacidade de transmissão e de acumulação de água no aquífero, devido à inexistência de poços com teste de bombeamento na área do projeto, foi utilizado para o coeficiente de transmissividade o valor de 4,7 m<sup>3</sup>/h.m, encontrado para o aquífero Alter do Chão na cidade de Manaus (atualizado de BRASIL, 2002a), e para o coeficiente de armazenamento 3,2 x 10<sup>-4</sup>, calculado a partir de poços localizados na porção sul da cidade de Manaus (FRANÇA, 1999). Para o coeficiente de restituição (porosidade efetiva dos arenitos), o valor de 18% é bastante representativo, conforme definido por FRANÇA et al (1984) para o aquífero Alter do Chão no município de Nova Olinda do Norte, estado do Amazonas.

Um outro parâmetro, também importante para caracterizar um aquífero é a vazão específica, que é a relação entre a taxa de bombeamento e seu rebaixamento ( $q=Q/s$ ) e sendo função apenas das características do aquífero, independente da taxa de bombeamento. O referido parâmetro pode ser utilizado para escolha da taxa de bombeamento ideal de um poço e, também, para a escolha dos locais mais favoráveis para captação de água subterrânea, quando em mapa. Para o Aquífero Alter do Chão em Manaus a vazão específica média é 1,7 m<sup>3</sup>/h.m (atualizada de BRASIL, 2002a).

De acordo com perfis litológicos de poços perfurados em Manaus, foi estimado que a Formação Alter do Chão é constituída por cerca de 65% de arenitos e 35% de argilitos. Essa unidade, às vezes, encerra corpos lenticulares de arenitos finos, silicificados e de coloração

principalmente avermelhada, denominados localmente de Arenito Manaus. Esses corpos lenticulares, de dimensões pouco representativas, ocorrem em pelo menos nove horizontes característicos, desde a altitude de 90m até 120m abaixo do nível do mar; entretanto, devido suas dimensões reduzidas, não apresentam condições de confinamento significativo, apesar de serem impermeáveis.

Com relação à quantidade de água armazenada, o volume correspondente é igual à soma do volume de saturação com o volume acumulado sob pressão. No entanto, este último certamente é pouco representativo. Assim, para uma área de aproximadamente 5.580 km<sup>2</sup> (cerca de 95% da superfície do DAS), com espessura saturada média de 102 metros, mas considerando-se apenas 65% dessa unidade aquífera (porção arenosa), com 18% de porosidade efetiva, encontramos um volume de saturação de aproximadamente 68 km<sup>3</sup>.

No entanto, apenas parte desse potencial deve ser utilizada, diz respeito à reserva de exploração ou recursos exploráveis, que constituem a quantidade máxima de água que poderia ser explorada de um aquífero sem risco de prejuízos ao manancial (COSTA, 1.997). O volume explorável é constituído pela reserva reguladora e uma parcela da reserva permanente. A primeira representa a quantidade de água livre armazenada pelo terreno aquífero ao curso de uma recarga importante por alimentação natural, sendo, portanto, submetida ao efeito do ritmo sazonal ou interanual das precipitações. A reserva permanente diz respeito às águas acumuladas que não variam em função das precipitações anuais e regularizada em períodos de vários anos.

De acordo com informações de poços pertencentes à LBA (Projeto Internacional de Estudo da Atmosfera Terrestre), localizados na vicinal ZF-02, na bacia do Igarapé Azul (afluente do rio Cuieiras), a oscilação interanual do nível estático é de apenas 1,5m. Assim, utilizando este parâmetro como médio para o Aquífero Alter do Chão na área do DAS, a reserva reguladora é da ordem de 1km<sup>3</sup>/ano. Como boa parte da água a ser utilizada não deverá sair do sistema, retornando por infiltração natural em forma de água servida, trata-se de uma reserva bastante significativa. A título de ilustração, a cidade de Manaus consome algo em torno de 0,5 km<sup>3</sup>/ano de água, proveniente do rio Negro e do Aquífero Alter do Chão.

Devido às características intrínsecas da formação, praticamente toda a superfície dessa unidade atua como área de recarga; entretanto, nas porções mais arenosas a recarga é mais expressiva. Com base na reserva reguladora apresentada anteriormente, um volume de 1km<sup>3</sup> se infiltra anualmente na área estudada no aquífero Alter do Chão, valor que corresponde a 8% dos 2.300 mm precipitados anualmente.

Com relação às direções de fluxo natural, devido à pequena exploração deste manancial, as águas subterrâneas, de uma forma aproximada, devem apresentar as mesmas direções de fluxo das águas superficiais: principalmente para sudeste, sudoeste e sul na bacia do rio Tarumã; sudeste na bacia do rio Preto da Eva e sudoeste na bacia do rio Cuieiras. Na bacia do rio Urubu, o fluxo é principalmente para sudeste.

### **4.3. Aquífero Trombetas**

Este aquífero ocorre em superfície apenas na porção norte do DAS (Figuras 2 e 3) e, apesar da pequena representatividade é uma unidade de elevada importância para a área de trabalho, principalmente quando não aflorante, situação em que suas águas encontram-se protegidas contra possíveis contaminações. Em subsuperfície, acha-se recoberto diretamente pelo Aquífero Maecuru, que, por sua vez, é sobreposto por formações geológicas de pouca afinidade hidrogeológica, conforme mostrado no Perfil Geológico/Hidrogeológico (Figura 03). Na realidade, devido à baixa capacidade de transmitir água, essas unidades não aquíferas, ou seja, as formações Nova Olinda, Itaituba, Monte Alegre e Curuá, isolam hidraulicamente o sistema constituído pelos aquíferos Maecuru, Trombetas e Prosperança.

De acordo com as informações do furo de sonda da Petrobras já citado, a Formação Nhamundá, principal unidade hidrogeológica do Grupo Trombetas, apresenta-se com uma espessura de cerca de 500 metros no km-20 da BR-174, próximo do limite sul da área de estudo. Litologicamente é constituída por arenitos, que, de modo geral, são finos e compactos, condicionando uma baixa condutividade hidráulica. Para poços perfurados pela CPRM na Vila de Balbina no ano de 1982, a vazão específica média foi da ordem de  $0,3 \text{ m}^3/\text{h.m}$  para o Aquífero Trombetas.

Na área do DAS, a faixa aflorante é a principal área de recarga do Aquífero Trombetas e, portanto, merece atenção especial. Nessa faixa e parte da zona não aflorante, a superfície da água subterrânea praticamente está submetida apenas à pressão atmosférica, e, à medida que a água percola, de acordo com as direções de fluxo mostradas na (Figura 03), é paulatinamente submetida a pressões cada vez mais elevadas, atingindo o máximo no centro da Bacia do Amazonas.

Nestes termos, o Aquífero Trombetas apresenta-se na área do DAS com dupla característica: de aquífero livre, nas faixas citadas anteriormente, a confinado, quando do surgimento das unidades de baixa condutividade hidráulica posicionadas acima da Formação Maecuru. Portanto, devido maior representatividade da zona não livre, o aquífero deve ser considerado confinado.

Com relação à faixa de transição de aquífero livre para confinado, ela ainda não é conhecida com precisão, necessitando-se ainda de informações complementares para identificação do comportamento geológico das formações confinantes e das características piezométricas do Aquífero Trombetas.



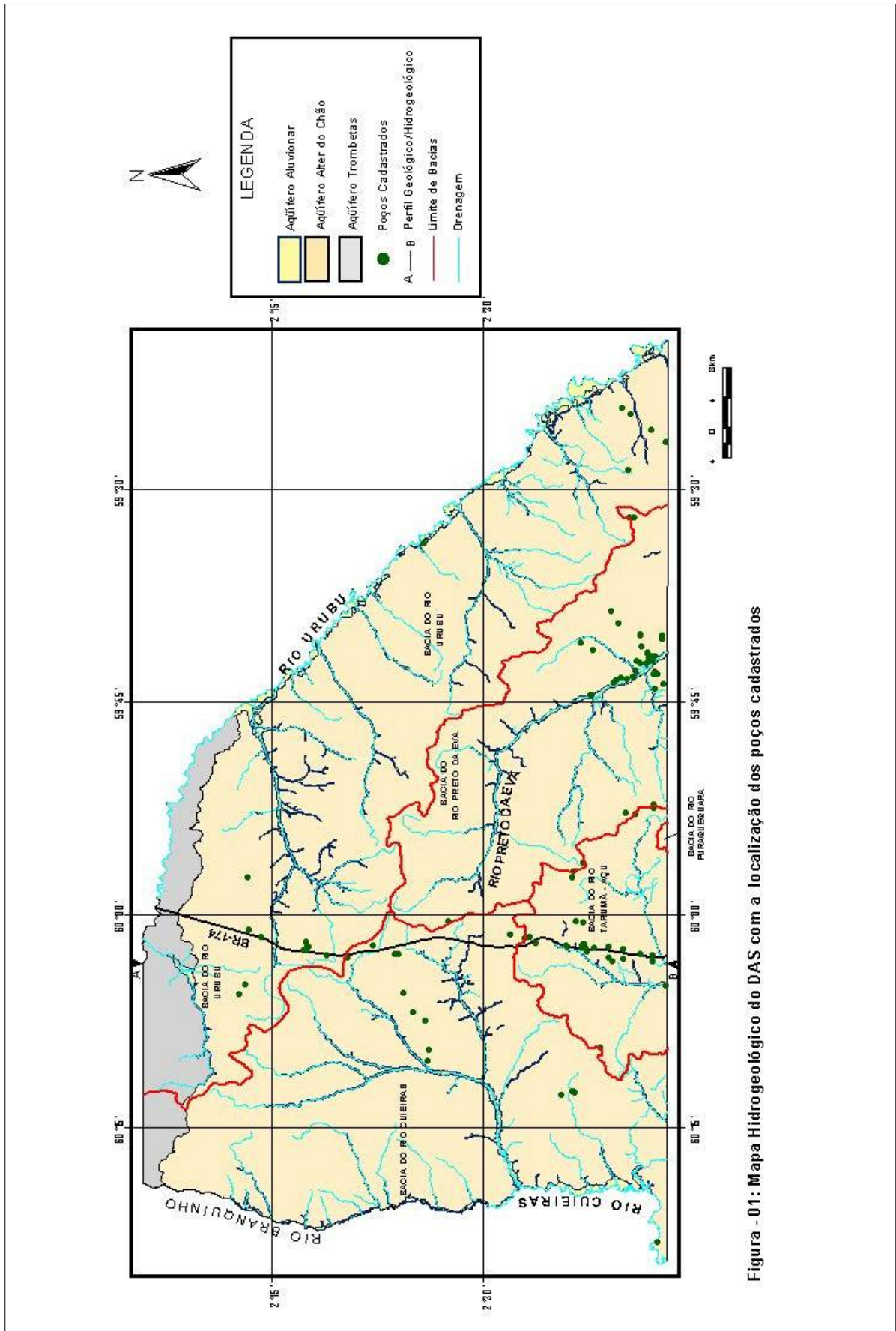


Figura - 01: Mapa Hidrogeológico do DAS com a localização dos poços cadastrados

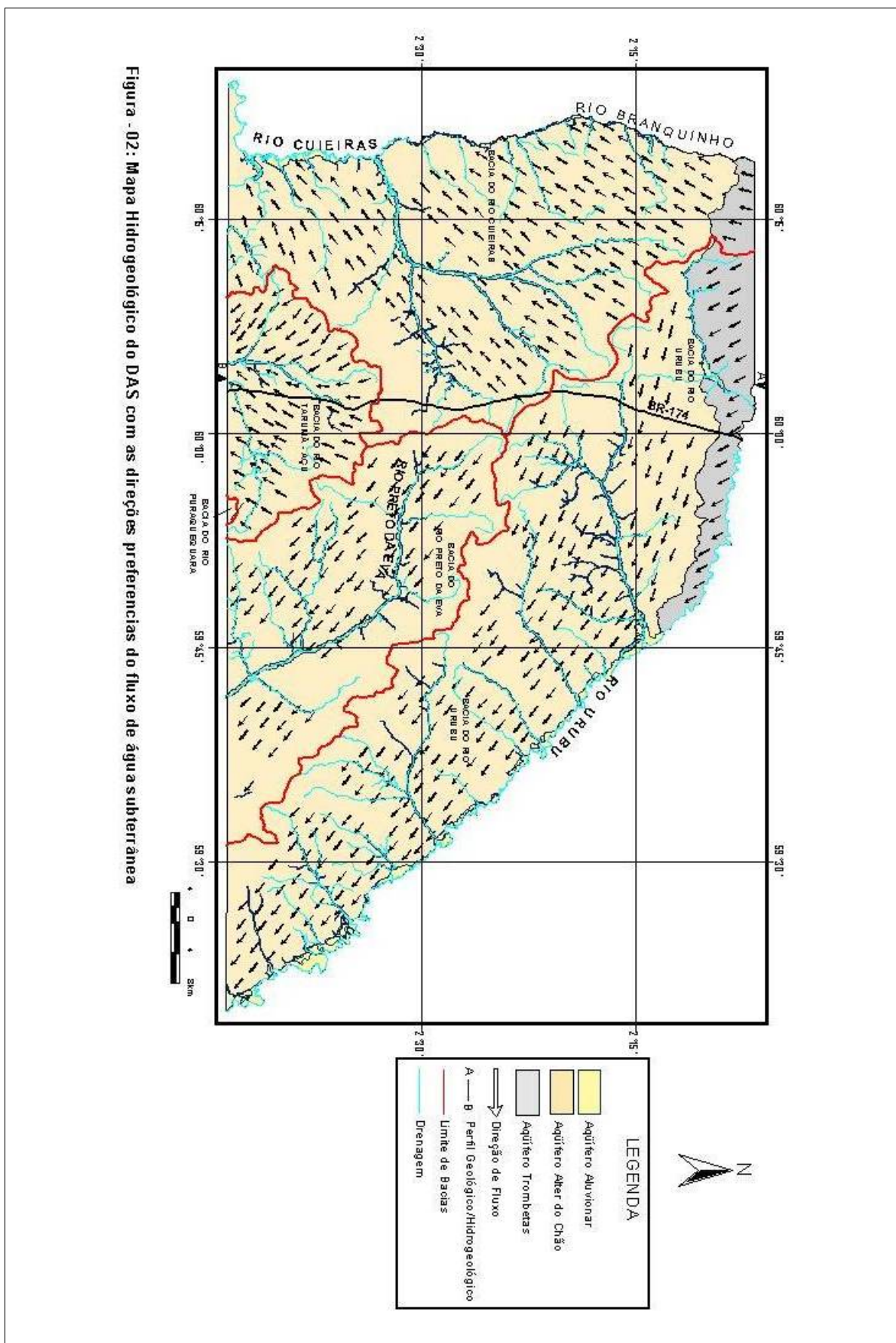


Figura -02: Mapa Hidrogeológico do DAS com as direções preferencias do fluxo de água subterrânea



## 5. QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS AQUÍFEROS AFLORANTES

Toda água destinada ao consumo humano deve obedecer a um padrão de potabilidade, ou seja, deve estar dentro de parâmetros pré-estabelecidos. Os órgãos responsáveis apresentam padrões de potabilidade que variam em cada região, em função das peculiaridades locais. Entretanto, há uma tendência mundial de acompanhar as normas preconizadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS). O Brasil é orientado pela Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.

Água subterrânea é uma solução diluída de inúmeros elementos e compostos sólidos, líquidos ou gasosos em proporções diversas, sendo que sua qualidade é tão importante quanto o aspecto quantitativo. A disponibilidade desse bem natural para determinados tipos de uso depende fundamentalmente da sua qualidade físico-química e biológica.

A qualidade da água subterrânea é definida por sua composição e pelo conhecimento dos efeitos que podem causar os seus constituintes. O conjunto de todos os elementos que a compõe permite estabelecer padrões de qualidade, classificando-a de acordo com seus limites e os diferentes tipos de usos. Os processos e fatores que influem na evolução da qualidade das águas subterrâneas podem ser intrínsecos e extrínsecos ao aquífero. A princípio, a água subterrânea tende a aumentar a concentração de substâncias dissolvidas à medida que se desloca. Todavia, muitos outros fatores interferem, como o clima, a água de recarga, características do meio físico e influência antrópica.

### 5.1. Características biológicas

De um modo geral, as águas subterrâneas estão isentas de contaminações biológicas, a não ser quando da existência de poços mal construídos ou quando a espessura da zona não saturada for pouco expressiva ou arenosa, situações que permitem uma infiltração rápida. As principais fontes de contaminação biológica das águas subterrâneas estão associadas a fossas sépticas, esgotos, aterros sanitários, lagoas de oxidação, estocagem e aplicação de resíduos orgânicos no solo, ou presença de cemitérios.

A qualidade bacteriológica de uma água, com relação à contaminação por dejetos humanos e de outros animais, é determinada através de bactérias do grupo coliformes fecais e dos estreptococos fecais. Os coliformes fecais não são patogênicos, mas sua presença indica a existência de fezes, que podem possuir bactérias patogênicas. Os coliformes totais são utilizados como indicadores das condições de higiene.

Com relação às características biológicas, merece atenção especial a água dos poços localizados na Vila Canaã, situada no início da ZF-01, no km-40 da BR-174. Esta comunidade é constituída por aproximadamente 40 famílias, cujo abastecimento é feito exclusivamente por água subterrânea. O projeto selecionou quatro poços nesta comunidade e todos se apresentaram contaminados por coliforme fecal e total, indicando tratar-se de uma área com elevado índice de contaminação bacteriológica.

Na realidade, são poços rasos, mal construídos e localizados próximos aos tanques de dejetos. No entanto, a solução técnica é relativamente simples: esses poços devem ser tamponados e perfurado no local apenas um único poço, projetado e construído dentro das normas técnicas vigentes. Um poço de 150 metros e com 6 polegadas de diâmetro custará algo em torno de R\$ 100.000,00 e poderá facilmente suprir a demanda local, com base nas características hidrogeológicas do aquífero Alter do Chão anteriormente comentadas.

## 5.2. Características químicas e uso das águas

As características iônicas e os principais constituintes das águas do Aquífero Alter do Chão foram avaliados a partir das análises de 38 amostras provenientes de poços tubulares localizados na área do projeto. Para avaliar as características do Aquífero Trombetas foram utilizadas oito amostras provenientes de poços tubulares localizados na Vila de Balbina e nas proximidades da Rodovia AM-240, devido a falta de poços que explorem esse aquífero no DAS. As análises químicas foram realizadas no laboratório do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.

O pH é a medida da concentração hidrogeniônica da água ou solução, sendo função do gás carbônico dissolvido e da alcalinidade da água. Nas amostras analisadas, os valores de pH variaram de 4,0 a 5,0 (média de 4,6) nas águas do Aquífero Alter do Chão, e de 2,8 a 5,2 (média de 4,3) nas águas do Trombetas, indicando águas ligeiramente ácidas para ambos os aquíferos.

A condutividade elétrica é a medida da facilidade de uma água conduzir a corrente elétrica, estando diretamente ligada com o teor de sais dissolvidos sob a forma de íons, cuja maior presença conduz a um acréscimo do parâmetro. Os valores encontrados foram baixos, média de 18,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para as águas do Alter do Chão e de 27,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para o Trombetas, considerados normais para a região. Os baixos valores obtidos para a condutividade elétrica indicam que essas águas são fracamente mineralizadas, resultado também de uma rápida infiltração.

A dureza da água é um parâmetro que leva em conta a presença do cálcio e magnésio, principalmente sob a forma de bicarbonatos, cuja origem está relacionada com a diminuição do pH das águas meteóricas infiltrantes, devido à dissolução do  $\text{CO}_2$  liberado pela ação das bactérias no solo, e conseqüentemente, conversão de carbonatos insolúveis em carbonatos solúveis (TODD, 1980). Os resultados obtidos variaram bastante, entre 0,02 e 85,35 (média de 5,8 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ ) para o Alter do Chão, e entre 2,94 e 42,32 (média de 11,86 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ ) para o Trombetas.

A alcalinidade é definida como a capacidade de uma água neutralizar ácidos, sendo conseqüência direta da presença e/ou ausência de carbonatos e bicarbonatos (SANTOS, 1997), expressa em grau francês ( $^\circ\text{F}$ ) ou em  $\text{CaCO}_3$  (mg/l). Nas águas analisadas a alcalinidade foi expressa em  $\text{HCO}_3^-$  e o valor médio foi de 1,34 mg/l para o Alter do Chão e 1,83 mg/l para as águas do Trombetas.

Segundo MATHESSE & HARVEY (1982), devido à ação dos microorganismos a concentração de fosfato deve ser baixa ( $< 0,5$  mg/l) em águas naturais. Valores acima de 1,0 mg/l geralmente são indicativos de águas poluídas. O fósforo, por via antropogênica, pode ser acrescido às águas subterrâneas por derivados de detergentes, efluentes domésticos, inseticidas e pesticidas. A presença de  $\text{Ca}^{+2}$  limita a concentração do fosfato e a ocorrência do  $\text{CO}_2$  dissolvido a favorece. Nas amostras estudadas o valor encontrado foi muito baixo, média de 0,003 mg/l para as águas do Aquífero Alter do Chão e 0,004 mg/l para o Trombetas.

O nitrogênio dissolvido na forma de íon nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) é o contaminante mais comum encontrado nas águas subterrâneas, que geralmente apresentam teores desse íon no intervalo de 0,1 a 10 mg/L, os quais em águas poluídas podem chegar a 1000 mg/l. Além da forma iônica de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), que é a principal, o nitrogênio também ocorre na forma de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrogênio gasoso ( $\text{N}_2$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e nitrogênio orgânico (N), ou seja, aquele existente nas substâncias orgânicas (MANOEL FILHO, 1997). O nitrato é o poluente de ocorrência mais freqüente nas águas subterrâneas e em concentrações superiores a 10 mg/l pode causar, a longo prazo, metahemoglobinemia (cianose) e câncer. As águas analisadas apresentam-se dentro dos padrões de potabilidade com relação aos compostos nitrogenados.

Sulfatos são sais moderadamente solúveis a muito solúveis, exceto os de estrôncio ( $\text{SrSO}_4$ ) e de bário ( $\text{BaSO}_4$ ). Em água doce o sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4$ ) satura a 1.500 mg/l, podendo chegar até 7.200 mg/l em águas salinas. As águas subterrâneas apresentam geralmente teores de sulfatos inferiores a 100 mg/l, principalmente na forma de  $\text{SO}_4^{-2}$  e  $\text{HSO}_4^-$ . Nas amostras analisadas os valores obtidos foram inferiores a 1mg/l.

O ferro pode estar presente com baixos teores ( $< 0,3$  mg/l) em quase todas as águas naturais, existe sob diversas formas químicas e, freqüentemente, aparece associado ao manganês. Geralmente, o ferro analisado é expresso em termos de ferro total em mg/l. Ocorre principalmente sob a forma de  $\text{Fe}^{+3}$  (hidróxido férrico), podendo também ocorrer como  $\text{Fe}^{+2}$  (hidróxido ferroso). Nas águas analisadas os teores de ferro também foram baixos, média de 0,23 mg/l para o Aquífero Alter do Chão e média de 0,33 mg/l para o Trombetas.

Cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) está presente em todas as águas naturais, com valores situados entre 10 e 250 mg/l nas águas doces. O cloreto, em geral, é muito solúvel e muito estável em solução, logo dificilmente precipita. Não oxida e nem se reduz em águas naturais. É proveniente da lixiviação de minerais ferromagnesianos de rochas ígneas e de rochas evaporíticas. O cloreto é um bom indicador de poluição antrópica, sendo que altas quantidades desse íon são tóxicas para a maioria dos vegetais, inibindo o seu crescimento. Nas águas analisadas o teor médio foi de 0,66 mg/l para os dois aquíferos.

O sódio ( $\text{Na}^+$ ) é um dos metais alcalinos mais importantes e abundantes nas águas subterrâneas. Ocorre notadamente sob a forma de cloretos, sendo o principal responsável pelo aumento constante da salinidade das águas naturais do ponto de vista catiônico. A concentração do sódio varia, em geral, entre 0,1 e 100 mg/l em águas naturais doces. O valor máximo permitido pela legislação em vigor é de 200mg/l nas águas para consumo humano. Nas análises realizadas o valor médio foi de 1,1 mg/l para as águas do Aquífero Alter do Chão e 1,25 mg/l para o Trombetas.

O potássio ( $\text{K}^+$ ) ocorre em pequenas quantidades ou está ausente nas águas subterrâneas, devido à sua participação intensa em processos de troca iônica, da facilidade de ser adsorvido pelos minerais de argila, e ainda, de seus sais serem bastante utilizados pelos vegetais. Os teores de potássio nas águas subterrâneas são inferiores a 10 mg/l, sendo mais freqüentes valores entre 1 e 5 mg/l. Nas amostras analisadas o valor médio foi de 0,39 mg/l para o Aquífero Alter do Chão e 0,19 mg/l para o Trombetas.

O cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) é o elemento mais abundante na maioria das águas e o principal responsável pela dureza. Apresenta-se sob a forma de bicarbonato e raramente como carbonato. Nas águas subterrâneas, os teores de cálcio variam, em geral, entre 10 e 100mg/l. Nas águas analisadas o valor médio foi de 0,30 mg/l para o Aquífero Alter do Chão e 2,39 mg/l para o Trombetas.

O Magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) apresenta propriedades similares ao cálcio, porém é mais solúvel, mais difícil de precipitar. Quando em solução tem a tendência de nela permanecer, daí o enriquecimento dos seus sais nas águas dos oceanos. Juntamente com o cálcio é o responsável pela dureza e produz gosto salobro nas águas. Ocorre sob a forma de bicarbonato. As águas meteóricas apresentam teores de magnésio entre 0,4 e 1,6 mg/l, e nas águas subterrâneas os teores mais freqüentes encontram-se no intervalo de 1 a 40mg/l. No corpo humano, o magnésio tem função de converter o açúcar em energia, além de ser necessário para o bom funcionamento dos nervos e músculos. Sua deficiência causa nervosismo e tremores e seu excesso é maléfico, provocando distúrbios intestinais (atua como laxante). Nas águas analisadas o valor médio foi de 1,93 mg/l para o Alter do Chão e de 1,02 mg/l para o Trombetas.

De acordo com os resultados obtidos, as águas subterrâneas do DAS são de boa qualidade para consumo humano, com restrição apenas ao pH e à baixa quantidade de sais dissolvidos, entretanto para fins agrícolas essas águas não apresentam restrições, conforme

classificação proposta pelo United States Salinity Laboratory (USSL), que será exposta a seguir.

### 5.3. Classificação das águas

Para a classificação das águas subterrâneas analisadas, foi empregado o Diagrama da USSL e o Diagrama de Piper, com auxílio do software Qualigraf da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME (MOBUS, 2002). Estes diagramas são utilizados quando se trabalha com um grande número de análises. O Diagrama de Piper é utilizado para classificar e comparar os distintos grupos de águas quanto aos íons dominantes e o da USSL para classificar e comparar as águas para uso na agricultura.

De acordo com a classificação proposta no ano de 1.954 pelo United States Salinity Laboratory (USSL), que se baseia na condutividade elétrica e na razão de adsorção de sódio (SAR), ou seja, da relação do sódio com cálcio mais magnésio, as águas analisadas foram classificadas na classe C0-S1. A referida classe diz respeito a valores muito baixo da SAR e da condutividade elétrica e quanto menor a SAR mais apropriada a água será para fins de irrigação. O software utilizado calcula a SAR e apresenta a categoria de cada amostra na classificação do USSL; entretanto, devido aos valores muito baixos de condutividade elétrica (Tabelas 1, 2 e 3 - Anexos), as águas analisadas não aparecem na área do gráfico, cujo limite inferior é de 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Assim o Qualigraf indicou apenas a sua classe.

Com relação ao diagrama de Piper, as águas do Aquífero Alter do Chão (Figura 04) foram classificadas como Bicarbonatada-Cloretada Magnesianas e as águas do Aquífero Trombetas (Figura 05) como Cloretada-Bicarbonatadas Magnesianas.

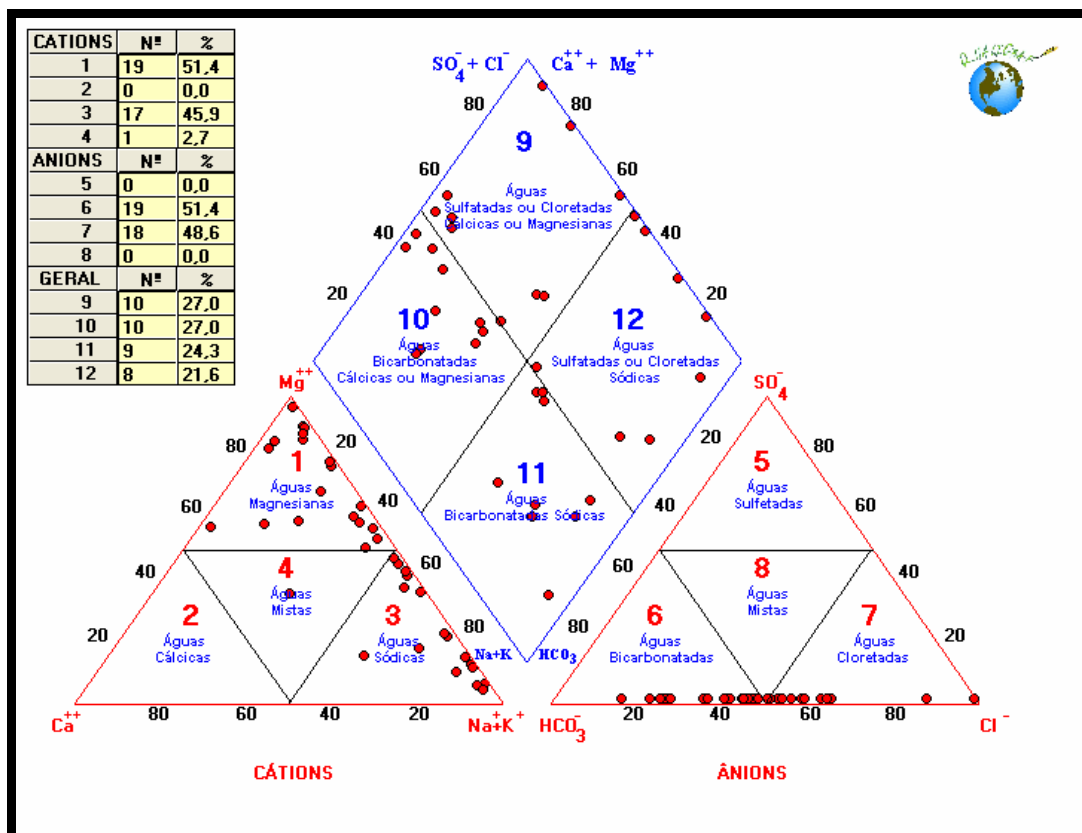


Figura – 04: Diagrama de Piper para as águas do Aquífero Alter do Chão.

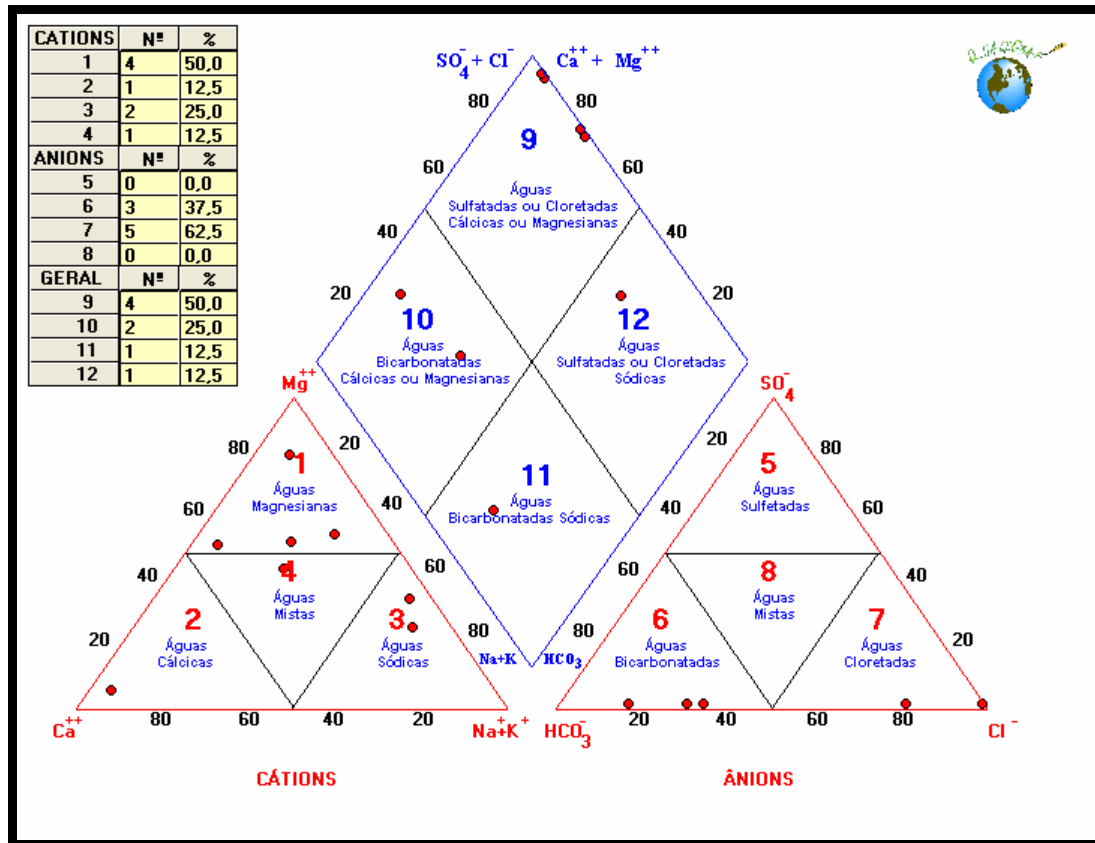


Figura – 05: Diagrama de Piper para as águas do Aquífero Trombetas.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A área estudada destina-se prioritariamente para fins agropecuários, portanto, os recursos hídricos subterrâneos terão importância fundamental no seu desenvolvimento econômico. Apesar da região ser cortada por vários rios e igarapés, o recurso água poderá não ocorrer no local desejado. Nesse caso, seria necessária a construção de um sistema de captação e distribuição, que geralmente apresenta custos superiores à perfuração e instalação de um poço tubular, além do fato das águas subterrâneas serem mais abundantes e menos vulneráveis à contaminação.

As características químicas e físico-químicas das amostras analisadas permitem concluir sobre o uso e a potabilidade das águas subterrâneas locais. Os resultados obtidos mostraram que as águas subterrâneas do DAS, de um modo geral, são pouco mineralizadas e ligeiramente ácidas, porém propícias para o consumo humano, pois estão de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente, ou seja, pela Portaria Federal MS nº 518, de 25.03.2004, e, conseqüentemente, podem ser utilizadas sem restrições para diversas solicitações.

De acordo com dados de produção dos poços considerados representativos, notadamente dos localizados na sede do município de Rio Preto da Eva, e também de poços situados na circunvizinhança do DAS, não será difícil obter vazões de 20m<sup>3</sup>/h no Aquífero Alter do Chão, desde que os poços sejam perfurados dentro das normas técnicas e com diâmetro de revestimento de 6 polegadas ou maior e espessura superior a 100m. Entretanto, a mesma facilidade não será encontrada para poços a serem perfurados no Grupo Trombetas, conforme características anteriormente mencionadas.

Devido tratar-se de um distrito agropecuário, quando da sua ocupação mais intensa o uso de agrotóxicos e corretivos dos solos será elevado e a qualidade das águas subterrâneas certamente será prejudicada. Portanto, recomenda-se que seja realizado o acompanhamento periódico da qualidade dessas águas, por meio de levantamentos semestrais com piezômetros localizados em pontos estratégicos, e também que os responsáveis, ou seja, os futuros proprietários da terra comuniquem ao órgão gestor os produtos utilizados em suas atividades agropecuárias e quantidade, notadamente com relação aos defensivos agrícolas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Minas e Metalurgia. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Carta Hidrogeológica da cidade de Manaus**. Relatório Preliminar. Programa de Apoio a Gestão de Águas Subterrâneas – PAGAS. [Manaus]: CPRM, 2002. Anexos mapas.
- BIZZI L.A.; *et al.* **Mapa de Geologia e Recursos Minerais da Amazônia Brasileira**: Sistema de Informações Geográficas – SIG. Rio de Janeiro, CPRM, 2002. (escala 1:750.000). 1 CD-ROM.
- BRASIL. **Portaria 518**, de 25 de março de 2004. Ministério da Saúde, 2004.
- CABRAL, J.J.S.P. Movimento das Águas Subterrâneas. In: **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Fortaleza: CPRM, REFO, LABHID - UFPE. 2000. cap. 3, p. 35-41.
- CAPUTO, M.V. **Stratigraphy, tectonics, palaeoclimatology and palaeogeography of northern basins of Brazil**. 1984. 586p. Tese Doutorado. S. Barbara, California University (PHD thesis). 1984.
- COSTA, W.D. Uso e Gestão de Água Subterrânea. In: **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Fortaleza: CPRM, REFO, LABHID-UFPE, 2000. cap.14, p. 341-366.
- FRANÇA, H.P.M. de; MORAIS, F.; OLIVEIRA, J.R. **Estudo Hidrogeológico da Área de Fazendinha**; Nova Olinda do Norte. Relatório Final. Manaus: CPRM, PETROMISA, 1984. 109p.
- FRANÇA, H.P.M. de. **Estudo da Bateria de Poços da Área Industrial de Manaus**. Relatório interno. Manaus: Gillete do Brasil Ltda. 1999.
- MATHESS, G.; HARVEY, A. **The Properties of Groundwater**. 1 ed., USA: John Wiley & Sons. 406p. 1982.
- MANOEL FILHO, J. Contaminação das Águas Subterrâneas. In: **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Fortaleza: CPRM, LABHID - UFPE. 2000. cap. 6, p. 109-131.
- MOBUS, G. Qualigraf – **Programa para análise da qualidade de água** – Versão Beta. Fortaleza: FUNCEME. 2002.
- SANTOS, A.C. Noções de Hidroquímica. In: **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 2000. cap. 5, p. 81-107.
- SILVA, M.L. da. Hidroquímica Elementar e dos Isótopos de Urânio no Aquífero de Manaus - AM. 1999. 82p. Dissertação de Mestrado (Conservação e Manejo de Recursos, Área de Concentração e Gestão Integrada de Recursos). Centro de Estudos Ambientais da Universidade Estadual Paulista-UNESP, Rio Claro, SP, 1999.
- SOUZA, M.M. de. Perfil Geológico da BR-174 (Manaus/Boa Vista) no trecho: Manaus - Serra do Abonari. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 28, 1974. Porto Alegre: **Anais**. Sociedade Brasileira de Geologia, 1974, v. 2, p. 75-86.
- SOUZA, M.M. de. Panorâmica dos Trabalhos de Captação de Águas Subterrâneas Desenvolvidas pela CPRM no Estado do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 6, 1990. Porto Alegre, **Anais**, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990, v. 1, p. 199-204.
- TODD, D.K. **Groundwater hydrology**. New York: John Wiley & Sons, 1980. 535p.



# Anexos

---

# Anexo I

---

## Tabelas

## TABELA I - Características dos Pontos D'Água Cadastrados

Ponto	Local	Grau	Min.	Seg.	Grau	Min.	Seg.	Cota (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m3/h)	Prof. (m)	C.(µS/cm) "Campo"	Tipo	Lab.
1	Ramal Francisca Mendes	2	42	39	59	40	31		10,0			13,0	16,2	Escavado	
2	RFM - Fazenda Paudarco	2	42	38	59	40	15					100,0	18,0	Tubular	
3	RFM - Bom Sossego	2	44	25	59	38	41	56,0				30,0	32,3	Tubular	VB - 15
4	Rod. AM-10, km - 79	2	41	41	59	41	30					120,0	11,8	Tubular	
5	Rod.AM-10, km-83, F.Santa Rosa	2	41	7	59	40	12					120,0	12,5	Tubular	
6	Rod.AM-10, km-83, F.Santa Rosa	2	41	9	59	40	13					114,0		Tubular	
7	Rod. AM-10, km-86	2	39	2	59	38	33					50,0	64,1	Tubular	
8	Est.V. ZF-09, km - 85, C.José Lin.	2	40	15	59	28	33	106,0	12,3			53,0	14,8	Tubular	VB - 10
9	Est.V. ZF-09, km - 17/ Faz. Patauá	2	39	48	59	24	13					35,0		Tubular	
10	Est.V.ZF-09, km - 16,5/ Agr. N.O.	2	40	24	59	24	40	77,0	12,5			56,0	14,8	Tubular	VB - 11
11	Ramal 10, km - 8/ Faz. Progresso	2	42	55	59	26	38	91,0				45,0	16,5	Tubular	VB - 09
12	Ramal Procópio, km - 11	2	41	56	59	25	46					32,0		Tubular	
13	Rod. AM-10, km-100/C.N.S. Apar.	2	40	19	59	31	56	128,0	11,1			30,0	15,3	Tubular	VB - 12
14	Estrada Vicinal ZF-07	2	25	51	59	33	42					70,0	14,7	Tubular	
15	Est. V. ZF-7B/ Faz. Panorama	2	36	53	59	40	45	74,0	10,5			30,0		Tubular	VB - 14
16	Est. V. ZF-7B/ Faz. Novo Paraíso	2	37	47	59	41	16					30,0	13,0	Tubular	
17	Est. V. ZF-7B, km-0,1/S.Riacho F.	2	39	36	59	39	23	105,0	15,5			75,0	13,6	Tubular	VB - 13
18	Ramal S. Benedito	2	41	15	59	41	2					80,0	15,1	Tubular	
19	R. Baixo Rio, km-3/ Sítio.Fr. Neves	2	43	12	59	41	41	37,0				32,0	17,6	Tubular	VB - 21
20	Ramal Baixo Rio, km -2	2	40	50	59	42	3					30,0	50,5	Tubular	
21	Rua Gov. Angelo Amaral	2	41	58	59	42	2					90,0	24,3	Tubular	
22	Rod. Am-10, km-70/ F.Passágarda	2	42	5	59	42	59					15,0	16,1	Tubular	
23	Rod. AM-10, km-76/F.Passágarda	2	42	10	59	42	48					20,0	24,9	Tubular	
24	Rod. Am-10, km-75	2	42	47	59	43	40	61,0					12,5	Tubular	VB - 18
25	Rod.AM-10, km-74	2	42	8	59	44	4					80,0	17,6	Tubular	
26	Rua Gov. Gilb.M./Júlio Nery 2ª Eta.	2	41	32	59	42	13					58,0	86,8	Tubular	
27	Rua Gov.Pimenta Bueno nº 14	2	41	56	59	42	2					80,0	40,9	Tubular	
28	Estrada Vicinal ZF-01,km - 12	2	37	5	59	56	19	151,0	25,2			40,0	18,2	Tubular	VB - 27
29	Rod. AM -10, km-69	2	44	24	59	45	9	116,0				30,0	13,1	Tubular	VB - 17
30	Rod. AM-10,km-64	2	43	41	59	48	11					80,0	14,2	Tubular	VB - 25

## TABELA I Cont. - Características dos Pontos D'Água Cadastrados

Ponto	Local	Grau	Min.	Seg.	Grau	Min.	Seg.	Cota (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Prof. (m)	C.(µS/cm) "Campo"	Tipo	Lab.
31	Ramal do Betel/Sítio Águas Claras	2	43	9	59	48	24	63				30	13,8	Tubular	VB - 16
32	Estrada Vicinal ZF- 01	2	42	6	59	52	27					78		Tubular	
33	Estrada Vicinal ZF- 01, km - 04	2	42	4	59	52	13					60	12,3	Tubular	
34	R. Alto Rio, km-04 / Faz.Jiquitaia	2	39	46	59	43	16					30	36	Tubular	
35	R. Alto Rio, km-06/ Sítio B.Novas	2	39	23	59	43	25					30,0	28,2	Tubular	
36	Com.Nova Jerusalem, km - 11	2	37	36	59	44	27	53,0	7,7			36,0	26,6	Tubular	VB - 23
37	Com.Nova Jerusalem, km - 11	2	37	41	59	44	27	50,0				36,0	17,1	Tubular	VB - 19
38	Estrada do Alto Rio	2	40	12	59	43	20					60,0		Tubular	
39	Estrada do Alto Rio, km -3	2	40	48	59	42	46					38,0	20,8	Tubular	
40	Estrada Vicinal ZF-01,km -07	2	40	48	59	52	55					50,0	9,5	Tubular	
41	Est.Vicinal ZF-01/ Sítio Lumiere	2	36	35	60	0	28					60,0	4,8	Tubular	
42	Estrada Vicinal ZF-01, km-4	2	37	8	60	0	31	106,0				60,0	9,8	Tubular	VB - 29
43	Est.Vic. ZF-01, km-10/ Pica Pau	2	36	20	59	57	21	149,0				102,0	13,5	Tubular	VB - 28
44	Est.Vic.ZF-01, km-11/ F.Betolandia	2	36	26	59	56	55					60,0	8,6	Tubular	
45	Rua Gonçalves Dias, M.Castelo II	2	41	39	59	41	35		42,0	74,0	22,0	145,0	13,0	Tubular	
46	São Benedito	2	41	0	59	42	9		24,0	58,0	28,0	140,0	12,3	Tubular	
47	Rua Anísio Jobim-Monte Castelo II	2	41	42	59	41	48		31,5	72,0	6,6	136,0	9,5	Tubular	
48	Distrito Industrial/ Monte Castelo II	2	41	41	59	41	27		36,0	76,0	26,0	150,0	13,6	Tubular	
49	Comunidade S. Benedito	2	41	6	59	42	14		21,0	52,0	34,0	140,0	13,8	Tubular	
50	Rua Coelho de Resende/Est.Velha	2	41	45	59	41	39		46,0	83,0	36,0	150,0	12,0	Tubular	
51	Rua Romão Silva/ Bairro da Paz	2	42	1	59	41	44		28,5	70,0	37,7	153,0	11,8	Tubular	
52	Rua 6 J.com 12 de Outubro/B.Paz	2	42	7	59	41	41		32,0	57,0	36,0	155,0	10,8	Tubular	
53	Vicinal ZF-01, km-8/Faz. La Salle	2	40	7	59	52	47					80,0	14,6	Tubular	
54	Estrada do Alto Rio, km-6	2	39	15	59	43	34	64,0				30,0	25,3	Tubular	VB - 20
55	Rua Gonçalves Dias, M.Castelo II	2	41	39	59	41	35					100,0		Tubular	
56	Ramal Alto Rio	2	40	36	59	43	8					80,0		Tubular	
57	Av. Courrado Neymaier	2	41	54	59	41	58					32,0		Tubular	
58	José Lindoso, 1ª Etapa	2	41	38	59	42	9					52,0		Tubular	
59	Gilb. Mestrinho Com Júlio Nery	2	41	38	59	42	9					72,0		Tubular	
60	Rua Adolfo Lisboa, Monte Castelo I	2	41	47	59	41	55							Tubular	

## TABELA I Cont. - Características dos Pontos D'Água Cadastrados

Ponto	Local	Grau	Min.	Seg.	Grau	Min.	Seg.	Cota (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m3/h)	Prof. (m)	C.(µS/cm) "Campo"	Tipo	Lab.
61	Estrada Vicinal ZF-6, km-05	2	13	29	60	1	3		2,5			3	34,9	Escavado	
62	Est.Vicinal ZF-6, km-10/ Faz. V.R.	2	13	25	59	57	20					40	14,8	Tubular	VB - 39
63	Br-174, km-84 / Faz. Agroman	2	14	19	60	1	33		13			22	32,2	Tubular	VB - 34
64	Br-174, km-84 / Faz. Agroman	2	14	21	60	1	33							Fonte	
65	Estrada Vicinal ZF-5/ Usina Caiaué	2	13	12	60	4	51					70	14	Tubular	
66	Br-174, km-78 / Faz. Monterosa	2	17	41	60	2	13		10			11,5	12,5	Escavado	
67	Br-174, km-78 / Faz. Monterosa	2	17	39	60	2	8					40	16,5	Tubular	
68	Br-174, km-78 / Faz. Monterosa	2	17	29	60	1	52	135				36	25,1	Tubular	VB - 33
69	Br-174, km-78	2	17	29	60	2	31		24			36	13,4	Tubular	
70	Br-174, Km-78	2	17	21	60	2	28					60,0		Tubular	
71	Br-174	2	18	57	60	2	51		5,0			7,0		Escavado	
72	Br-174, km-73	2	20	28	60	3	0					40,0	10,2	Tubular	VB - 35
73	Fazenda Porto Alegre	2	22	13	60	2	7						17,6	Fonte	
74	ZF-04/ Sítio do Neto	2	23	48	60	2	43					42,0	14,0	Tubular	
75	ZF-04, Km-11/ Sítio Santa Rosa	2	24	25	60	5	27					42,0	13,2	Tubular	
76	ZF-04, Km-16/ Sítio Vascão	2	25	6,3	60	6	49,6					35,0	13,0	Tubular	VB - 37
77	ZF-04, km-19	2	25	54	60	7	26		13,0			15,0	19,6	Tubular	
78	ZF-04, km-24/ Sítio D'Aline	2	26	12	60	9	30		10,0			10,5		Escavado	
79	ZF-04, km-26	2	26	4	60	10	19		5,5			7,2	43,7	Escavado	
80	ZF-04, km-1,5/ Sítio J.P.Valente	2	24	3	60	2	47		17,0			21,0	18,4	Tubular	
81	BR-174, km-60 / Agrop. Tapajós	2	27	34	60	0	26					70,0	18,1	Tubular	
82	BR-174, km-51/ Embrapa	2	31	57	60	1	21						18,5	Tubular	
83	ZF-02,km-23/ E.Ecológica do INPA	2	38	16	60	9	23					70,0	21,2	Tubular	
84	ZF-02,km-24/ E.Meter.do INPA	2	35	35	60	12	40						9,9	Tubular	
85	Estrada Vicinal ZF-05/Ind. Caiaué	2	12	50	60	5	36					60,0	53,2	Tubular	VB - 38
86	BR-174, Vila Canaã (Nº 76 FNS)	2	37	4	60	2	4	82,0	12,7			21,2	14,4	Tubular	VB - 05
87	R.do Neguinho/Sítio Paraíso Verde	2	42	56	60	4	59		2,1			3,0	14,1	Escavado	
88	Ceplac-Estação Experimental R.N.	2	33	47	60	2	0					76,0	17,4	Tubular	VB - 36
89	Dist.Agro-Industrial Honda (Sede)	2	33	21	60	1	32					86,0	13,7	Tubular	
90	Dist.Agro-Industrial Honda (PT-02)	2	32	58	60	1	37		30,5			81,5	21,9	Tubular	

**TABELA I Cont. - Características dos Pontos D'Água Cadastrados**

Ponto	Local	Grau	Min.	Seg.	Grau	Min.	Seg.	Cota (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m3/h)	Prof. (m)	C.(µS/cm) "Campo"	Tipo	Lab.
91	Polícia Rod. Fed. BR-174 / km-43	2	35	52	60	2	9					70,0	18,5	Tubular	VB - 30
92	BR-174,km-43/E.Silvicultura INPA	2	35	57	60	2	13					72,0	18,1	Tubular	
93	BR-174,km-41/E.Fr.Tropical INPA	2	37	21	60	2	33					60,0	23,1	Tubular	
94	BR-174,km-41/ Vila Canaã	2	37	9	60	2	13		17,7			31,5	15,2	Tubular	
95	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	9	60	2	12		10,3			20,4	14,0	Tubular	
96	BR-174, km-41/ Vila Canaã (Sede)	2	37	0	60	2	17	78,0	13,2			33,0	16,5	Tubular	VB - 01
97	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	5	60	2	20		8,7			37,0	16,7	Tubular	
98	BR-174, km-41/ Vila Canaã (Bar)	2	37	9	60	2	20	80,0	8,5			24,0	9,3	Tubular	VB - 06
99	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	11	60	2	20		12,4			24,0	14,3	Tubular	
100	BR-174, km-41/ Vila Canaã (Móvel)	2	37	15	60	2	20		8,3			19,0	17,2	Tubular	
101	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	12	60	2	20		12,0			19,6	13,9	Tubular	
102	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	13	60	2	20		10,1			19,4	13,4	Tubular	
103	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	17	60	2	20		11,3			27,3	15,0	Tubular	
104	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	15	60	2	17	81,0	22,8			31,1	17,1	Tubular	VB - 08
105	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	6	60	2	12		13,5			22,0	13,9	Tubular	
106	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	8	60	2	12		18,5			21,6	24,9	Tubular	
107	BR-174, km-41/ Vila Canaã(1ªRua)	2	37	4	60	2	14		14,9			27,9	15,2	Tubular	
108	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	8	60	2	15	77,0				18,0	14,0	Tubular	VB - 07
109	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	12	60	2	16					22,0	9,0	Tubular	
110	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	13	60	2	12		21,4			27,7	13,5	Tubular	
111	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	2	60	2	12		11,2			25,8	15,8	Tubular	
112	BR-174, km-41/ Vila Canaã(2ªRua)	2	37	3	60	2	12		11,3			35,5	13,1	Tubular	
113	BR-174, km-41/ Vila Canaã(2ªRua)	2	37	3	60	2	11		16,5			27,0	14,1	Tubular	
114	BR-174, km-41/ Vila Canaã(2ªRua)	2	37	1	60	2	11	75,0	10,5			17,6	14,2	Tubular	VB - 02
115	BR-174, km-41/ Vila Canaã(2ªRua)	2	37	2	60	2	10		11,9			20,4	16,1	Tubular	
116	BR-174, km-41/ Vila Canaã(3ªRua)	2	37	5	60	2	8		8,7			23,6	15,0	Tubular	
117	BR-174, km-41/ Vila Canaã(3ªRua)	2	37	5	60	2	7		9,9			19,8	14,2	Tubular	
118	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	6	60	2	6		12,7			14,7		Tubular	
119	BR-174, km-41/ Vila Canaã(3ªRua)	2	37	6	60	2	10		6,9			16,3	23,6	Tubular	
120	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	5	60	2	10		9,0			19,4	12,8	Tubular	

## TABELA I Cont. - Características dos Pontos D'Água Cadastrados

Ponto	Local	Grau	Min.	Seg.	Grau	Min.	Seg.	Cota (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Prof. (m)	C.(µS/cm) "Campo"	Tipo	Lab.
121	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	9	60	2	6	100,0	20,4			24,3	12,8	Tubular	VB - 04
122	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	11	60	2	8		11,2			26,9	13,8	Tubular	
123	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	11	60	2	6		11,2			19,8	12,5	Tubular	
124	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	10	60	2	4	72,0	9,9			21,6	24,7	Tubular	VB - 03
125	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	7	60	2	5		21,2			25,0	15,8	Tubular	
126	BR-174, km-41/ Vila Canaã	2	37	6	60	2	4		15,4			26,1	11,2	Tubular	
127	BR-174, km-39/ Sítio São Pedro	2	37	52	60	2	18		6,0			12,0	49,6	Tubular	
128	BR-174, km-38 (PT-01)	2	39	11	60	3	13		35,4			60,0	25,1	Tubular	
129	BR-174, km-38 (PT-02)	2	38	55	60	2	59	88,0				60,0	10,4	Tubular	VB - 32
130	BR-174, km-37	2	38	52	60	2	15					30,0	13,6	Tubular	
131	BR-174, km-37/ Faz. Açai I	2	39	54	60	2	23					60,0	30,4	Tubular	
132	BR-174, km-35/ CECAN	2	39	55	60	3	3		0,1			23,0	20,5	Tubular	
133	BR-174, km-34	2	41	9	60	2	45					60,0	11,9	Tubular	
134	BR-174, km-32/ Faz. São Pedro II	2	41	57	60	3	17		4,3			15,5	32,7	Tubular	
135	BR-174, km-32/ Sítio Mestre Aldo	2	42	0	60	2	52		11,5			11,8	58,5	Escavado	
136	Base Policia Federal (Rio Cuieiras)	2	42	18	60	23	3					80,0	111,0	Tubular	
137	SUFRAMA- Sede Mun.(R.P.EVA.)	2	42	21	59	43	2		17,7	49,6	8,5	72,0		Tubular	
138	Rod. AM-010, km-79/ Colônia Agr.	2	41	35	59	42	15		4,5	44,8	65,5	80,0		Tubular	
139	Estrada Vicinal ZF-02, LBA/ INPA	2	36	19	60	12	25	95,0	26,8			33,0	18,0	Tubular	CA - 01
140	Estrada Vicinal ZF-02, LBA/ INPA	2	36	30	60	12	30	99,0	35,7			51,0	22,0	Tubular	CA - 02
141	Estrada Vicinal ZF-02, LBA/ INPA	2	36	23	60	12	28	86,0	30,3			39,0	22,0	Tubular	
142	Rod. AM-240, km-46	2	3	23,2	59	38	38,4	164,0				75,0		Tubular	BAL - 01
143	Rod. AM-240, km-50/C.São Miguel	2	2	1,1	59	36	8,4	159,0				30,0		Tubular	BAL - 02
144	Rod. AM-240, km-25/C.Cristo Rei	2	2	44,9	59	46	59,8	180,0				65,0		Tubular	BAL - 06
145	Rod. AM-240, km-36	2	2	44,9	59	47	7,9	168,0				25,0		Tubular	BAL - 07
146	Rod. AM-240, km-41	2	2	51,6	59	40	38,8	166,0				45,0		Tubular	BAL - 08
147	Vila Balbina	1	55	18,6	59	25	14,8	99,0	5,3	49,4	10,3	81,0		Tubular	BAL - 03
148	Vila Balbina	1	55	21,3	59	25	7,3	108,0	3,7	46,1	14,4	90,0		Tubular	BAL - 04
149	Vila Balbina	1	55	31,1	59	24	59,2	117,0	3,3	18,7	42,4	100,0		Tubular	BAL - 05
150	Sede M.- C. Agr.N.S. Aparecida	2	40	42	59	31	55							Fonte	VB - 24
151	Rod. AM-10 / Ins. Novo Mundo	2	43	56	59	52	47,6	120,0				100,0	11,6	Tubular	VB - 26



**TABELA II - Parâmetros Químicos e Físico-Químicos das Águas do Aquífero Alter do Chão**

Ponto	Lab	pH	Cond.	Alcal.	Ca +	Cl <sup>-</sup>	Mg +	Dureza	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe Total	Fe Dis.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Si(OH) <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
			(µS/cm)	(HCO <sub>3</sub> )	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(CaCO <sub>3</sub> )	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
96	VB 1	4,8	24,8	2,44	0,34	0,96	3,37	16,38	<1,0	3,5	0,1	0,18	0,17	1,43	<0,1	<0,005	1,32	<0,001
114	VB 2	4,6	18,1	1,83	<0,02	0,57	0,16	0,76	<1,0	2,3	0,1	0,19	0,17	0,77	<0,1	<0,005	1,37	<0,001
124	VB 3	4,6	23,9	1,83	3,17	1,51	16,72	85,35	<1,0	1	0,16	0,21	0,19	0,77	0,14	<0,005	2,03	0,008
121	VB 4	4,6	13,5	1,22	0,59	0,8	2,39	12,59	<1,0	0,1	<0,1	0,26	0,18	0,33	<0,1	<0,005	2,07	<0,001
86	VB 5	4,5	15,8	1,83	<0,02	0,93	0,44	2	<1,0	1,1	<0,1	0,18	0,17	0,09	0,13	<0,005	1,69	<0,001
98	VB 6	4,9	11,5	2,44	<0,02	0,47	0,15	0,71	<1,0	1	<0,1	0,18	0,17	0,88	<0,1	<0,005	1,49	<0,001
108	VB 7	4,5	17,7	1,22	0,45	0,63	0,16	2	<1,0	1,2	<0,1	0,5	0,37	0,33	<0,1	<0,005	1,04	0,002
104	VB 8	4,4	17,7	1,83	0,21	1,25	3,72	17,62	<1,0	0,7	0,1	0,27	0,2	0,33	0,1	<0,005	1,88	0,002
11	VB 9	5	29,1	0,61	<0,02	2,72	0,09	0,44	<1,0	3	<0,1	0,21	0,19	0,55	<0,1	<0,005	3,28	0,002
8	VB 10	4,4	12,4	0,61	<0,02	0,37	0,48	2,22	<1,0	1	<0,1	0,17	0,15	0,04	<0,1	<0,005	1,82	<0,001
10	VB 11	4,3	13,8	-	<0,02	0,41	0,52	2,4	<1,0	1	<0,1	0,19	0,18	0,04	<0,1	<0,005	7,26	0,005
13	VB 12	4,3	13,44	-	<0,02	0,44	0,83	3,78	<1,0	2	<0,1	0,4	0,21	0,15	<0,1	<0,005	2,18	<0,001
17	VB 13	4,5	16,75	1,83	<0,02	1,55	0,17	0,8	<1,0	1,9	<0,1	0,25	0,2	0,46	<0,1	<0,005	2,58	<0,001
15	VB 14	4,1	48,6	-	0,09	1,63	6,47	6,74	<1,0	2,2	1,7	0,16	0,15	0,29	0,12	<0,005	4,08	<0,001
3	VB 15	4	35,3	-	0,09	0,61	5,85	6,1	<1,0	0,4	0,8	0,21	0,17	0,2	0,14	<0,005	2,82	<0,001
31	VB 16	4,4	10,76	0,61	<0,02	0,45	1,58	1,62	<1,0	0,2	<0,1	0,27	0,17	0,14	0,1	<0,005	3,12	<0,001
29	VB 17	4,4	12,5	0,61	<0,02	0,68	<0,02	<0,02	<1,0	0,7	<0,1	0,18	0,18	0,11	<0,1	<0,005	2,82	<0,001
24	VB 18	4,4	14,29	0,61	<0,02	0,61	0,56	0,57	<1,0	0,7	<0,1	0,19	0,17	0,23	<0,1	<0,005	3,24	<0,001
37	VB 19	4,3	14,96	-	<0,02	0,41	<0,02	<0,02	<1,0	0,3	<0,1	0,23	0,23	0,34	<0,1	<0,005	2,76	<0,001
54	VB 20	4	42,4	-	<0,02	0,45	0,36	0,37	<1,0	0,5	<0,1	0,17	0,17	1,2	<0,1	<0,005	3,12	<0,001
19	VB 21	4,9	35,8	3,66	<0,02	0,61	1,05	1,07	<1,0	0,3	5,4	0,21	0,19	0,11	<0,1	<0,005	15,54	0,031
30	VB 25	4,4	13	0,61	0,31	0,29	0,21	0,52	<1,0	0,3	<0,1	0,09	0,06	0,1	<0,1	<0,005	5,34	<0,001
151	VB 26	4,5	12,4	0,61	<0,02	0,33	0,12	0,12	<1,0	0,3	<0,1	0,12	0,08	0,06	<0,1	<0,005	4,98	<0,001
28	VB 27	4,5	16,77	0,61	<0,02	0,65	0,1	1	<1,0	0,1	<0,1	0,77	0,07	0,14	<0,1	<0,005	5,46	0,003
43	VB 28	4,5	12,31	0,61	0,26	0,29	0,35	0,4	<1,0	0,1	<0,1	0,11	0,07	0,04	<0,1	<0,005	5,4	0,003
42	VB 29	4,5	12,52	0,61	<0,02	0,36	0,22	0,22	<1,0	0,2	<0,1	0,1	0,08	0,08	<0,1	<0,005	3,48	0,003
91	VB 30	4,3	28,2	-	<0,02	0,2	<0,02	<0,02	<1,0	0,1	<0,1	0,1	0,09	0,65	<0,1	<0,005	2,94	0,01
129	VB 32	4,5	13,09	0,61	0,12	0,3	3,21	3,42	<1,0	0,5	<0,1	0,01	0,03	0,15	<0,1	<0,005	3,3	0,004
68	VB 33	4,6	17,14	1,22	<0,02	0,56	1,96	2,01	<1,0	1,9	<0,1	0,18	0,04	0,7	<0,1	<0,005	2,34	0,003
63	VB 34	5	28,5	2,44	1,34	0,5	7,7	9,25	<1,0	4	1,1	0,26	0,04	1,3	<0,1	<0,005	2,59	0,002
72	VB 35	4,8	13,55	1,22	<0,02	0,5	0,21	0,21	<1,0	2,4	1,5	0,04	0,02	0,6	<0,1	<0,005	3,36	<0,001
88	VB 36	4,9	13,85	2,44	<0,02	0,53	0,13	0,13	<1,0	0,8	0,1	0,04	0,04	0,23	<0,1	<0,005	3,3	0,012
76	VB 37	4,7	12,5	1,22	<0,02	0,13	<0,02	<0,02	<1,0	1	0,2	0,04	0,03	0,47	<0,1	<0,005	1,09	<0,001
85	VB 38	4,6	14,9	1,22	<0,02	0,4	2,21	2,74	<1,0	0,9	0,2	0,19	0,04	0,65	<0,1	<0,005	2,73	<0,001
62	VB 39	4,6	12,63	1,22	0,88	0,23	1,81	2,74	<1,0	0,9	0,6	0,01	0,03	0,49	<0,1	<0,005	2,45	<0,001
139	CA 1	4,9	12,61	1,22	2,75	0,57	2,41	5,22	<1,0	0,1	0,1	0,28	0,15	0,06	<0,1	<0,005	4,32	<0,001
140	CA 2	4,6	10,04	1,22	<0,02	0,47	5,53	22,72	<1,0	0,1	<0,1	0,9	0,15	0,03	<0,1	<0,005	2,99	0,008

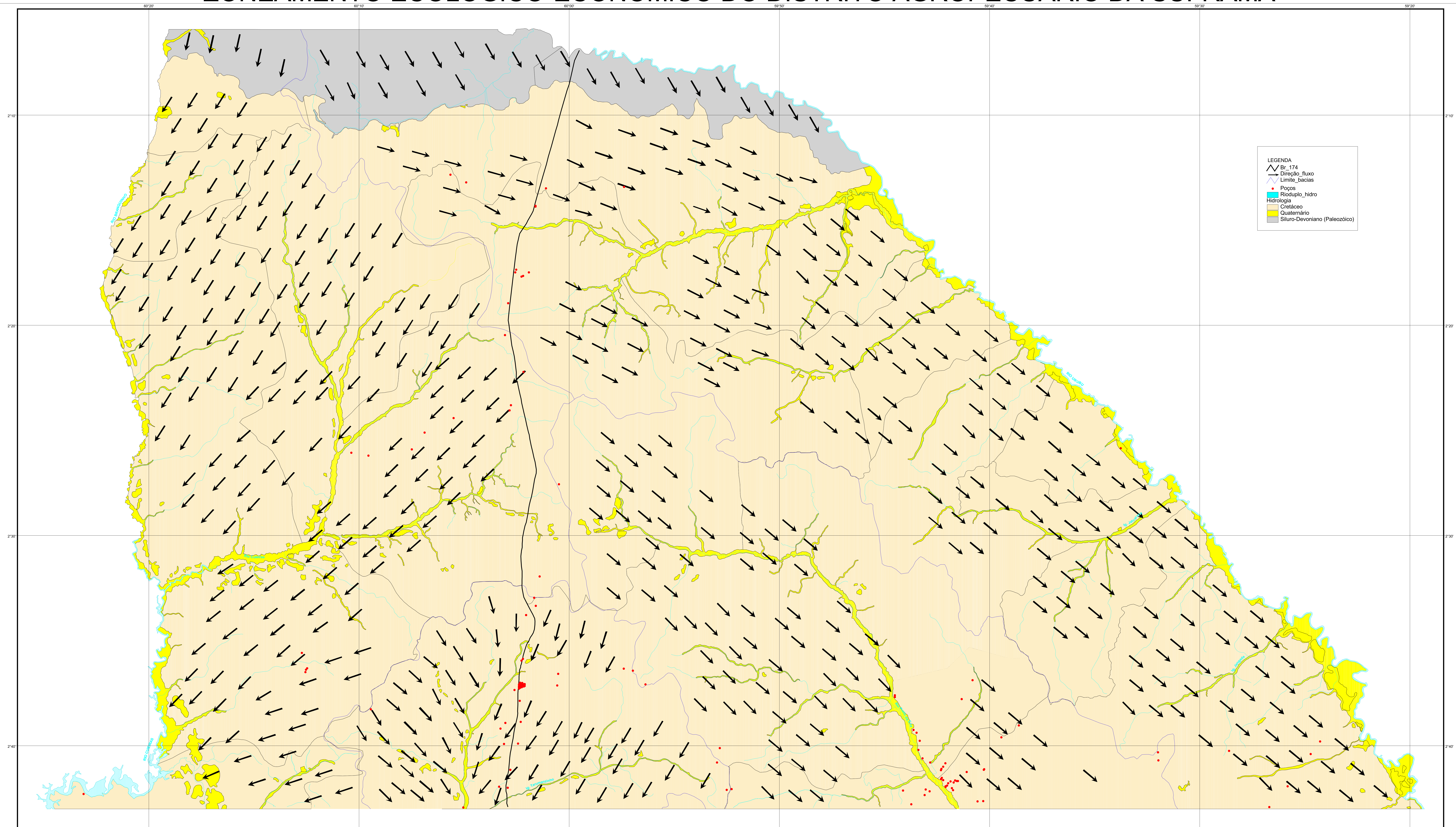
## **Anexo II**

---

### **Mapa hidrogeológico**



# ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO DISTRITO AGROPECUÁRIO DA SUFRAMA



**LEGENDA**

- ▲ Str. 174
- Direção fluxo
- Limite\_bacias
- Poços
- ▲ Rióduplo\_hidro
- Hidrologia
- Cretáceo
- Quaternário
- Siluro-Devoniano (Paleozóico)

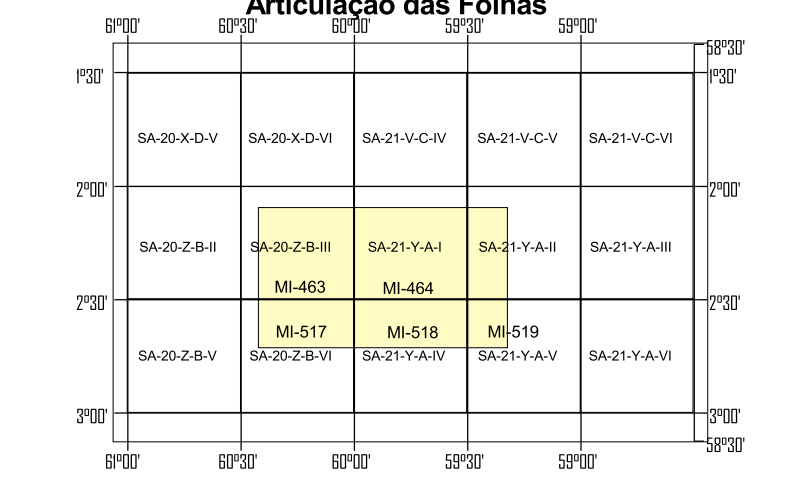
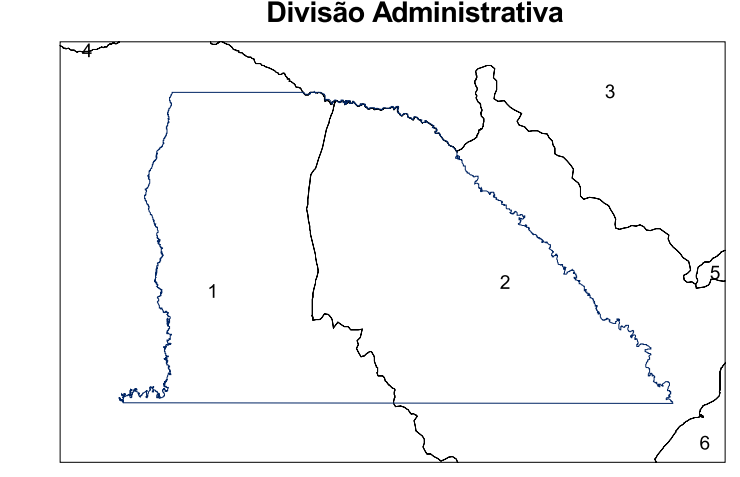
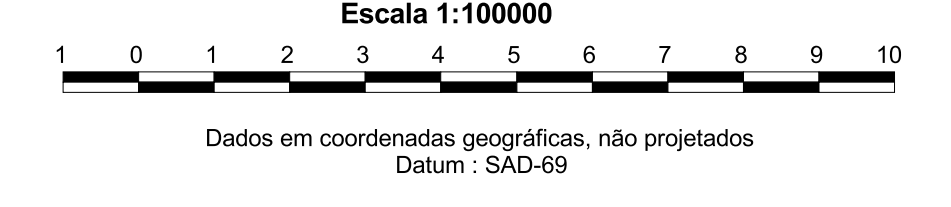
Dados digitalizados a partir de base cartográfica da DSG, 1980. Folhas Faixa Rio Branco (M-463), Rio Urubu (M-464), Iguaçu Coarã (M-517), Espírito Santo (M-518) e Pedreira (M-519), na escala 1:100.000.  
 Na versão inferior do projeto também foram utilizadas as bases cartográficas 1:50.000 da DSG (M-517-1cd, M-518-1cd).  
 Os dados foram complementados com informações de campo, imagens de satélite Landsat anos 2002 e 2004, imagens do Radar ( Shuttle Radar Topographic Mission-NASA), com resolução de 90m.  
 Tratamento cartográfico dos elementos da base de dados e responsabilidade de supervisão de geoprocessamento da CPRM Manaus, realizado pelos técnicos Aldenir Justino e Miguel Holanda.

**Créditos de Autoria**  
 Coordenador:  
 Carlos José Bezerra de Aguiar (CPRM)  
 Equipe:  
 Carlos José Bezerra de Aguiar (CPRM)  
 José Moura Villas Boas (CPRM)

**Convenções Cartográficas**

- Fazenda, Sítio, Acampamentos
- Comunidade, Vila
- Escola
- Serra
- ▲ Córrego
- Comunidade
- Estrada Pavimentada
- Estrada não pavimentada
- Estrada não pavimentada tráfego interrompido

- Drenagem margem simples
- Drenagem margem dupla
- Terreno sujeito a inundação
- Área Urbana
- Linha de transmissão
- Limite do Distrito Agropecuário da Suframa



**Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior** | **CPRM** | **Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral** | **Ministério de Minas e Energia**

**ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO DISTRITO AGROPECUÁRIA DA SUFRAMA**

**HIDROGEOLOGICO**

**Inpa** | **Embrapa** | **DNPM** | **JIPAM**





SUPERINTENDÊNCIA  
DA ZONA FRANCA DE MANAUS



**AFLORAM**  
Agência de Florestas e Negócios  
Sustentáveis do Amazonas

