

V. CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL

O presente capítulo apresenta a caracterização socioambiental de diversos elementos de caracterização, organizados em três componentes sínteses: recursos hídricos e ecossistemas aquáticos; meio físico e ecossistemas terrestres; e meio sócio-econômico.

De acordo com o Termo de Referência, essa caracterização deve ser entendida como “a identificação no espaço e no tempo dos principais aspectos socioambientais que permitem uma visão abrangente dos efeitos cumulativos e sinérgicos dos aproveitamentos hidrelétricos e dos principais usos de recursos hídricos e do solo na bacia”, objetivando ainda a obtenção de um panorama geral da bacia.

Com relação à fonte de dados, ainda de acordo com o Termo de Referência, a caracterização poderia ser desenvolvida com base em informações secundárias disponíveis (bancos de dados oficiais, universidades, centros de pesquisas, entre outros). Entretanto, como a maioria dos elementos de caracterização não dispõe de informações suficientes e atualizadas, tornou-se fundamental aos especialistas envolvidos desenvolverem campanhas de campo, além de analisarem outros instrumentos disponíveis como imagens de satélite.

Além disso, a equipe técnica responsável pelo presente estudo realizou um sobrevôo na região fotografando amplamente toda a bacia, em especial a região próxima ao rio Verde e, posteriormente, georreferenciou todas essas fotos que se tornaram instrumentos fundamentais para elaboração da caracterização.

Quanto às escalas de apresentação, elas são compatíveis com os requerimentos técnicos de cada estudo temático e as exigências dos órgãos ambientais e se baseiam na escala de documentos de levantamentos preexistentes.

A seguir é apresentada a caracterização de cada elemento de caracterização (tema) distribuídos nos três componentes-sínteses citados anteriormente.

5.1 RECURSOS HÍDRICOS E ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

5.1.1 Caracterização física da sub-bacia e suas variáveis principais

A sub-bacia do rio Verde localiza-se entre os paralelos 18°45' e 21°15' de latitude sul e os meridianos 51°50' e 53°55' de longitude oeste. Está inserida na bacia do rio Paraná, tendo por principais contribuintes o rio São Domingos, rio dos Bois, ribeirão da Mutuca, ribeirão Brejão, ribeirão Salgado, ribeirão das Araras, ribeirão Formoso, ribeirão Barra Mansa, ribeirão Ferreira, ribeirão Serrote, ribeirão Barreiro dentre outros, apresentando em alguns pontos algumas quedas d'água de potencial latente para o aproveitamento energético.

Situada a leste do estado do Mato Grosso do Sul, na região geográfica do Planalto da Bacia Sedimentar do Paraná, a sub-bacia do Rio Verde tem seus limites físicos assim considerados: na sua porção norte à noroeste a sub-bacia do rio Taquari integrante da bacia do Paraguai; porção norte à nordeste e a leste a sub-bacia do rio Sucuriú que compõe a bacia do rio Paraná; porção sul à sudoeste a sub-bacia do rio Pardo a qual compõe também a bacia do Paraná e a porção sudeste tem por limite o Estado de São Paulo (figura 5.1.1.1).

Localização da sub-bacia do rio Verde

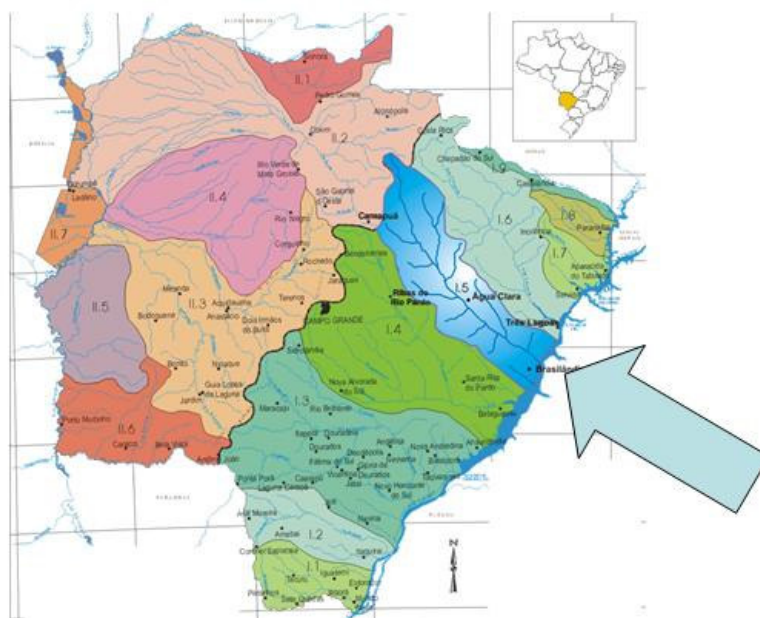


Figura 5.1.1.1 – Localização geral da sub-bacia do rio Verde

O rio Verde tem comprimento aproximado de 385 km e sua sub-bacia ocupa uma área de cerca de 2.277.205 hectares. A principal atividade econômica desenvolvida nessa sub-bacia é a pecuária bovina, que domina a paisagem em quase toda sua extensão. Grande parte da

bacia é ocupada atualmente por pastagens artificiais como a *Brachiaria* spp. A vegetação é originalmente composta por savanas, mas nas margens dos rios Verde e São Domingos ocorrem algumas Áreas das Formações Pioneiras – áreas com influência fluvial estando as mesmas melhor adaptadas as áreas de maiores cotas altimétricas.

Suas nascentes estão localizadas na Serra das Araras, no município de Camapuã, na altitude aproximada de 500 m acima do nível do mar. Sua foz, no remanso do reservatório da Usina Hidrelétrica Sérgio Motta (Porto Primavera), no rio Paraná, situa-se a 260 metros acima do nível do mar.

Sua localização geográfica abrange os municípios de Três Lagoas; Costa Rica, Ribas do Rio Pardo; Camapuã; Água Clara e Brasilândia, citados aqui segundo as respectivas datas de criação do mais antigo para o mais recente, os quais se situam nas coordenadas geográficas conforme a tabela 5.1.1.1. Os municípios de Água Clara (Figura 5.1.1.2) e Brasilândia (Figura 5.1.1.3) são os únicos que tem as sedes situadas dentro ou no limite da sub-bacia do rio Verde. As demais sedes situam-se fora.



Figura 5.1.1.2 – Município de Água Clara, cuja sede fica próxima ao rio Verde.



Figura 5.1.1.3 – Município de Brasilândia, cuja sede fica no divisor de águas da bacia.

Tabela 5.1.1.1 – Coordenadas Geográficas das sedes dos municípios

MUNICÍPIOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)
Três Lagoas	20° 47'18"	51° 42'00"
Ribas do Rio Pardo	20° 26'35"	53° 45'33"
Camapuã	19° 31'53"	54° 02'38"
Água Clara	20° 26'53"	52° 52'41"
Brasilândia	21° 15'21"	52° 02'13"

A figura 5.1.1.4 apresentada a seguir demonstra, de modo geral, onde estão os principais aproveitamentos previstos na sub-bacia, assim como as estradas principais e os municípios.

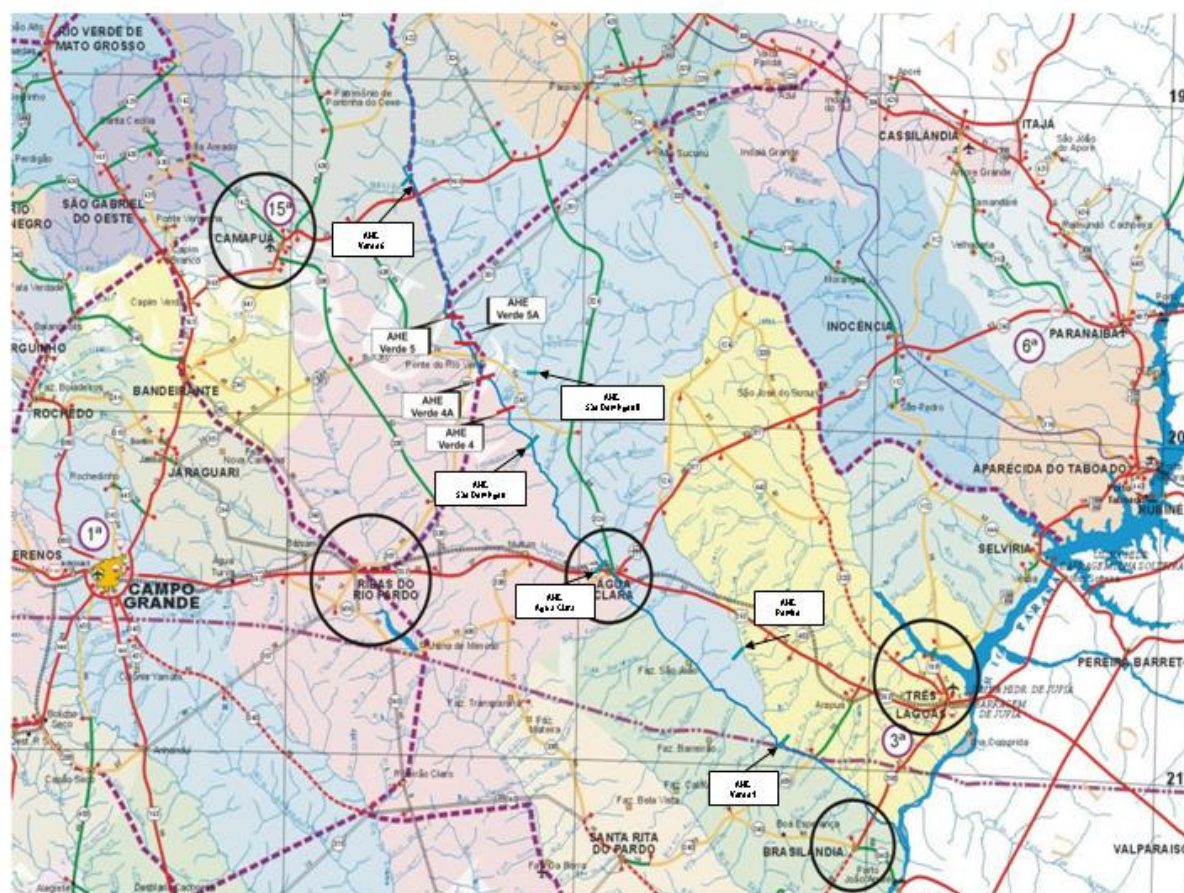


Figura 5.1.1.4 – Localização geral da bacia com os aproveitamentos inventariados.

Da nascente à foz, a bacia do rio Verde apresenta um relevo suavemente ondulado, com baixas declividades e sem acidentes naturais localizados, à exceção do local São Domingos, que apresenta um desnível de 10 m, ao longo de 600 m de percurso do rio, onde se situa a Cachoeira Branca, e em alguns locais a montante onde foram identificadas corredeiras/cachoeiras de até 5 m de desnível.

A área de drenagem da sub-bacia hidrográfica do rio Verde, com seção exutório no local do futuro aproveitamento Verde 4, é de 6.567 km². A área de drenagem de uma bacia é a projeção em um plano horizontal da superfície contida entre seus divisores topográficos. É obtida através de planimetria em plantas de localização e expressa em km² ou ha. A delimitação de sua área de drenagem foi efetuada com base nas cartas 1:100.000 do IBGE, onde foi traçada a bacia hidrográfica de drenagem do aproveitamento, com posterior georeferenciamento e digitalização para o software AutoCad R14, para então obter-se a área de drenagem.

5.1.2 Hidrologia

Para o diagnóstico da hidrologia da sub-bacia hidrográfica do rio Verde foram utilizados os dados contidos em Inventários Hidrelétricos da Bacia do Rio Verde, sendo um deles o Estudo de Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Verde elaborado pela ICOPLAN – Internacional de Consultoria e Planejamento S.A. para a ENERSUL – Empresa Energética de Mato Grosso do Sul S.A. - em 1995 e o Estudo de Inventário realizado pela ENERSUL e aprovado pela ELETROBRÁS em 1997, entre as elevações 345,00 m e 450,00 m.

A escassez de dados fluviométricos da bacia do rio Verde, cujos históricos são curtos, conjugada à existência de uma pequena quantidade de estações pluviométricas tornaram necessária a utilização do modelo hidrológico “*Soil Moisture Accounting Procedure*” – SMAP, a nível mensal, que transforma dados de chuva em vazão. Esse modelo possui uma estrutura simples e seus parâmetros são relacionados com características físicas da bacia. O modelo foi calibrado e validado para a sub-bacia de Água Clara e os parâmetros obtidos utilizados para a extensão da série de vazões. Para a sub-bacia de Jusante Barra São Domingos, a qualidade de calibração não foi satisfatória e devido ao reduzido histórico de dados disponível não foi possível validar os parâmetros do modelo. Por esse motivo, a série de vazões desse posto foi obtida por correlação linear com a série de Água Clara.

5.1.2.1 Dados Coletados

- **Fluviometria**

As características fluviométricas do rio Verde foram avaliadas a partir das informações dos postos fluviométricos relacionados na Tabela 5.1.2.1.1.

Tabela 5.1.2.1.1 – Relação dos postos fluviométricos

Código	Posto	Rio	Coordenadas		Entidade
			Lat S	Long W	
63250000	Alto Rio Verde	Verde	19°22'	53°34'	DNAEE
63280000	J B S Domingos	Verde	19°22'	53°34'	DNAEE
63350000	Água Clara	Verde	20°26'	52°53'	CESP
63350100	Água Clara	Verde	20°26'	52°53'	DNAEE
63390000	Estr. Queiroz	Verde	20°53'	52°51'	DNAEE
63395000	Faz. Alvorada	Verde	20°29'	52°15'	CESP
63400000	Porto Velho	Verde	21°01'	52°11'	CESP

Para o estudo de geração de série de vazões médias mensais, foram utilizados os dados dos postos listados na Tabela 5.1.2.1.2.

Tabela 5.1.2.1.2 – Dados Hidrométricos da sub-bacia do Rio Verde utilizados na Extensão das Séries de Vazões Médias Mensais

Estações Fluviométricas																										
Código DNAEE	Estação	Período																								
		70				75					80					85					90					95
63280000	Jusante Barra São Domingos																									
63350100	Água Clara																									
63390000	Estrada Queiroz																									
Estações Pluviométricas																										
Código DNAEE	Estação	Período																								
		20				25					30					35					40					45
02054000	Campo Grande																									
Estações Pluviométricas																										
Código DNAEE	Estação	Período																								
		45				50					55					60					65					70
02054000	Campo Grande																									
02054001	Campo Grande																									
Estações Pluviométricas																										
Código DNAEE	Estação	Período																								
		70				75					80					85					90					95
01953000	Alto Rio Verde																									
01953001	Vista Alegre																									
02052002	Água Clara																									
02052003	Fazenda Rio Verde																									
02053000	Ribas do Rio Pardo																									
02054000	Campo Grande																									
02054001	Campo Grande																									

 Não há observações
 Falhas no período
 Período de observações completo

Neste estudo, além dos dados que constam na Tabela 5.1.2.1.2, o Posto Água Clara foi completado até o ano de 2006.

• Sedimentologia

Para a elaboração de um primeiro diagnóstico das condições sedimentológicas do rio Verde, foram utilizados os dados apresentados no “Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros - ELETROBRÁS” e a metodologia desenvolvida no livro “Hidrossedimentologia Prática” de autoria do Prof. Newton de Oliveira Carvalho.

5.1.2.2 Levantamentos Hidrométricos Realizados

Com o objetivo de subsidiar os estudos foram executados os seguintes serviços hidrométricos:

- Medição de descarga líquida em todos os sítios selecionados;
- Medição de descarga sólida em Água Clara e São Domingos;
- Implantação de RN;
- Levantamento topobatimétrico da seção transversal de medição.

As medições de descarga líquida, em pares, foram executadas pelo método detalhado a cabo e barco, adotando-se os critérios apresentados na Tabela 5.1.2.2.1.

Tabela 5.1.2.2.1 – Critérios para medições de descarga líquida

Prof. – P (m)	Nº de pontos	Posição do Molinete
0,15 a 0,60	1	0,6 P
0,60 a 1,20	2	0,2 a 0,8 P
1,20 a 2,00	4	0,2 P; 0,4 P; 0,6 P e 0,8 P
2,00 a 4,00	4	0,2 P; 0,4 P; 0,6 P e 0,8 P
>4,00	6	Superfície; 0,2 P; 0,4 P; 0,6 P; 0,8 P e fundo

As medições de descarga sólida, nos sítios de Água Clara e São Domingos, foram realizadas concomitantemente à medição de descarga líquida, com a coleta de água em 3 verticais da seção de medição e uma coleta de material de fundo.

5.1.2.3 Estudos Analíticos

- **Fluviometria**

Objetivando uma avaliação do potencial energético da bacia do rio Verde, foram elaboradas séries de vazões médias mensais de longo período para as estações de Água Clara e Jusante Barra São Domingos. Conforme mencionado anteriormente, devido à escassez de dados fluviométricos dessa bacia, com históricos de curto período, conjugada à existência de uma pequena quantidade de estações pluviométricas na região, optou-se, para possibilitar a geração de séries de vazões médias mensais, pela utilização do modelo hidrológico SMAP, a nível mensal, que transforma dados de chuva em vazão. Os dados utilizados foram fornecidos pelo DNAEE, em parte, e pela ENERSUL / EMBRAPA, em complementação (séries de valores meteorológicos diários, de janeiro de 1989 a dezembro de 1995).

Das estações fluviométricas apresentadas nas Tabelas 5.1.2.1.1 e 5.1.2.1.2, foram utilizadas para análise as de Jusante Barra São Domingos e Água Clara (do DNAEE), pela proximidade com os locais dos aproveitamentos hidroelétricos inventariados anteriormente, e Estrada Queiroz, para comparação e consistência.

Conforme se observa no histograma (Tabela 5.1.2.1.2), essas estações têm período de observações bastante reduzido, com exceção da estação de Água Clara que tem dados fluviométricos de 1976 a 2006, cerca de 30 anos. A estação de Jusante Barra São Domingos tem apenas 6 anos, de 1984 a 1989, enquanto que a estação de Estrada Queiroz tem 12 anos, de 1983 a 1994, conforme o Banco de Dados Hidrometeorológicos do DNAEE.

Os dados fluviométricos de Estrada Queiroz apresentam falhas prolongadas dentro do seu período de observação.

A análise dos dados fluviométricos compreendeu as curvas-chave e incluiu estudos de consistência e preenchimento de falhas. A seguir, descreve-se a metodologia empregada e os principais resultados em cada uma dessas etapas.

Foram ajustadas curvas-chave para as estações de Água Clara e Estrada Queiroz. Essas equações são do tipo:

$$Q = k(H - H_0)^m,$$

Onde:

Q = Vazão em m^3/s ;

H = Cota do nível d'água, em m;

H_o = Cota relativa à vazão nula, em m;

k, m = Parâmetros adimensionais.

Esse tipo de expressão matemática é o mais adequado à configuração aproximadamente trapezoidal das seções transversais, por permitir extrapolação mais precisa das curvas-chave.

Para cálculo de cada equação, foi utilizado o programa desenvolvido pelo Laboratório de Hidrologia da Coordenação dos Cursos de Pós-Graduação em Engenharia – COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, que emprega o método dos mínimos quadrados. Através de interações sucessivas, são determinados os valores de k , H_o e M , de modo a propiciar o maior coeficiente de correlação entre as variáveis envolvidas. Os parâmetros das equações e esses coeficientes de correlação “ r ” obtidos estão apresentados na Tabela 5.1.2.3.1.

Tabela 5.1.2.3.1 – Parâmetros das equações e coeficientes de correlação “ r ”

Estação	k	H_o	m	r
Água Clara	113,700	1,10	1,1347	0,93827
Estrada Queiroz	158,849	0,91	1,0204	0,99321

- **Pluviometria**

- Geral

A rede pluviométrica do rio Verde é bastante esparsa. Por essa razão, para estudo do comportamento pluvial na bacia a montante da estação de Água Clara, inicialmente foram selecionadas 5 estações pluviométricas, sendo três delas situadas na bacia, ou seja, Alto do Rio Verde, Água Clara e Fazenda Rio Verde e duas outras em bacias vizinhas, Figueirão, no Taquari e Vista Alegre, no Pardo.

Entretanto, a análise do gráfico de disponibilidade de dados dessas estações indicou que as mesmas apresentam, de forma geral, históricos de observação relativamente curtos e com grande número de falhas.

Por esse motivo, para se estender a série de descargas médias mensais, através do modelo de chuva-vazão, tornou-se necessária a disponibilidade de dados de longo período, razão pela qual foram coletados também os dados de duas estações operadas na cidade de Campo Grande (Campo Grande / DNMET e Campo Grande / DEPV).

Para possibilitar o preenchimento de falhas na estação de Campo Grande, foram também coletados os dados da estação de Ribas do Rio Pardo, situada na bacia do rio Pardo. A análise dos dados pluviométricos consistiu na verificação da homogeneidade das precipitações mensais e atuais na bacia.

Em seguida, foram preenchidas as falhas existentes nas séries de precipitações mensais das estações selecionadas de Alto do Rio Verde, Fazenda Rio Verde e Vista Alegre, no período comum de observações, isto é, de 1983 a 1994, através de regressões lineares, desenvolvidas para cada mês. Foram elaboradas as seguintes correlações:

- Precipitação mensal em Água Clara x Precipitação mensal em Alto Rio Verde;
- Precipitação mensal em Água Clara x Precipitação mensal em Vista Alegre;
- Precipitação mensal em Água Clara x Precipitação mensal em Fazenda Rio Verde.

A precipitação média na bacia em Jusante Barra São Domingos e Água Clara, no período de 1983 a 1994 foi determinada através do método de Thiessen, com os resultados apresentados nas Tabelas 5.1.2.3.2 e 5.1.2.3.3.

Tabela 5.1.2.3.2 – Chuva média na sub-bacia Jusante Barra São Domingos – Período: 1983 a 1994.

Área de drenagem: 10.109 Km ²			
Estações	Área de influência em % da área total	Precipitação média anual (mm)	Precipitação média na sub-bacia (mm)
Alto do Rio Verde	63,9	1.269,2	1.280
Vista Alegre	17,0	1.210,8	
Água Clara	0,0	1.397,2	
Fazenda Rio Verde	19,1	1.376,1	

Tabela 5.1.2.3.3 – Chuva média na sub-bacia Água Clara – Período: 1983 a 1994.

Área de drenagem: 15.207 Km ²			
Estações	Área de influência em % da área total	Precipitação média anual (mm)	Precipitação média na sub-bacia (mm)
Alto do Rio Verde	44,3	1.269,2	1.313
Vista Alegre	12,0	1.210,8	
Água Clara	18,4	1.397,2	
Fazenda Rio Verde	25,3	1.376,1	

- Séries de precipitações mensais de longo histórico

Conforme já citado, a estação utilizada como base para geração da série de precipitações mensais de longo histórico na bacia foi a de Campo Grande – DNMET, que tem dados desde 1933. Para preenchimento das falhas de observação em sua série, foram utilizadas regressões lineares com o posto de Campo Grande – DEPV e com a estação de Ribas do Rio Pardo, distante cerca de 90 Km de Água Clara.

Após o preenchimento das falhas, obteve-se a série pluviométrica completa da estação de Campo Grande – DNMET, apresentada na Tabela 5.1.2.3.4.

Analogamente, foi gerada a série de precipitações mensais de longo histórico em Água Clara. Para tal, foram utilizadas regressões lineares com os dados gerados para a estação de Campo Grande DNMET. A partir daí, obteve-se a série pluviométrica da estação de Água Clara, apresentada na Tabela 5.1.2.3.5.

Tabela 5.1.2.3.4 – Precipitações mensais em Campo Grande – DNMET. Código: 02054000, Estação: Campo Grande, Município: Campo Grande.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1933				47,7	17,3	11,0	0,7	21,1	14,0	173,2	182,2	221,1	
1934	310,0	352,8	189,1	98,4	0,2	29,2	0,0	13,7	101,9	79,6	70,5	349,1	1594,5
1935	303,4	216,7	126,1	99,6	54,2	13,5	56,5	73,6	99,4	210,5	127,9	101,4	1482,8
1936	94,7	167,2	122,2	153,2	3,4	0,6	12,9	65,8	35,3	45,0	182,2	255,2	1137,7
1937	194,9	168,8	165,0	138,2	105,1	54,1	46,0	41,6	12,3	172,9	277,9	100,5	1477,3
1938	179,3	108,1	21,4	33,4	145,5	4,9	16,3	1,2	113,9	150,7	183,6	142,4	1100,7
1939	270,4	228,8	221,0	123,6	78,5	101,4	35,0	0,0	25,0	95,9	261,1	103,1	1543,8
1940	183,3	249,4	143,9	108,6	159,0	3,6	67,4	9,2	1,8	155,4	183,4	243,8	1508,8
1941	135,5	199,4	175,3	27,0	56,8	89,4	91,0	115,8	165,1	93,0	202,4	174,3	1524,0
1942	185,5	233,4	190,6	197,8	88,5	97,4	5,7	0,0	112,1	168,4	147,1	107,7	1534,2
1943	195,0	126,4	165,0	67,6	10,0	67,0	0,6	6,3	81,1	263,3	169,0	88,2	1239,5
1944	40,2	302,9	122,0	64,3	12,8	32,1	11,5	0,0	37,9	245,7	167,8	64,0	1101,2
1945	173,8	166,2	129,4	129,8	83,8	55,4	43,7	0,0	100,9	128,0	69,5	332,8	1414,3
1946	317,3	200,3	89,3	122,0	143,6	31,4	100,0	7,8	80,5	109,5	239,4	189,7	1690,8
1947	261,4	361,1	87,4	72,8	102,9	84,1	60,3	103,0	81,6	221,6	86,6	236,3	1759,1
1948	190,9	114,1	151,8	11,6	48,6	0,0	49,9	20,4	64,2	183,7	200,0	225,2	1260,4
1949	163,8	106,0	115,6	61,4	118,5	51,7	0,0	18,9	2,5	130,5	127,2	390,2	1286,3
1950	169,1	102,0	196,9	17,5	5,3	19,1	4,1	0,0	25,6	264,7	256,9	100,7	1161,9
1951	431,7	180,0	156,5	2,5	31,7	50,6	4,2	5,1	26,2	188,1	123,2	74,5	1274,3
1952	272,3	382,7	210,3	87,7	17,0	52,6	9,2	2,0	31,4	169,6	205,4	115,6	1555,8
1953	228,7	175,2	183,5	96,5	138,3	92,8	10,2	21,8	89,4	31,2	121,3	155,0	1343,9
1954	315,0	169,7	33,2	53,0	67,3	61,6	4,5	0,0	21,0	178,5	85,7	126,9	1116,4
1955	227,2	83,6	255,2	129,0	20,9	59,6	33,9	20,4	0,0	134,3	95,7	299,2	1359,0
1956	316,7	203,6	126,3	317,4	284,1	232,0	114,4	45,8	160,8	146,6	20,1	225,9	2193,7
1957	156,3	241,4	153,0	176,0	77,8	19,4	150,4	67,9	143,4	35,6	183,6	260,5	1665,3
1958	310,9	139,5	100,7	212,5	141,5	10,4	84,1	9,0	109,1	120,7	117,7	261,3	1617,4
1959	275,1	118,0	128,0	48,5	113,3	38,4	5,4	82,6	15,4	401,0	201,9	235,3	1722,9
1960	307,4	186,2	5,1	122,3	150,6	77,5	1,9	45,5	0,0	233,6	272,7	161,3	1564,1
1961	256,9	160,2	185,0	255,9	66,5	20,8	0,0	44,0	8,8	135,2	216,2	97,7	1450,4

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1962	158,2	70,4	142,1	58,9	140,4	80,2	0,0	29,7	113,0	110,6	122,9	284,2	1310,6
1963	278,9	261,9	126,8	45,9	28,9	10,1	0,0	4,9	27,6	88,5	316,6	150,4	1340,5
1964	165,3	220,7	123,7	50,5	52,3	16,4	47,0	37,1	53,1	188,3	116,5	326,1	1397,0
1965	159,8	308,9	167,6	133,3	81,6	112,1	117,1	18,5	84,1	292,4	106,6	246,7	1828,7
1966	213,0	146,5	100,7	45,8	157,2	13,4	4,0	19,5	102,4	165,6	85,1	189,9	1242,1
1967	252,5	206,7	190,1	120,3	31,5	60,6	21,2	2,7	36,5	86,6	124,9	160,9	1276,5
1968	273,6	122,5	141,8	80,6	67,7	6,7	2,4	89,7	45,4	146,5	121,9	258,5	1357,3
1969	222,6	129,7	155,1	94,9	105,5	22,7	11,8	2,7	81,6	188,0	206,1	139,5	1360,4
1970	270,3	160,0	106,7	170,3	159,1	37,7	12,9	43,0	46,1	189,6	186,4	130,6	1512,7
1971	201,4	118,0	122,0	91,1	57,4	65,3	167,5	3,4	106,5	91,0	127,9	197,0	1348,5
1972	196,5	165,8	171,2	39,8	54,9	18,7	55,5	111,9	86,8	230,7	175,6	158,5	1465,9
1973	269,6	190,3	135,3	78,2	163,7	72,1	41,8	12,0	74,5	123,0	172,2	235,3	1568,0
1974	317,3	189,1	137,8	78,1	73,8	103,9	14,0	30,4	48,0	167,7	167,3	298,5	1625,9
1975	157,3	186,3	138,2	80,6	68,4	04,5	70,4	11,8	79,8	317,4	173,5	292,4	1640,6
1976	243,2	167,2	175,9	86,9	162,8	21,9	23,9	87,1	180,1	146,7	158,9	191,3	1645,9
1977	288,9	135,2	175,0	2,3	82,9	51,9	4,0	19,7	182,4	97,9	183,7	226,9	1450,8
1978	232,8	77,3	120,0	9,8	86,9	28,7	47,5	0,0	98,2	161,9	205,2	253,3	1321,6
1979	208,7	205,8	75,7	73,9	93,8	2,9	87,9	17,4	190,8	140,9	160,4	242,2	1500,4
1980	202,6	175,7	188,1	66,4	159,3	34,3	24,4	10,5	161,4	115,4	247,9	267,1	1653,1
1981	248,3	176,0	81,0	85,9	6,1	113,7	1,2	18,0	22,7	180,5	106,1	275,9	1317,4
1982	171,2	218,1	214,1	93,5	102,6	107,5	42,6	88,6	53,7	151,5	235,8	302,4	1781,6
1983	346,0	182,3	143,7	180,8	209,2	13,4	27,8	0,0	95,5	294,6	201,6	186,6	1809,5
1984	373,4	104,1	161,4	33,9	41,7	3,6	0,0	89,5	40,0	51,6	233,0	265,4	1397,7
1985	123,1	196,8	174,4	69,2	56,7	12,0	90,3	21,7	33,6	94,6	200,2	44,2	1125,8
1986	197,3	288,0	42,2	50,4	253,5	2,9	30,4	71,0	99,9	49,7	131,0	230,5	1446,8
1987	508,1	232,8	130,9	93,5	169,2	73,9	8,7	23,2	32,9	242,3	97,9	191,6	1805,0
1988	188,1	201,3	170,3	63,7	80,9	10,3	0,0	0,0	7,2	86,9	163,2	164,4	1136,3
1989	409,4	165,4	194,0	85,3	18,5	48,9	42,3	39,7	75,2	82,0	163,5	202,6	1527,7
1990	318,7	191,2	148,8	83,6	332,2	26,4	40,2	59,2	203,7	91,7	165,8	192,7	1854,2
1991	295,8	188,1	134,2	90,5	96,6	47,4	36,1	30,3	74,5	157,1	165,5	158,5	1474,6
1992	285,4	197,7	116,9	79,0	244,0	31,5	15,0	31,4	192,5	253,5	168,0	96,9	1713,8
1993	243,1	188,1	141,8	90,5	96,6	47,4	36,1	15,1	94,5	99,5	163,7	133,5	1349,9
1994	294,8	189,7	150,2	85,1	109,4	94,8	61,1	8,1	24,8	291,9	165,7	244,5	1720,1
1995	281,7	198,6	144,0	82,5	16,3	29,6	34,7	8,1	22,2	9,6	160,6	59,4	1074,3
MÉDIA	243,1	188,1	141,8	89,9	95,3	46,8	35,5	30,1	73,5	157,3	166,1	197,4	1465,0

Tabela 5.1.2.3.5 – Precipitações mensais em Água Clara. Código: 02052002, Estação Água Clara, Município: Água Clara.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1934	293,2	206,8	134,2	71,2	52,9	44,7	18,3	21,3	115,7	111,0	168,5	290,4	1528,2
1935	290,8	187,7	118,5	71,3	98,1	29,9	47,5	64,1	113,5	228,1	174,0	130,0	1553,5
1936	213,3	180,7	117,5	75,6	55,5	71,7	25,0	58,6	56,8	80,0	179,2	229,6	1289,5
1937	250,5	181,0	128,2	74,4	140,7	68,3	42,1	41,3	36,5	194,5	188,4	129,5	1475,4
1938	244,7	172,5	92,4	66,0	174,5	21,7	26,7	12,4	126,3	174,6	179,3	156,6	1447,7
1939	278,5	189,4	142,1	73,2	118,4	113,1	36,4	11,5	47,7	125,5	186,7	131,1	1453,6
1940	246,2	192,3	122,9	72,0	185,8	20,5	53,1	18,1	27,2	178,8	179,3	222,2	1518,4
1941	228,4	185,3	130,7	65,5	100,2	100,8	65,3	94,3	171,5	123,0	181,1	177,2	1623,3
1942	247,0	190,0	134,5	79,1	126,8	109,3	21,2	11,5	124,7	190,5	175,8	134,1	1544,5
1943	250,5	175,0	128,2	68,7	61,1	80,5	18,6	16,0	97,3	275,4	177,9	121,5	1470,7
1944	193,0	199,8	117,5	68,5	63,4	47,5	24,2	11,5	59,1	259,7	177,8	105,8	1327,8
1945	242,6	180,6	119,3	73,7	122,8	70,5	40,9	11,5	114,8	154,3	168,4	279,9	1579,3
1946	295,9	193,8	109,3	73,1	172,9	46,8	70,0	17,1	96,8	137,7	184,7	187,2	1585,3
1947	275,2	207,9	108,9	69,1	138,8	96,7	49,5	85,2	97,7	238,1	170,0	217,4	1754,5

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1948	249,0	173,3	124,9	64,2	93,4	17,1	44,1	26,1	82,3	204,1	180,9	210,2	1469,6
1949	238,9	172,2	15,9	68,2	151,9	66,0	18,3	25,0	27,8	156,5	173,9	317,0	1531,6
1950	240,9	171,6	136,1	64,7	57,1	35,2	20,4	11,5	48,2	276,7	186,3	129,6	1378,3
1951	338,4	182,5	126,1	63,5	79,2	65,0	20,5	15,1	48,8	208,1	173,5	112,6	1433,3
1952	279,2	211,0	139,4	70,3	66,9	66,9	23,1	12,9	53,4	191,5	181,4	139,2	1435,2
1953	263,0	181,9	132,8	71,0	168,5	105,0	23,6	27,1	104,6	67,5	173,3	164,7	1483,1
1954	295,1	181,1	95,4	67,5	109,0	75,4	20,6	11,5	44,2	199,5	169,9	146,6	1415,8
1955	262,5	169,0	150,6	73,6	70,2	73,5	35,8	26,1	25,6	159,9	170,9	258,1	1475,8
1956	295,7	185,8	118,5	88,7	290,5	236,8	77,4	44,3	167,7	170,9	163,6	210,6	2050,5
1957	236,1	191,1	125,2	77,4	117,8	35,5	96,0	60,1	152,4	71,6	179,3	233,0	1575,5
1958	293,5	176,9	112,2	80,3	171,1	26,9	61,8	17,9	122,0	147,8	173,0	233,6	1617,0
1959	280,2	173,8	119,0	67,2	147,5	53,5	21,1	70,6	39,2	452,4	181,1	216,7	1822,3
1960	292,2	183,4	88,4	73,1	178,8	90,5	19,3	44,0	25,6	248,8	187,9	168,8	1600,8
1961	273,5	179,8	133,4	83,8	108,4	36,8	18,3	43,0	33,4	160,7	182,6	127,8	1381,5
1962	236,8	167,2	122,5	68,0	170,2	93,0	18,3	32,7	125,5	138,7	173,5	248,4	1594,8
1963	281,7	194,0	118,7	67,0	76,9	26,7	18,3	15,0	50,0	118,9	192,1	161,8	1321,1
1964	239,5	188,2	117,9	67,3	96,5	32,6	42,6	38,0	72,5	208,3	172,9	275,5	1551,8
1965	237,4	200,6	128,8	74,0	121,0	123,2	78,8	24,7	99,9	301,5	171,9	224,1	1785,9
1966	257,2	177,8	112,2	67,0	184,3	29,8	20,4	25,4	116,1	187,9	169,9	186,7	1534,7
1967	271,9	186,3	134,4	71,5	79,1	74,5	29,3	13,4	57,9	117,2	173,7	168,6	1377,8
1968	279,7	174,5	122,4	69,8	109,4	23,4	19,5	75,7	65,7	170,8	173,4	231,8	1516,1
1969	260,8	175,5	125,7	70,9	141,0	38,6	24,4	13,4	97,9	208,0	181,5	154,7	1492,4
1970	278,5	179,7	113,7	76,9	185,9	52,8	25,0	42,3	66,3	209,4	179,6	149,0	1559,1
1971	252,9	173,8	117,5	70,6	100,7	78,9	104,9	13,9	119,7	121,2	174,0	191,9	1520,0
1972	251,1	180,5	129,7	66,5	98,7	34,8	47,0	91,5	102,3	246,2	178,5	167,0	1593,8
1973	278,2	184,0	120,8	69,6	189,7	85,4	39,9	20,1	91,5	149,8	178,2	216,7	1623,9
1974	295,9	183,8	121,4	69,6	114,5	115,5	25,5	33,2	68,0	189,8	177,7	257,6	1652,5
1975	236,5	183,4	121,5	69,8	110,0	78,2	54,7	19,9	96,1	323,8	178,3	253,7	1725,9
1976	268,4	180,7	130,9	70,3	144,1	5,0	16,1	86,7	219,1	153,8	154,2	253,6	1682,9
1977	510,4	442,5	242,3	71,0	24,3	30,0	10,8	20,7	101,2	44,0	179,2	208,0	1884,4
1978	480,2	61,2	172,6	13,0	127,8	0,0	29,2	0,0	60,0	82,9	80,1	209,8	1316,8
1979	238,0	120,6	90,2	27,8	204,0	0,0	113,1	15,0	163,5	96,6	105,7	277,7	1453,2
1980	150,8	292,9	158,0	141,6	65,8	57,2	1,5	3,2	137,4	118,6	110,8	338,6	1576,4
1981	211,2	182,2	86,9	45,4	0,0	37,4	0,0	0,0	15,2	100,8	123,4	226,4	1028,9
1982	66,6	168,2	325,4	22,6	42,0	75,6	65,8	41,6	85,0	139,8	214,4	256,1	1503,1
1983	303,4	45,1	120,8	167,0	78,2	18,8	32,0	0,0	36,6	206,6	229,0	191,2	1428,7
1984	208,8	142,0	184,2	147,8	24,4	0,0	0,0	60,0	44,9	26,5	239,0	253,2	1330,8
1985	214,4	194,3	162,7	154,0	107,2	1,4	20,0	11,8	37,4	74,8	116,1	33,9	1128,0
1986	143,9	162,2	144,8	64,8	96,7	0,0	45,8	102,6	56,0	84,3	91,2	277,2	1269,5
1987	421,6	219,2	255,2	57,8	173,8	15,4	9,5	7,9	42,8	260,6	243,6	177,0	1884,4
1988	188,9	207,0	229,2	168,2	50,0	4,5	0,0	0,0	4,1	92,0	46,5	158,6	1149,0
1989	416,1	306,6	152,2	77,2	33,2	35,6	82,7	70,4	118,5	22,7	149,3	262,5	1726,7
1990	267,4	89,6	166,7	76,7	179,2	6,6	56,2	89,2	114,8	74,6	94,0	252,2	1467,2
1991	210,3	147,9	206,1	88,8	7,7	65,5	10,1	0,0	29,9	119,3	41,0	230,5	1157,1
1992	89,4	101,3	329,1	177,0	136,8	1,9	11,0	31,9	205,7	279,0	75,4	61,9	1500,4
1993	234,4	205,9	113,2	82,7	28,4	49,2	4,6	30,8	60,1	87,0	150,6	144,8	1191,7
1994	281,4	229,6	148,7	149,5	88,5	66,9	21,2	4,4	25,4	211,5	139,1	166,4	1532,6
1995	327,2	251,6	178,0	75,0	19,4	17,3	27,6	17,3	45,2	48,3	177,1	102,9	1286,9
MÉDIA	262,6	185,1	140,8	78,6	110,2	52,1	34,6	31,7	82,1	164,6	164,6	196,0	1502,8

- **Aplicação do modelo SMAP**

- Bacia do rio Verde em Água Clara

O modelo foi aplicado à bacia do rio Verde em Água Clara, considerando inicialmente a série de precipitações mensais de Campo Grande. Os dados utilizados foram:

- área de drenagem da bacia no local da estação Água Clara;
- série de precipitações mensais na estação de Campo Grande;
- série de descargas médias mensais observadas na estação de Água Clara;
- evaporação média mensal em tanque Classe A, da estação Campo Grande, conforme a Tabela 5.1.2.3.6, a seguir:

Tabela 5.1.2.3.6 – Evaporação média mensal (mm). Tanque Classe A – Campo Grande/DNMET – 1933/95

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
98,2	89,0	107,4	133,9	128,1	143,7	195,7	224,4	266,1	181,3	148,0	111,8

- Jusante Barra São Domingos

Para aplicação do modelo à bacia do rio Verde em Jusante Barra São Domingos, foram utilizados os seguintes dados:

- área de drenagem da bacia no local da estação de Jusante Barra São Domingos;
- série de precipitações mensais na estação de Água Clara;
- série de descargas médias mensais observadas na estação de Jusante Barra São Domingos;
- evaporação média mensal em tanque Classe A, da estação de Campo Grande.

- **Geração das séries de vazões médias mensais**

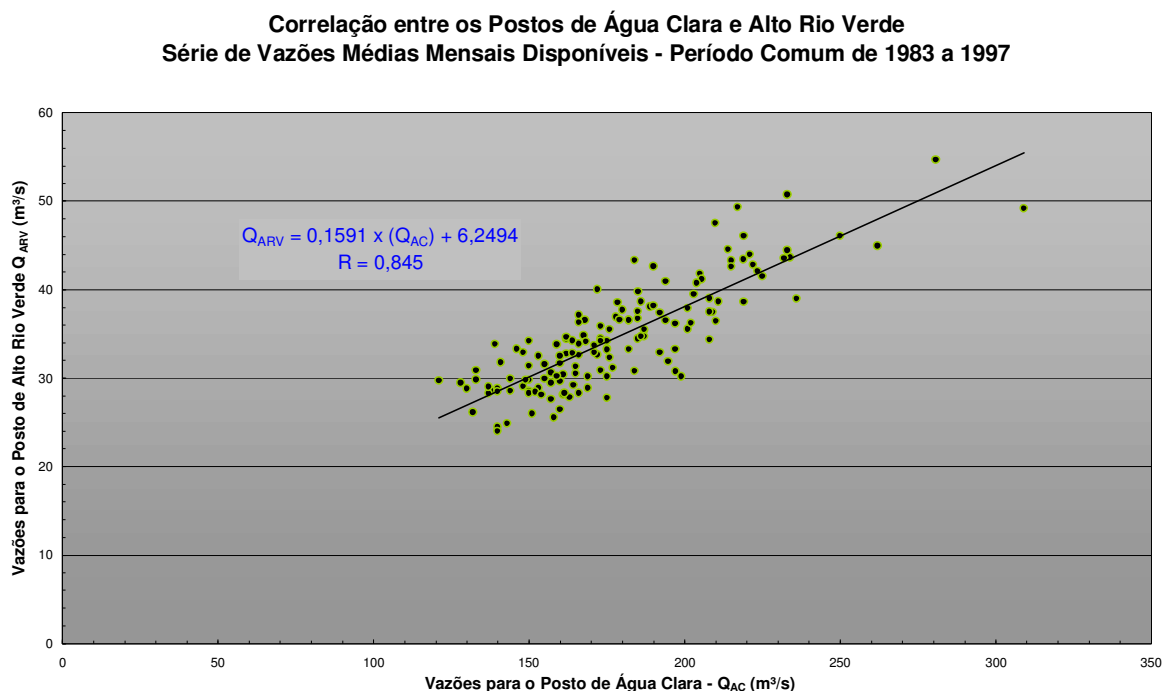
- Estações de Água Clara e Alto Rio Verde

A série de vazões médias mensais de Água Clara encontra-se apresentadas na Tabela 5.1.2.3.7. Devido ao reduzido período de dados fluviométricos, que não permitiram uma boa

qualidade da calibração do modelo SMAP, impossibilitando a validação dos parâmetros ajustados, a série de vazões médias mensais de Alto Rio Verde foi obtida por correlação linear com a série de vazões de Água Clara, conforme se apresenta na Tabela 5.1.2.3.8. Uma vez estabelecido o histórico de dados fluviométricos para os posto de Água Clara e optando-se por utilizar também o posto de Alto Rio Verde na geração das séries de vazões para os eixos dos aproveitamentos, de forma a levar o mais em conta possível as variações hidrológicas espaciais da bacia, foi necessário complementar a série de Alto Rio Verde para cobrir o mesmo período agora disponível em Água Clara.

O posto de Alto Rio Verde dispõe de dados para o período de 1983 a 1998 no Estudo de Inventário da ENERSUL, sendo que através do Banco de Dados da ANEEL – Hidroweb, foi possível atualizar a tabela de medição de descarga até julho de 2005. Para os períodos do histórico do posto de Alto Rio Verde em que há falhas ou não há observações, foi feito o preenchimento com dados gerados através de correlação com o posto de Água Clara, para o período comum entre os anos de 1983 a 1997, conforme representado no gráfico 5.1.2.3.1, a seguir.

Gráfico 5.1.2.3.1 – Correlação entre os Postos de Água Clara e Alto Rio Verde segundo Estudos da ENERSUL.



Assim, a correlação permitiu a equiparação de dados dos históricos dos postos Água Clara e Alto Rio Verde, o qual passa também a contar com dados para os anos de 1933 a 2006.

Tabela 5.1.2.3.7 – Série de vazões observadas e geradas no Posto Água Clara

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1933	235	224	211	184	196	175	164	159	169	185	183	199	190,34
1934	251	232	206	178	173	171	160	159	183	176	189	234	192,67
1935	257	228	202	182	197	167	174	176	187	220	204	190	198,67
1936	226	222	199	182	174	158	159	166	159	158	177	193	181,08
1937	210	196	181	161	190	162	151	149	144	181	180	164	172,42
1938	207	191	163	154	200	141	143	137	163	172	173	169	167,75
1939	218	200	188	161	183	184	152	143	151	167	182	166	174,58
1940	207	200	178	159	209	143	156	142	142	175	174	191	173,00
1941	204	199	183	158	174	176	161	169	192	174	192	195	181,42
1942	233	222	204	181	207	201	162	158	191	208	204	191	196,83
1943	241	221	206	180	178	186	160	157	175	222	197	179	191,83
1944	207	219	190	170	169	162	152	145	153	198	179	158	175,17
1945	205	193	174	158	179	159	148	137	161	167	170	211	171,83
1946	239	215	183	169	221	165	176	154	177	185	199	203	190,50
1947	248	237	196	180	216	198	177	189	188	234	213	237	209,42
1948	266	242	224	195	212	175	186	176	188	218	211	224	209,75
1949	246	228	207	186	226	188	167	167	164	192	194	247	201,00
1950	239	220	211	179	177	168	161	155	160	215	194	177	188,00
1951	262	217	198	172	181	175	157	153	158	195	185	167	185,00
1952	226	216	194	166	166	167	149	144	151	180	177	166	175,17
1953	211	194	181	158	201	178	145	146	166	151	175	174	173,33
1954	226	198	168	158	177	164	143	139	144	177	170	164	169,00
1955	207	185	184	156	156	158	144	139	135	162	163	192	165,08
1956	222	197	175	166	269	264	184	170	223	224	224	251	214,08
1957	279	270	241	217	242	199	228	207	238	202	236	260	234,92
1958	304	262	233	218	269	194	210	188	219	221	227	253	233,17
1959	289	252	229	204	246	200	184	200	183	327	241	264	234,92
1960	323	281	230	224	289	241	202	212	199	272	252	246	247,58
1961	302	270	251	226	240	203	193	198	189	218	221	202	226,08
1962	242	223	207	183	227	195	163	166	189	187	195	225	200,17
1963	255	233	204	182	188	166	162	159	164	174	189	181	188,08
1964	211	202	180	161	172	148	150	146	150	179	170	208	173,08
1965	211	211	187	166	190	194	175	153	176	243	205	233	195,33
1966	266	242	214	193	260	181	178	179	205	224	217	226	215,42
1967	272	248	229	199	204	201	180	171	180	190	201	199	206,17
1968	244	216	198	176	194	158	156	170	161	183	183	204	186,92
1969	228	206	191	169	203	159	154	149	169	195	189	182	182,83
1970	236	210	187	173	226	168	157	162	166	203	196	187	189,25
1971	233	213	193	174	189	180	189	153	183	178	192	200	189,75
1972	232	215	199	173	189	162	165	177	175	217	199	198	191,75
1973	254	228	205	183	246	198	177	168	189	202	210	227	207,25
1974	276	241	217	193	217	219	177	178	185	218	214	249	215,33

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1975	256	243	219	195	216	202	190	173	194	268	224	263	220,25
1976	291	261	241	210	191	162	142	152	149	165	174	184	193,48
1977	210	203	227	210	188	189	159	153	172	159	214	226	192,52
1978	254	202	216	168	179	167	167	147	156	146	177	174	179,46
1979	179	170	166	144	153	135	149	128	159	139	145	207	156,13
1980	187	249	214	191	163	150	138	132	150	142	144	184	170,33
1981	208	187	188	156	142	174	135	135	139	162	148	188	163,58
1982	187	212	279	198	178	176	170	156	149	160	164	195	185,31
1983	235	244	187	179	172	158	158	140	150	169	188	175	179,56
1984	215	193	198	193	186	152	142	155	146	138	152	174	170,37
1985	202	207	222	186	167	149	147	135	132	130	134	124	161,29
1986	165	183	184	148	146	130	134	161	136	129	138	171	152,03
1987	187	202	196	170	160	142	128	124	125	167	163	158	160,15
1988	173	224	250	207	180	161	146	138	135	136	140	157	170,59
1989	206	247	218	197	167	161	150	150	139	129	148	187	175,02
1990	209	182	162	151	183	145	142	139	173	171	156	160	164,36
1991	201	185	217	172	139	162	141	137	140	154	132	168	162,33
1992	195	178	219	195	193	154	146	140	179	181	176	180	177,98
1993	189	228	203	199	169	171	149	145	144	158	135	180	172,55
1994	197	200	184	176	165	151	145	134	125	145	165	186	164,48
1996	185	190	228	183	187	157	150	140	163	153	190	194	176,69
1997	300	271	211	194	192	207	167	157	152	167	198	295	209,25
1998	208	235	280	233	212	196	173	182	174	197	183	215	207,21
1999	238	216	232	192	179	169	160	148	155	145	159	180	181,10
2000	206	237	288	206	181	168	164	171	195	166	178	178	194,81
2001	201	219	240	200	197	177	165	156	171	190	236	218	197,45
2002	242	307	331	225	220	181	209	180	182	166	176	169	215,66
2003	253	254	228	230	200	183	168	163	161	177	183	180	198,22
2004	197	189	172	175	197	177	161	145	136	161	182	188	173,28
2005	291	244	212	190	187	175	171	150	157	176	176	236	197,21
2006	232	272	273	273	218	187	179	168					225,07
Mín.	165	170	162	144	139	130	128	124	125	129	132	124	152,03
Méd.	230	222	209	184	194	174	162	157	166	183	185	198	188,96
Máx.	323	307	331	273	289	264	228	212	238	327	252	295	247,58

Tabela 5.1.2.3.8 – Série de vazões observadas e geradas no Posto Alto Rio Verde.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1933	44	42	40	36	38	34	32	32	33	36	35	38	36,66
1934	46	43	39	35	34	34	32	32	35	34	36	44	36,92
1935	47	43	38	35	38	33	34	34	36	41	39	37	37,86
1936	42	42	38	35	34	31	32	33	32	31	34	37	35,06
1937	40	37	35	32	37	32	30	30	29	35	35	32	33,68
1938	39	37	32	31	38	29	29	28	32	34	34	33	32,94
1939	41	38	36	32	35	36	30	29	30	33	35	33	34,03

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1940	39	38	35	32	40	29	31	29	29	34	34	37	33,77
1941	39	38	35	31	34	34	32	33	37	34	37	37	35,12
1942	43	42	39	35	39	38	32	31	37	39	39	37	37,55
1943	45	41	39	35	35	36	32	31	34	42	38	35	36,77
1944	39	41	37	33	33	32	30	29	31	38	35	31	34,12
1945	39	37	34	31	35	32	30	28	32	33	33	40	33,58
1946	44	41	35	33	41	33	34	31	34	36	38	39	36,57
1947	46	44	37	35	41	38	34	36	36	44	40	44	39,58
1948	49	45	42	37	40	34	36	34	36	41	40	42	39,63
1949	45	43	39	36	42	36	33	33	32	37	37	46	38,22
1950	44	41	40	35	34	33	32	31	32	41	37	34	36,17
1951	48	41	38	34	35	34	31	31	31	37	36	33	35,68
1952	42	41	37	33	33	33	30	29	30	35	34	33	34,13
1953	40	37	35	31	38	35	29	30	33	30	34	34	33,83
1954	42	38	33	31	34	32	29	28	29	34	33	32	33,14
1955	39	36	36	31	31	31	29	28	28	32	32	37	32,53
1956	42	38	34	33	49	48	36	33	42	42	42	46	40,32
1957	51	49	45	41	45	38	43	39	44	38	44	48	43,63
1958	55	48	43	41	49	37	40	36	41	41	42	47	43,34
1959	52	46	43	39	45	38	36	38	35	58	45	48	43,63
1960	58	51	43	42	52	45	38	40	38	50	46	45	45,63
1961	54	49	46	42	44	39	37	38	36	41	41	38	42,22
1962	45	42	39	35	42	37	32	33	36	36	37	42	38,11
1963	47	43	39	35	36	33	32	32	32	34	36	35	36,16
1964	40	38	35	32	34	30	30	30	30	35	33	39	33,78
1965	40	40	36	33	37	37	34	31	34	45	39	43	37,33
1966	49	45	40	37	48	35	35	35	39	42	41	42	40,53
1967	50	46	43	38	39	38	35	34	35	37	38	38	39,05
1968	45	41	38	34	37	31	31	33	32	35	35	39	36,01
1969	43	39	37	33	39	32	31	30	33	37	36	35	35,33
1970	44	40	36	34	42	33	31	32	33	39	37	36	36,36
1971	43	40	37	34	36	35	36	31	35	35	37	38	36,44
1972	43	41	38	34	36	32	33	34	34	41	38	38	36,77
1973	47	43	39	35	45	38	34	33	36	38	40	42	39,24
1974	50	45	41	37	41	41	34	35	36	41	40	46	40,53
1975	47	45	41	37	41	38	37	34	37	49	42	48	41,30
1976	53	48	45	40	47	35	36	40	47	43	43	50	43,79
1977	79	90	71	48	36	36	32	30	34	31	40	42	47,42
1978	46	37	41	33	34	33	33	29	31	29	34	34	34,48
1979	35	32	32	29	30	27	30	27	31	28	29	39	30,70
1980	36	45	40	37	32	30	28	27	30	28	29	35	33,10
1981	39	35	36	31	29	33	27	27	28	32	30	36	31,87
1982	36	39	50	38	34	34	33	31	30	32	32	37	35,43
1983	42	43	39	37	36	33	31	29	29	37	35	33	35,22
1984	43	37	36	33	34	29	29	32	30	28	31	36	33,22
1985	49	50	45	43	37	33	33	30	29	29	31	30	36,57

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1986	34	34	37	31	29	28	26	28	26	26	28	30	29,80
1987	30	34	36	31	30	28	25	24	24	37	31	33	30,25
1988	35	39	45	44	36	33	30	29	28	28	32	33	34,44
1989	39	46	43	39	33	32	31	30	28	29	35	38	35,27
1990	43	38	35	34	33	30	29	30	35	34	34	34	34,14
1991	35	37	49	40	34	33	32	29	29	41	45	42	37,09
1992	58	46	44	37	37	30	28	30	36	42	42	41	39,53
1993	39	50	54	45	40	38	34	32	34	34	30	41	39,31
1994	43	42	43	38	38	33	32	30	28	31	34	39	35,82
1995	41	51	42	46	35	33	30	30	30	35	28	32	36,00
1996	31	36	34	32	29	29	28	26	28	29	40	41	31,85
1997	48	50	40	39	39	43	35	32	31	37	46	61	41,70
1998	50	44	51	50	45	40	37	38	39	41	42	56	44,48
1999	57	52	52	45	41	39	37	34	35	35	37	40	41,99
2000	41	52	52	43	39	36	36	39	41	38	43	46	42,20
2001	49	48	54	45	44	40	38	35	38	41	55	55	45,23
2002	57	69	66	53	51	45	45	42	42	43	43	41	49,74
2003	54	57	43	57	48	44	41	40	41	45	43	44	46,40
2004	54	53	49	45	47	44	40	37	36	41	44	43	44,40
2005	55	48	49	44	42	40	40	30	31	34	34	44	41,03
2006	43	50	50	50	41	36	35	33					42,06
Mín.	30	32	32	29	29	27	25	24	24	26	28	30	29,80
Méd.	45	44	41	37	38	35	33	32	34	37	37	39	37,67
Máx.	79	90	71	57	52	48	45	42	47	58	55	61	49,74

- Série de vazões médias mensais nos locais barráveis considerados

A partir das séries dos postos de Água Clara e Alto Rio Verde as vazões médias mensais foram geradas para os eixos dos empreendimentos estudados utilizando-se a expressão a seguir:

$$Q_{EIXO} = Q_{ARV} + \left[\frac{(Q_{AC} - Q_{ARV})}{(A_{AC} - A_{ARV})} \right] \times (A_{EIXO} - A_{ARV}),$$

onde:

- Q_{EIXO} vazão gerada no eixo considerado
- Q_{ARV} vazão no Posto Alto Rio Verde
- Q_{AC} vazão no Posto Água Clara
- A_{EIXO} área de drenagem no eixo considerado

- A_{ARV} área de drenagem no Posto Alto Rio Verde
- A_{AC} área de drenagem no Posto Água Clara

Os aproveitamentos considerados neste estudo, conforme capítulo IV – Estudos Anteriores, estão relacionados na tabela abaixo, bem como as áreas de drenagem utilizadas que foram obtidas no Estudo de Inventário da ICOPLAN e da ENERSUL:

Tabela 5.1.2.3.9 – Área de drenagem dos aproveitamentos.

Aproveitamento	Estudo de Inventário	Área de Drenagem
AHE BV - Baixo Verde	ICOPLAN	20.310,00 km ²
AHE AC - Água Clara	ICOPLAN	14.400,00 km ²
AHE SD - São Domingos	ICOPLAN	10.100,00 km ²
AHE 4 – Verde 4	ENERSUL	6.567,00 km ²
AHE 4 A - Verde 4 A	ENERSUL	6.245,00 km ²
AHE 5 A – Verde 5 A	ENERSUL	4.587,00 km ²
AHE 5 - Verde 5	ENERSUL	4.276,00 km ²
AHE 6 - Verde 6	ICOPLAN	2.970,00 km ²

As áreas de drenagem dos Postos Fluviométricos são:

Posto Água Clara $AC Ad = 15.207,00 \text{ km}^2$

Posto Alto Rio Verde $ARV Ad = 2.960,00 \text{ km}^2$

Desta forma, tem-se as seguintes equações de transferência:

$$Q_{AHEBV} = Q_{ARV} + 1,415856945 \times (Q_{AC} - Q_{ARV}) - \text{Eixo Baixo Verde}$$

$$Q_{AHEAC} = Q_{ARV} + 0,934106312 \times (Q_{AC} - Q_{ARV}) - \text{Eixo Água Clara}$$

$$Q_{AHESD} = Q_{ARV} + 0,582999918 \times (Q_{AC} - Q_{ARV}) - \text{Eixo São Domingos}$$

$$Q_{AHE4} = Q_{ARV} + 0,294521107 \times (Q_{AC} - Q_{ARV}) - \text{Eixo Verde 4}$$

$$Q_{AHE4A} = Q_{ARV} + 0,268228954 \times (Q_{AC} - Q_{ARV}) - \text{Eixo Verde 4 A}$$

$$Q_{AHE5A} = Q_{ARV} + 0,132848861 \times (Q_{AC} - Q_{ARV}) - \text{Eixo Verde 5 A}$$

$$Q_{AHE5} = Q_{ARV} + 0,107454887 \times (Q_{AC} - Q_{ARV}) - \text{Eixo Verde 5}$$

$$Q_{AHE6} = Q_{ARV} + 0,000816526 \times (Q_{AC} - Q_{ARV}) - \text{Eixo Verde 6}$$

As séries de vazões médias mensais dos postos Água Clara e Alto Rio Verde e para os locais barráveis considerados estão listadas nas Tabelas 5.1.2.3.10 a 5.1.2.3.17.

Tabela 5.1.2.3.10 – Série de vazões geradas para o local do Eixo Baixo Verde.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1933	315	300	282	246	261	234	218	212	226	247	244	266	254,25
1934	336	311	275	238	231	228	213	212	244	235	253	313	257,44
1935	344	305	270	243	263	223	232	235	250	294	273	254	265,54
1936	302	297	266	243	232	211	212	221	212	211	236	258	241,81
1937	281	262	242	215	254	216	201	198	192	242	240	219	230,11
1938	277	255	217	205	267	188	190	182	217	230	231	226	223,81
1939	292	267	251	215	244	246	203	190	201	223	243	221	233,03
1940	277	267	238	212	279	190	208	189	189	234	232	255	230,90
1941	273	266	244	211	232	235	215	226	257	232	257	261	242,26
1942	312	297	273	242	277	269	216	211	255	278	273	255	263,07
1943	323	296	275	240	238	248	213	209	234	297	263	239	256,32
1944	277	293	254	227	226	216	203	193	204	265	239	211	233,82
1945	274	258	232	211	239	212	197	182	215	223	227	282	229,33
1946	320	288	244	226	296	220	235	205	236	247	266	271	254,51
1947	332	317	262	240	289	265	236	253	251	313	285	317	280,05
1948	356	324	300	261	284	234	248	235	251	292	282	300	280,49
1949	329	305	277	248	302	251	223	223	219	257	259	331	268,69
1950	320	294	282	239	236	224	215	207	213	288	259	236	251,14
1951	351	290	265	230	242	234	209	204	211	261	247	223	247,09
1952	302	289	259	221	221	223	198	192	201	240	236	221	233,82
1953	282	259	242	211	269	238	193	194	221	201	234	232	231,35
1954	302	265	224	211	236	219	190	185	192	236	227	219	225,50
1955	277	247	246	208	208	211	192	185	180	216	217	257	220,21
1956	297	263	234	221	360	354	246	227	298	300	300	336	286,35
1957	374	362	323	290	324	266	305	277	319	270	316	348	314,47
1958	408	351	312	292	360	259	281	251	293	296	304	339	312,11
1959	387	338	306	273	329	267	246	267	244	439	323	354	314,46
1960	433	377	308	300	387	323	270	284	266	365	338	329	331,57
1961	405	362	336	302	321	271	258	265	253	292	296	270	302,55
1962	324	298	277	244	304	261	217	221	253	250	261	301	267,56
1963	342	312	273	243	251	221	216	212	219	232	253	242	251,26
1964	282	270	240	215	230	197	200	194	200	239	227	278	231,01
1965	282	282	250	221	254	259	234	204	235	325	274	312	261,04
1966	356	324	286	258	348	242	238	239	274	300	290	302	288,14

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1967	365	332	306	266	273	269	240	228	240	254	269	266	275,66
1968	327	289	265	235	259	211	208	227	215	244	244	273	249,67
1969	305	275	255	226	271	212	205	198	226	261	253	243	244,18
1970	316	281	250	231	302	224	209	216	221	271	262	250	252,83
1971	312	285	258	232	253	240	253	204	244	238	257	267	253,50
1972	311	288	266	231	253	216	220	236	234	290	266	265	256,20
1973	340	305	274	244	329	265	236	224	253	270	281	304	277,12
1974	370	323	290	258	290	293	236	238	247	292	286	333	288,03
1975	343	325	293	261	289	270	254	231	259	359	300	352	294,67
1976	390	350	323	281	251	215	186	198	191	216	229	240	255,73
1977	264	250	292	277	252	252	213	203	230	213	286	302	252,86
1978	340	271	289	225	239	223	224	195	207	195	236	233	239,76
1979	240	227	221	192	204	179	198	171	212	185	193	278	208,28
1980	251	334	286	255	218	200	184	175	199	189	192	246	227,40
1981	279	250	251	208	190	233	180	179	185	216	197	252	218,35
1982	250	284	374	265	237	235	226	208	199	214	219	261	247,64
1983	315	327	249	238	228	210	212	186	200	224	251	234	239,58
1984	287	258	265	260	249	203	188	205	194	184	202	232	227,40
1985	265	272	295	245	221	197	194	179	175	172	178	163	213,16
1986	219	244	245	196	195	173	179	217	181	173	183	230	202,86
1987	253	271	263	228	214	189	171	166	167	221	218	209	214,17
1988	230	300	336	275	239	214	195	183	179	181	185	208	227,21
1989	276	331	291	263	223	214	200	200	185	171	195	249	233,13
1990	278	242	214	200	245	193	188	184	230	228	207	213	218,52
1991	270	247	287	227	183	216	186	182	186	201	168	220	214,42
1992	252	232	292	260	257	206	195	185	238	238	232	238	235,55
1993	251	303	265	264	222	226	197	192	190	209	178	238	227,96
1994	261	265	243	233	218	201	192	177	166	193	220	247	217,99
1995	261	332	269	252	218	204	191	176	179	206	201	205	224,58
1996	249	254	308	246	253	210	200	187	220	204	253	259	236,93
1997	405	362	282	258	256	276	222	208	203	221	262	392	278,92
1998	274	314	375	309	281	261	230	242	230	261	241	281	274,88
1999	314	284	307	254	236	223	211	196	204	191	210	238	238,95
2000	274	314	386	274	240	223	217	225	260	219	234	233	258,27
2001	264	290	317	265	260	234	218	207	226	252	312	286	260,75
2002	319	406	442	297	291	238	277	237	240	217	231	221	284,66
2003	336	336	305	301	263	241	221	214	211	231	241	236	261,36
2004	257	246	223	228	259	232	211	189	177	211	240	248	226,87
2005	389	326	280	250	247	231	226	199	210	235	236	317	262,16
2006	310	365	366	365	291	250	238	224					301,18
Mín.	219	227	214	192	183	173	171	166	166	171	168	163	202,86
Méd.	308	296	279	246	259	232	216	209	221	244	246	264	251,87
Máx.	433	406	442	365	387	354	305	284	319	439	338	392	331,57

Tabela 5.1.2.3.11 – Série de vazões geradas para o local do Eixo Água Clara.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1933	223	212	199	174	185	166	155	151	160	175	173	188	180,21
1934	238	220	195	169	164	162	152	151	173	167	179	221	182,40
1935	243	216	191	172	186	158	165	167	177	208	193	180	188,07
1936	214	210	188	172	165	150	151	157	151	150	168	183	171,46
1937	199	186	171	152	180	153	143	141	136	171	170	155	163,28
1938	196	181	154	146	189	134	135	130	154	163	164	160	158,87
1939	206	189	178	152	173	174	144	135	143	158	172	157	165,32
1940	196	189	169	151	198	135	148	135	135	166	165	181	163,83
1941	193	188	173	150	165	167	152	160	182	165	182	185	171,78
1942	220	210	193	171	196	190	153	150	181	197	193	181	186,34
1943	228	209	195	170	169	176	152	149	166	210	186	169	181,62
1944	196	207	180	161	160	153	144	137	145	187	169	150	165,87
1945	194	183	165	150	169	151	140	130	152	158	161	200	162,72
1946	226	204	173	160	209	156	167	146	168	175	188	192	180,36
1947	235	224	186	170	204	187	168	179	178	221	202	224	198,23
1948	252	229	212	185	201	166	176	167	178	206	200	212	198,54
1949	233	216	196	176	214	178	158	158	155	182	184	234	190,27
1950	226	208	200	169	168	159	152	147	152	204	184	168	178,00
1951	248	205	187	163	171	166	149	145	150	185	175	158	175,16
1952	214	204	184	157	157	158	141	136	143	170	168	157	165,87
1953	200	184	171	150	190	169	137	138	157	143	166	165	164,14
1954	214	187	159	150	168	155	135	132	136	168	161	155	160,05
1955	196	175	174	148	148	150	136	132	128	153	154	182	156,35
1956	210	186	166	157	255	250	174	161	211	212	212	238	202,63
1957	264	255	228	205	229	188	216	196	225	191	223	246	222,31
1958	288	248	220	206	255	184	199	178	207	209	215	239	220,66
1959	273	238	217	193	233	189	174	189	173	309	228	250	222,31
1960	306	266	218	212	273	228	191	201	188	257	238	233	234,28
1961	286	255	238	214	227	192	183	187	179	206	209	191	213,97
1962	229	211	196	173	215	185	154	157	179	177	185	213	189,49
1963	241	220	193	172	178	157	153	151	155	165	179	171	178,07
1964	200	191	170	152	163	140	142	138	142	169	161	197	163,90
1965	200	200	177	157	180	184	166	145	167	230	194	220	184,92
1966	252	229	203	183	246	171	169	169	194	212	205	214	203,89
1967	257	235	217	188	193	190	170	162	170	180	190	188	195,15
1968	231	204	187	167	184	150	148	161	152	173	173	193	176,97
1969	216	195	181	160	192	151	146	141	160	185	179	172	173,11
1970	223	199	177	164	214	159	149	153	157	192	186	177	179,18
1971	220	202	183	165	179	170	179	145	173	169	182	189	179,65
1972	220	204	188	164	179	153	156	168	166	205	188	187	181,54
1973	240	216	194	173	233	187	168	159	179	191	199	215	196,18
1974	261	228	205	183	205	207	168	169	175	206	203	236	203,81
1975	242	230	207	185	204	191	180	164	184	254	212	249	208,46
1976	275	247	228	199	182	154	135	144	142	157	165	175	183,62
1977	201	196	217	199	178	179	151	144	163	151	202	214	182,95

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1978	240	191	205	159	169	158	159	139	147	139	167	165	169,91
1979	170	160	157	137	145	128	141	122	151	132	137	196	147,86
1980	177	236	202	180	155	142	131	125	142	134	137	174	161,29
1981	197	177	178	148	135	165	128	128	132	153	140	178	154,90
1982	177	201	264	188	168	166	161	147	141	152	155	184	175,43
1983	222	230	177	170	163	150	150	133	142	160	178	166	170,04
1984	204	183	187	183	176	144	134	147	138	131	144	165	161,33
1985	191	197	210	177	159	141	140	128	125	124	128	118	153,07
1986	156	173	174	140	138	123	127	153	129	123	130	162	143,97
1987	177	191	186	161	152	134	121	118	118	158	154	149	151,59
1988	164	211	237	196	170	152	139	131	128	129	133	149	161,62
1989	195	234	207	187	158	152	142	142	132	123	140	177	165,81
1990	198	172	153	144	173	138	134	132	164	162	148	152	155,78
1991	190	175	206	163	132	153	134	130	133	147	126	160	154,08
1992	186	169	208	184	183	146	138	132	169	172	168	171	168,86
1993	179	217	194	189	160	162	141	138	137	150	128	171	163,77
1994	187	189	175	167	157	144	137	127	119	138	157	176	156,00
1995	186	236	192	182	156	146	136	126	128	148	142	146	160,41
1996	175	180	215	173	177	149	142	132	154	144	180	184	167,15
1997	284	256	200	183	182	197	158	148	144	158	188	280	198,21
1998	197	222	265	221	201	186	164	173	165	186	174	204	196,49
1999	226	205	220	183	170	161	152	141	147	138	151	170	171,93
2000	195	225	273	195	171	159	155	162	185	158	169	169	184,75
2001	191	208	227	190	187	168	157	148	162	180	224	207	187,42
2002	230	292	314	214	209	172	198	171	173	158	167	160	204,73
2003	240	241	216	218	190	174	160	155	153	168	173	171	188,22
2004	188	180	164	166	187	168	153	138	129	153	173	179	164,79
2005	276	231	201	180	177	166	163	142	149	167	167	224	186,92
2006	219	257	258	258	206	177	169	159					213,01
mín.	156	160	153	137	132	123	121	118	118	123	126	118	143,97
méd.	218	210	198	175	184	165	154	149	157	174	175	187	178,99
máx.	306	292	314	258	273	250	216	201	225	309	238	280	234,28

Tabela 5.1.2.3.12 – Série de vazões geradas para o local do Eixo São Domingos.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1933	155	148	140	122	130	116	109	106	113	123	121	132	126,26
1934	166	153	136	118	115	114	106	106	121	117	125	155	127,72
1935	169	151	134	121	131	111	116	117	124	145	135	126	131,61
1936	149	147	132	121	116	105	106	110	106	105	118	128	120,19
1937	139	130	120	107	126	108	101	99	96	120	119	109	114,56
1938	137	127	108	103	132	94	95	92	108	114	115	112	111,53
1939	144	132	125	107	121	122	101	95	101	111	121	110	115,97
1940	137	132	118	106	138	95	104	95	95	116	116	127	114,94
1941	135	132	121	105	116	117	107	112	127	116	127	129	120,41
1942	154	147	135	120	137	133	108	105	127	138	135	127	130,41

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1943	159	146	136	119	118	123	106	105	116	147	131	119	127,17
1944	137	145	126	113	112	108	101	97	102	131	119	105	116,35
1945	136	128	116	105	119	106	99	92	107	111	113	140	114,18
1946	158	142	121	112	146	110	117	103	118	123	132	134	126,31
1947	164	157	130	119	143	131	118	125	125	155	141	157	138,59
1948	175	160	148	129	140	116	123	117	125	144	140	148	138,81
1949	162	151	137	123	149	125	111	111	109	127	129	163	133,12
1950	158	145	140	119	118	112	107	103	106	142	129	118	124,69
1951	173	144	131	114	120	116	105	102	105	129	123	111	122,73
1952	149	143	129	110	110	111	99	96	101	119	118	110	116,36
1953	140	129	120	105	133	118	97	97	110	101	116	116	115,16
1954	149	131	112	105	118	109	95	93	96	118	113	109	112,35
1955	137	123	122	104	104	105	96	93	90	108	108	127	109,81
1956	147	131	116	110	177	174	122	113	147	148	148	166	141,62
1957	184	178	159	144	160	132	151	137	157	134	156	171	155,15
1958	200	173	154	144	177	129	139	125	145	146	150	167	154,01
1959	190	166	151	135	162	132	122	132	121	215	159	174	155,15
1960	212	185	152	148	190	159	134	140	132	179	166	162	163,37
1961	199	178	166	149	158	134	128	131	125	144	146	134	149,41
1962	160	147	137	121	150	129	108	110	125	124	129	149	132,59
1963	168	154	135	121	125	110	108	106	109	116	125	120	124,73
1964	140	134	119	107	114	99	100	97	100	119	113	138	115,00
1965	140	140	124	110	126	129	116	102	117	160	136	154	129,45
1966	175	160	142	128	171	120	118	119	136	148	144	149	142,49
1967	179	164	151	132	135	133	119	114	119	126	133	132	136,48
1968	161	143	131	117	129	105	104	113	107	121	121	135	123,99
1969	151	136	127	112	134	106	103	99	112	129	125	121	121,32
1970	156	139	124	115	149	112	105	108	110	134	130	124	125,49
1971	154	141	128	116	125	119	125	102	121	118	127	132	125,82
1972	153	142	132	115	125	108	110	118	116	144	132	131	127,12
1973	168	151	136	121	162	131	118	112	125	134	139	150	137,19
1974	182	159	144	128	144	145	118	118	123	144	142	164	142,44
1975	169	160	145	129	143	134	126	115	129	177	148	173	145,63
1976	192	172	159	139	131	109	98	105	106	114	119	128	131,06
1977	155	156	162	143	125	125	106	102	114	106	141	149	132,01
1978	167	133	143	112	118	111	111	98	104	98	117	116	119,01
1979	119	112	110	96	102	90	99	86	106	93	96	137	103,82
1980	124	164	141	126	109	100	92	88	100	95	96	122	113,11
1981	138	123	125	104	95	115	90	90	93	107	99	125	108,65
1982	124	140	184	131	118	117	113	104	99	107	109	129	122,81
1983	154	160	125	120	115	106	105	93	100	114	124	116	119,37
1984	143	128	130	126	123	100	95	104	98	92	102	117	113,18
1985	138	141	148	127	113	101	100	91	89	88	91	85	109,29
1986	110	121	122	99	97	87	89	106	90	86	92	112	101,06
1987	122	132	130	112	106	94	85	83	83	112	108	105	105,98
1988	116	147	165	139	120	108	98	93	90	91	95	105	113,82

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1989	136	163	145	131	111	107	101	100	93	87	100	125	116,74
1990	139	122	109	102	120	97	95	94	115	114	105	108	110,06
1991	132	123	147	117	95	108	95	92	94	107	96	116	110,11
1992	138	123	146	129	128	102	97	94	119	123	120	122	120,25
1993	127	154	141	135	115	115	101	98	98	106	91	122	116,99
1994	132	134	125	118	112	102	98	90	85	97	111	125	110,83
1995	132	167	136	131	110	103	97	90	91	105	100	103	113,65
1996	121	126	147	120	121	104	99	92	107	101	128	130	116,30
1997	195	179	140	129	128	139	112	105	102	113	135	198	139,38
1998	142	155	185	156	142	131	116	122	118	132	124	149	139,35
1999	163	148	157	131	121	115	109	100	105	99	108	121	123,09
2000	137	160	190	138	122	113	110	116	131	113	122	123	131,17
2001	137	148	162	135	133	120	112	106	116	128	161	150	133,98
2002	165	208	221	153	150	124	140	122	124	114	121	116	146,47
2003	170	172	151	158	137	125	115	112	111	122	124	123	134,91
2004	138	132	120	121	134	121	111	100	94	111	124	128	119,53
2005	193	163	144	129	127	119	116	100	105	117	117	156	132,08
2006	153	179	180	180	144	124	119	112					148,75
Mín.	110	112	108	96	95	87	85	83	83	86	91	85	101,06
Méd.	153	147	139	123	129	116	108	105	111	122	123	132	125,87
Máx.	212	208	221	180	190	174	151	140	157	215	166	198	163,37

Tabela 5.1.2.3.13 – Série de vazões geradas para o local do Eixo Verde 4.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1933	100	96	90	80	84	76	71	69	73	80	79	85	81,92
1934	107	99	88	77	75	74	69	69	79	76	81	100	82,79
1935	109	97	87	78	85	72	75	76	80	94	87	82	85,22
1936	96	95	85	78	75	69	69	72	69	69	76	83	78,06
1937	90	84	78	70	82	70	66	65	63	78	78	71	74,54
1938	89	82	71	67	86	62	63	60	71	74	75	73	72,64
1939	93	86	81	70	79	79	66	63	66	72	78	72	75,43
1940	89	86	77	69	89	63	68	62	62	76	75	82	74,77
1941	87	85	79	69	75	76	70	73	83	75	83	84	78,20
1942	99	95	87	78	89	86	70	69	82	89	87	82	84,46
1943	102	94	88	78	77	80	69	68	76	95	85	77	82,43
1944	89	93	82	74	73	70	66	63	67	85	77	69	75,66
1945	88	83	75	69	77	69	65	60	70	72	74	90	74,30
1946	102	92	79	73	94	72	76	67	76	80	85	87	81,90
1947	105	101	84	78	92	85	76	81	81	100	91	101	89,59
1948	113	103	96	84	91	76	80	76	81	93	90	96	89,73
1949	104	97	89	80	96	81	72	72	71	83	83	105	86,16
1950	102	94	90	77	76	73	70	67	69	92	83	76	80,88
1951	111	93	85	74	78	76	68	67	69	84	80	72	79,66
1952	96	92	83	72	72	72	65	63	66	78	76	72	75,67
1953	90	83	78	69	86	77	63	64	72	66	76	75	74,91

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1954	96	85	73	69	76	71	63	61	63	76	74	71	73,15
1955	89	80	79	68	68	69	63	61	59	70	71	83	71,56
1956	95	85	76	72	114	112	79	74	95	96	96	107	91,49
1957	118	114	102	93	103	85	97	89	101	87	100	110	99,96
1958	128	111	99	93	114	83	90	81	93	94	97	107	99,25
1959	122	107	98	87	104	86	79	86	79	137	102	112	99,97
1960	136	119	98	96	122	102	87	91	85	115	107	104	105,11
1961	127	114	107	96	102	87	83	85	81	93	94	87	96,37
1962	103	95	89	79	97	84	71	72	81	80	84	96	85,83
1963	108	99	87	78	81	72	70	69	71	75	81	78	80,90
1964	90	87	78	70	74	65	65	64	65	77	74	89	74,81
1965	90	90	80	72	82	83	76	67	76	103	88	99	83,86
1966	113	103	91	83	110	78	77	77	88	96	93	96	92,04
1967	115	105	98	85	87	86	78	74	78	82	86	85	88,27
1968	104	92	85	76	83	69	68	74	70	79	79	87	80,45
1969	97	88	82	73	87	69	67	65	73	84	81	78	78,77
1970	100	90	80	75	96	73	68	70	72	87	84	80	81,38
1971	99	91	83	75	81	78	81	67	79	77	83	86	81,59
1972	99	92	85	75	81	70	72	76	76	93	85	85	82,41
1973	108	97	88	79	104	85	76	73	81	87	90	97	88,72
1974	117	102	93	83	93	93	76	77	80	93	91	106	92,01
1975	109	103	93	84	92	87	82	75	83	113	96	111	94,00
1976	123	111	102	90	89	72	67	73	77	79	81	90	87,87
1977	117	123	117	96	81	81	69	66	74	69	91	96	90,15
1978	107	86	92	73	77	72	72	64	68	64	76	75	77,18
1979	77	73	72	63	66	59	65	57	69	60	63	89	67,64
1980	80	105	91	82	71	65	61	58	65	62	63	79	73,52
1981	89	79	81	68	62	75	59	59	61	70	64	81	70,66
1982	80	90	118	85	77	76	73	68	65	69	71	84	79,57
1983	99	102	82	79	76	70	68	61	65	76	80	75	77,72
1984	93	83	84	80	79	65	62	68	64	61	67	77	73,61
1985	94	96	97	85	75	67	67	61	59	59	61	57	73,30
1986	73	78	80	66	64	58	58	67	59	56	60	72	65,80
1987	76	84	83	72	68	61	55	54	54	75	70	69	68,51
1988	76	93	105	92	79	71	65	61	60	60	63	69	74,54
1989	88	105	95	85	73	70	66	66	61	58	68	82	76,42
1990	92	80	73	68	77	64	63	62	75	75	70	71	72,49
1991	84	80	98	79	65	71	64	61	62	74	71	79	73,97
1992	99	85	96	84	83	67	63	62	78	83	82	82	80,30
1993	83	103	98	90	78	77	68	66	66	71	61	82	78,55
1994	88	88	85	79	75	68	65	60	57	65	73	82	73,71
1995	87	110	90	89	73	68	64	60	61	71	64	68	75,22
1996	76	82	91	76	75	67	64	59	68	66	84	86	74,51
1997	122	115	90	84	84	92	74	69	67	75	91	130	91,04
1998	96	100	119	103	94	86	77	80	79	87	84	103	92,40
1999	110	100	105	89	81	77	73	67	70	67	73	81	82,96

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
2000	90	107	122	91	81	75	74	78	86	76	83	85	87,15
2001	94	98	109	90	89	81	75	71	77	85	108	103	90,06
2002	111	139	144	104	101	85	93	83	83	79	82	79	98,61
2003	113	115	97	108	93	85	78	76	76	84	84	84	91,11
2004	96	93	85	84	91	83	76	69	65	76	84	86	82,35
2005	125	106	97	87	85	80	78	65	68	76	76	101	87,03
2006	99	115	115	115	93	80	77	73					95,96
Mín.	73	73	71	63	62	58	55	54	54	56	60	57	65,80
Méd.	99	96	91	81	84	76	71	69	73	80	81	86	82,23
Máx.	136	139	144	115	122	112	97	91	101	137	108	130	105,11

Tabela 5.1.2.3.14 – Série de vazões geradas para o local do Eixo Verde 4 A.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1933	95	91	86	76	80	72	68	66	70	76	75	81	77,88
1934	101	94	84	73	71	70	66	66	75	72	77	95	78,69
1935	103	92	82	75	80	69	71	72	76	89	83	78	80,99
1936	91	90	81	75	71	65	66	68	66	65	73	79	74,22
1937	85	80	74	67	78	67	63	62	60	74	74	68	70,89
1938	84	78	67	64	82	59	60	57	67	71	71	70	69,10
1939	88	82	77	67	75	75	63	60	63	69	75	68	71,73
1940	84	82	73	66	85	60	65	59	59	72	71	78	71,11
1941	83	81	75	65	71	72	67	70	78	71	78	80	74,35
1942	94	90	83	74	84	82	67	65	78	85	83	78	80,27
1943	97	90	84	74	73	76	66	65	72	90	80	73	78,36
1944	84	89	78	70	70	67	63	60	63	81	73	65	71,95
1945	83	79	71	65	73	66	62	57	67	69	70	86	70,66
1946	97	87	75	70	90	68	72	64	73	76	81	83	77,85
1947	100	96	80	74	88	81	73	77	77	95	86	96	85,13
1948	107	98	91	80	86	72	76	72	77	88	86	91	85,26
1949	99	92	84	76	91	77	69	69	68	78	79	100	81,88
1950	97	89	86	73	73	69	67	64	66	87	79	73	76,89
1951	105	88	81	71	74	72	65	63	65	80	76	69	75,73
1952	91	88	79	68	68	69	62	60	63	74	73	68	71,96
1953	86	79	74	65	82	73	60	61	68	63	72	71	71,24
1954	91	81	69	65	73	68	60	58	60	73	70	68	69,58
1955	84	76	75	65	65	65	60	58	56	67	67	78	68,08
1956	90	80	72	68	108	106	75	70	90	91	91	101	86,92
1957	112	108	97	88	98	81	92	84	96	82	95	105	94,93
1958	121	105	94	88	108	79	85	77	89	90	92	102	94,25
1959	116	101	93	83	99	82	75	82	75	130	97	106	94,94
1960	129	113	93	91	116	97	82	86	81	109	101	99	99,80
1961	121	108	101	91	97	83	79	81	77	88	90	82	91,53
1962	98	90	84	75	92	80	67	68	77	76	80	91	81,57
1963	103	94	83	75	77	68	67	66	68	71	77	74	76,90
1964	86	82	74	67	71	62	62	61	62	73	70	85	71,14

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1965	86	86	76	68	78	79	72	63	72	98	83	94	79,71
1966	107	98	87	79	105	74	73	73	83	91	88	91	87,44
1967	109	100	93	81	83	82	74	70	74	78	82	81	83,87
1968	98	88	81	72	79	65	65	70	67	75	75	83	76,48
1969	92	84	78	70	83	66	64	62	70	80	77	75	74,89
1970	95	85	76	71	91	69	65	67	68	83	80	76	77,36
1971	94	86	79	71	77	74	77	63	75	73	78	82	77,56
1972	94	87	81	71	77	67	68	73	72	88	81	81	78,33
1973	102	92	83	75	99	81	73	69	77	82	85	92	84,30
1974	111	97	88	79	88	89	73	73	76	88	87	100	87,41
1975	103	98	89	80	88	82	78	71	79	108	91	106	89,29
1976	116	105	97	85	86	69	65	70	74	76	78	86	83,94
1977	114	120	113	92	77	77	66	63	71	66	87	91	86,33
1978	102	81	88	69	73	69	69	61	64	61	72	72	73,37
1979	73	69	68	60	63	56	62	54	65	57	60	84	64,34
1980	76	100	87	78	67	62	58	55	62	59	60	75	69,91
1981	84	75	77	64	59	71	56	56	58	67	61	77	67,19
1982	76	85	112	81	73	72	70	64	62	66	68	79	75,62
1983	94	97	78	75	72	66	65	58	61	72	76	71	73,93
1984	89	79	80	76	75	62	59	65	61	58	64	73	70,01
1985	90	92	93	82	72	64	64	58	56	56	59	55	70,02
1986	69	74	76	62	61	55	55	64	56	53	58	68	62,58
1987	72	79	79	68	65	58	53	51	51	71	67	66	65,09
1988	72	88	100	88	75	67	62	58	57	57	61	66	70,96
1989	84	100	90	81	69	67	63	63	58	56	65	78	72,75
1990	87	77	69	65	73	61	60	59	72	71	66	68	69,06
1991	80	76	94	75	62	67	61	58	59	71	68	76	70,68
1992	95	82	91	80	79	63	60	59	74	79	78	79	76,66
1993	80	98	94	86	75	73	65	63	63	67	58	78	75,04
1994	84	84	81	75	72	64	62	58	54	62	69	78	70,33
1995	83	104	85	85	69	65	61	57	58	67	61	64	71,72
1996	72	78	86	72	71	63	61	56	64	62	80	82	70,70
1997	116	109	86	80	80	87	70	66	63	72	87	124	86,64
1998	92	95	113	99	90	82	74	77	75	83	80	99	88,12
1999	106	96	100	85	78	74	70	64	67	64	70	77	79,30
2000	85	102	116	87	77	71	70	75	82	73	79	81	83,13
2001	90	94	104	86	85	77	72	68	74	81	104	99	86,06
2002	106	133	137	99	96	82	89	79	80	76	79	76	94,24
2003	107	109	92	104	89	82	75	73	73	81	80	80	87,12
2004	92	89	82	80	87	79	73	66	62	73	81	82	78,96
2005	119	101	93	83	81	76	75	62	65	72	72	96	82,92
2006	94	109	109	109	88	76	73	69					91,14
Mín.	69	69	67	60	59	55	53	51	51	53	58	55	62,58
Méd.	95	91	86	77	80	72	68	66	69	76	77	82	78,25
Máx.	129	133	137	109	116	106	92	86	96	130	104	124	99,80

Tabela 5.1.2.3.15 – Série de vazões geradas para o local do Eixo Verde 5 A.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1933	69	67	63	56	58	53	50	49	51	56	55	59	57,07
1934	73	68	61	54	52	52	49	48	55	53	57	69	57,60
1935	75	67	60	55	59	51	53	53	56	65	61	57	59,21
1936	67	66	59	55	53	48	48	50	48	48	53	58	54,45
1937	62	58	54	49	57	49	46	46	44	54	54	50	52,11
1938	61	57	50	47	60	44	44	42	50	52	52	51	50,84
1939	64	60	56	49	55	55	47	44	46	51	55	50	52,70
1940	61	60	54	48	62	44	48	44	44	53	53	57	52,26
1941	61	59	55	48	53	53	49	51	57	53	57	58	54,55
1942	68	66	61	54	61	60	49	48	57	62	61	57	58,70
1943	71	65	61	54	54	56	49	48	53	66	59	54	57,36
1944	61	65	57	51	51	49	47	45	47	59	54	48	52,85
1945	61	58	53	48	54	48	45	42	49	51	51	63	51,94
1946	70	64	55	51	65	50	53	47	53	56	59	60	57,01
1947	73	70	58	54	64	59	53	57	56	69	63	70	62,13
1948	77	71	66	58	63	53	56	53	56	64	63	66	62,22
1949	72	67	61	56	67	56	51	51	50	57	58	72	59,83
1950	70	65	63	54	53	51	49	47	49	64	58	53	56,33
1951	76	64	59	52	54	53	48	47	48	58	56	51	55,51
1952	67	64	58	50	50	51	46	44	46	54	53	50	52,86
1953	63	58	54	48	60	54	45	45	50	46	53	53	52,35
1954	67	59	51	48	53	50	44	43	44	53	51	50	51,18
1955	61	56	55	48	48	48	44	43	42	49	50	57	50,13
1956	66	59	53	50	78	77	55	51	66	66	66	73	63,39
1957	81	79	71	64	71	59	67	61	70	60	69	76	69,03
1958	88	76	68	64	78	58	62	56	65	65	67	74	68,55
1959	84	74	67	61	72	60	55	60	55	94	71	77	69,04
1960	93	82	68	66	84	71	60	63	59	79	74	72	72,45
1961	87	79	73	67	70	60	58	59	57	64	65	60	66,63
1962	71	66	61	55	67	58	50	50	57	56	58	66	59,63
1963	74	68	61	55	56	50	49	48	50	53	57	54	56,33
1964	63	60	54	49	52	45	46	45	46	54	51	62	52,28
1965	63	63	56	50	57	58	53	47	53	71	61	68	58,32
1966	77	71	63	58	76	54	54	54	61	66	64	67	63,76
1967	79	73	67	59	61	60	54	52	54	57	60	59	61,24
1968	72	64	59	53	58	48	48	51	49	55	55	61	56,05
1969	67	61	57	51	60	48	47	46	51	58	57	55	54,91
1970	69	62	56	52	67	51	48	49	50	60	58	56	56,66
1971	68	63	58	53	57	54	57	47	55	54	57	60	56,80
1972	68	64	59	52	57	49	50	53	53	64	59	59	57,35
1973	74	67	61	55	72	59	53	51	57	60	62	67	61,55
1974	80	71	64	58	64	65	53	54	56	64	63	73	63,74
1975	75	71	65	58	64	60	57	52	58	78	66	77	65,06
1976	84	76	71	62	66	52	50	55	61	59	60	68	63,67
1977	96	105	92	70	56	56	48	47	52	48	63	66	66,69

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1978	74	59	64	51	54	51	51	45	47	45	53	52	53,74
1979	54	50	50	44	47	42	45	40	48	42	44	61	47,36
1980	56	72	63	57	49	46	43	41	46	43	44	55	51,32
1981	61	55	56	48	44	52	42	42	43	49	45	56	49,36
1982	56	62	81	59	53	53	51	47	46	49	50	58	55,33
1983	67	70	58	56	54	49	48	43	45	54	56	52	54,38
1984	66	58	58	54	55	45	44	49	45	43	47	54	51,44
1985	69	71	69	62	54	48	48	44	42	43	45	42	53,14
1986	52	54	56	47	45	41	40	46	41	39	43	49	46,03
1987	51	57	58	49	47	43	39	38	37	54	49	49	47,50
1988	54	63	72	66	55	50	46	43	42	43	46	49	52,52
1989	61	73	67	60	51	49	47	46	43	42	50	58	53,83
1990	65	57	52	49	53	45	44	45	53	53	50	51	51,43
1991	57	56	71	58	48	50	46	43	44	56	56	59	53,72
1992	77	64	68	58	58	47	44	44	55	61	60	60	57,92
1993	59	74	74	65	57	55	49	47	48	51	44	59	57,00
1994	63	63	62	56	55	48	47	44	41	46	52	59	52,90
1995	62	78	64	65	52	49	45	43	44	51	45	48	53,68
1996	51	57	60	52	50	46	44	41	46	46	60	61	51,09
1997	82	79	62	59	59	65	52	49	47	54	66	92	63,95
1998	71	69	82	74	67	61	55	57	57	62	61	77	66,09
1999	81	74	76	65	59	56	53	49	51	50	53	58	60,46
2000	63	77	84	65	58	54	53	57	61	55	61	63	62,47
2001	69	71	79	65	64	58	55	51	56	61	79	77	65,45
2002	81	100	101	76	73	63	67	60	61	59	61	58	71,78
2003	81	83	67	80	68	63	58	56	56	63	61	62	66,56
2004	73	71	65	63	67	61	56	52	49	57	62	63	61,51
2005	87	74	70	63	62	58	57	46	48	53	53	69	61,77
2006	68	79	79	79	64	56	54	51					66,36
Mín.	51	50	50	44	44	41	39	38	37	39	43	42	46,03
Méd.	69	67	63	57	59	53	50	49	51	56	57	61	57,76
Máx.	96	105	101	80	84	77	67	63	70	94	79	92	72,45

Tabela 5.1.2.3.16 – Série de vazões geradas para o local do Eixo Verde 5.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1933	64	62	58	52	54	49	46	45	48	52	51	55	53,16
1934	68	63	57	50	49	48	45	45	51	50	53	64	53,64
1935	70	62	56	51	55	47	49	50	52	60	56	53	55,13
1936	62	61	55	51	49	45	45	47	45	45	50	54	50,74
1937	58	54	51	46	53	46	43	43	42	51	50	46	48,58
1938	57	53	46	44	55	41	41	40	46	48	49	48	47,42
1939	60	55	53	46	51	51	43	41	43	47	51	47	49,13
1940	57	55	50	45	58	41	45	41	41	49	49	53	48,72
1941	56	55	51	45	49	50	46	48	53	49	53	54	50,83
1942	64	61	56	51	57	56	46	45	53	57	56	53	54,66

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1943	66	61	57	50	50	52	45	45	49	61	55	50	53,42
1944	57	60	53	48	48	46	43	42	44	55	50	45	49,27
1945	57	54	49	45	50	45	42	40	46	47	48	58	48,43
1946	65	59	51	48	61	47	50	44	50	52	55	56	53,10
1947	67	65	54	50	59	55	50	53	53	64	59	65	57,82
1948	72	66	61	54	58	49	52	50	53	60	58	61	57,90
1949	67	62	57	52	62	53	47	47	46	53	54	67	55,70
1950	65	60	58	50	50	47	46	44	45	59	54	50	52,47
1951	71	60	55	48	51	49	45	44	45	54	52	47	51,72
1952	62	59	54	47	47	47	43	42	43	50	50	47	49,28
1953	58	54	51	45	56	50	42	42	47	43	49	49	48,81
1954	62	55	47	45	50	46	41	40	42	50	48	46	47,73
1955	57	52	51	45	45	45	42	40	39	46	46	53	46,76
1956	61	55	49	47	73	71	51	48	61	61	61	68	58,98
1957	75	73	66	60	66	55	62	57	65	56	64	70	64,17
1958	81	71	64	60	73	54	58	53	60	61	62	69	63,73
1959	78	68	63	56	67	55	51	55	51	87	66	71	64,18
1960	86	76	63	61	78	66	56	58	55	73	68	67	67,32
1961	81	73	68	62	65	56	54	55	53	60	61	56	61,96
1962	66	61	57	51	62	54	46	47	53	52	54	62	55,51
1963	69	64	56	51	53	47	46	45	46	49	53	51	52,48
1964	58	56	50	46	48	42	43	42	43	50	48	57	48,74
1965	58	58	52	47	53	54	49	44	50	66	57	64	54,30
1966	72	66	59	54	70	51	50	50	57	61	60	62	59,32
1967	73	67	63	55	56	56	50	48	50	53	56	55	57,00
1968	66	59	55	50	54	45	45	48	46	51	51	56	52,22
1969	62	57	53	48	56	45	44	43	48	54	53	51	51,17
1970	64	58	52	49	62	47	45	46	47	56	54	52	52,78
1971	64	59	54	49	53	50	53	44	51	50	53	55	52,91
1972	63	59	55	49	53	46	47	50	49	60	55	55	53,41
1973	69	62	57	51	67	55	50	47	53	56	58	62	57,29
1974	74	66	60	54	60	60	50	50	52	60	59	68	59,30
1975	69	66	60	54	59	56	53	49	54	72	61	71	60,52
1976	78	71	66	58	62	49	48	52	58	56	57	64	59,87
1977	93	102	88	66	52	53	45	43	48	45	59	62	63,00
1978	69	55	59	47	50	47	47	42	44	42	49	49	50,05
1979	50	47	47	41	43	39	42	37	45	40	41	57	44,17
1980	52	67	59	53	46	43	40	38	43	41	41	51	47,84
1981	57	51	52	44	41	48	39	39	40	46	42	52	46,01
1982	52	57	75	55	50	49	48	44	43	45	46	54	51,52
1983	63	65	55	52	50	46	44	41	42	51	52	49	50,72
1984	61	54	54	50	51	42	41	46	42	40	44	51	47,95
1985	65	67	64	59	51	45	45	41	40	40	42	40	49,97
1986	48	50	52	44	42	39	38	42	38	37	40	45	42,93
1987	47	52	54	46	44	40	36	35	35	51	45	46	44,20
1988	50	59	67	61	52	47	43	41	40	40	43	46	49,07

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1989	57	68	62	56	48	46	44	43	40	39	47	54	50,28
1990	61	53	49	46	49	42	42	42	50	49	47	48	48,12
1991	53	53	67	54	45	47	44	41	41	53	54	56	50,54
1992	73	60	63	54	54	43	41	42	52	57	57	56	54,40
1993	56	69	70	61	54	52	47	45	46	47	41	56	53,62
1994	59	59	58	53	51	45	44	41	39	43	48	55	49,64
1995	58	72	60	62	49	46	42	41	41	48	41	45	50,30
1996	47	53	55	48	46	43	41	38	42	42	56	57	47,41
1997	75	74	58	56	55	61	49	46	44	51	62	86	59,70
1998	67	64	76	69	63	57	52	53	54	58	57	73	61,96
1999	76	70	72	61	55	53	50	46	48	47	50	55	56,93
2000	59	72	78	60	54	50	50	53	57	52	58	60	58,59
2001	65	66	74	61	60	55	52	48	53	57	74	73	61,58
2002	77	94	94	72	69	60	62	57	57	56	58	55	67,56
2003	75	78	62	76	65	59	55	53	53	60	58	58	62,71
2004	69	67	62	59	63	58	53	49	46	54	58	59	58,24
2005	81	69	66	59	58	55	54	43	45	50	50	65	57,81
2006	63	73	74	74	60	52	50	48					61,71
Min.	47	47	46	41	41	39	36	35	35	37	40	40	42,93
Méd.	65	63	59	53	55	50	47	45	48	52	53	56	53,92
Máx.	93	102	94	76	78	71	62	58	65	87	74	86	67,56

Tabela 5.1.2.3.17 – Série de vazões geradas para o local do Eixo Verde 6.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1933	44	43	40	36	38	34	32	32	33	36	36	38	36,78
1934	46	43	39	35	34	34	32	32	36	34	36	44	37,04
1935	47	43	39	35	38	33	34	34	36	41	39	37	37,99
1936	42	42	38	35	34	32	32	33	32	32	35	37	35,18
1937	40	38	35	32	37	32	30	30	29	35	35	32	33,80
1938	39	37	32	31	38	29	29	28	32	34	34	33	33,05
1939	41	38	36	32	36	36	30	29	30	33	35	33	34,15
1940	39	38	35	32	40	29	31	29	29	34	34	37	33,88
1941	39	38	36	32	34	34	32	33	37	34	37	37	35,24
1942	43	42	39	35	39	38	32	32	37	39	39	37	37,68
1943	45	42	39	35	35	36	32	31	34	42	38	35	36,89
1944	39	41	37	33	33	32	30	29	31	38	35	32	34,23
1945	39	37	34	32	35	32	30	28	32	33	33	40	33,70
1946	44	41	36	33	42	33	34	31	35	36	38	39	36,69
1947	46	44	38	35	41	38	35	36	36	44	40	44	39,71
1948	49	45	42	37	40	34	36	34	36	41	40	42	39,77
1949	46	43	39	36	42	36	33	33	32	37	37	46	38,35
1950	44	41	40	35	35	33	32	31	32	41	37	35	36,29
1951	48	41	38	34	35	34	31	31	32	37	36	33	35,81
1952	42	41	37	33	33	33	30	29	30	35	35	33	34,25
1953	40	37	35	32	38	35	29	30	33	30	34	34	33,94

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1954	42	38	33	32	35	32	29	28	29	35	33	32	33,25
1955	39	36	36	31	31	32	29	28	28	32	32	37	32,63
1956	42	38	34	33	49	48	36	33	42	42	42	46	40,46
1957	51	49	45	41	45	38	43	39	44	39	44	48	43,78
1958	55	48	43	41	49	37	40	36	41	42	43	47	43,50
1959	52	46	43	39	46	38	36	38	36	59	45	48	43,79
1960	58	51	43	42	52	45	39	40	38	50	46	46	45,80
1961	55	49	46	42	45	39	37	38	36	41	42	39	42,37
1962	45	42	39	36	43	37	32	33	36	36	37	42	38,24
1963	47	43	39	35	36	33	32	32	32	34	36	35	36,28
1964	40	39	35	32	34	30	30	30	30	35	33	39	33,90
1965	40	40	36	33	37	37	34	31	34	45	39	43	37,46
1966	49	45	40	37	48	35	35	35	39	42	41	42	40,68
1967	50	46	43	38	39	38	35	34	35	37	38	38	39,19
1968	45	41	38	34	37	32	31	33	32	36	36	39	36,13
1969	43	39	37	33	39	32	31	30	33	37	36	35	35,45
1970	44	40	36	34	42	33	31	32	33	39	38	36	36,48
1971	43	40	37	34	36	35	36	31	36	35	37	38	36,57
1972	43	41	38	34	36	32	33	35	34	41	38	38	36,89
1973	47	43	39	36	46	38	35	33	36	39	40	43	39,38
1974	50	45	41	37	41	41	35	35	36	41	40	46	40,67
1975	47	45	41	37	41	39	37	34	37	49	42	48	41,45
1976	53	48	45	40	47	35	36	40	47	43	43	50	43,91
1977	79	90	71	49	36	36	32	30	34	32	40	42	47,54
1978	46	37	41	33	35	33	33	29	31	29	34	34	34,60
1979	35	32	32	29	30	27	30	27	31	28	29	39	30,80
1980	36	45	40	37	32	30	28	27	30	28	29	35	33,21
1981	39	35	36	31	29	33	27	27	28	32	30	36	31,97
1982	36	39	50	38	35	34	33	31	30	32	32	37	35,55
1983	42	44	39	37	36	33	31	29	29	37	35	33	35,33
1984	43	37	36	33	35	29	29	33	30	28	31	36	33,34
1985	49	50	46	43	37	33	33	30	29	30	31	30	36,68
1986	34	35	37	31	29	28	26	28	27	26	28	30	29,90
1987	30	34	37	31	30	28	25	25	24	37	31	33	30,36
1988	36	39	45	44	37	33	30	29	28	29	32	33	34,55
1989	39	46	44	39	33	32	31	31	28	29	35	38	35,38
1990	43	38	36	34	33	30	30	30	35	35	34	34	34,24
1991	36	37	49	40	34	33	32	29	29	41	45	42	37,19
1992	58	46	45	38	38	30	28	30	36	42	42	41	39,64
1993	40	50	54	45	41	38	34	33	34	34	30	41	39,42
1994	43	42	43	38	38	33	32	30	29	31	34	39	35,92
1995	41	51	42	46	35	33	30	30	30	35	28	32	36,11
1996	31	36	35	32	29	29	28	26	28	29	40	41	31,97
1997	48	50	40	39	39	43	35	32	31	37	46	62	41,84
1998	50	44	51	50	45	40	37	38	39	41	42	56	44,61
1999	57	52	52	45	41	39	37	34	35	35	37	40	42,10

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
2000	41	52	52	43	39	36	36	39	41	38	43	46	42,33
2001	49	48	55	45	44	40	38	35	39	41	55	55	45,36
2002	57	69	66	53	51	45	45	42	42	43	43	42	49,88
2003	54	57	43	57	48	45	41	40	41	46	43	44	46,53
2004	54	53	49	46	47	44	40	37	36	41	44	44	44,50
2005	56	49	49	44	43	40	40	30	31	34	34	44	41,16
2006	43	50	50	50	41	36	35	33					42,21
Mín.	30	32	32	29	29	27	25	25	24	26	28	30	29,90
Méd.	45	44	41	37	38	35	33	32	34	37	37	40	37,80
Máx.	79	90	71	57	52	48	45	42	47	59	55	62	49,88

• Eventos Extremos de Cheias

A avaliação das cheias do rio Verde foi feita, nesta fase, a partir de uma análise regional considerando os estudos apresentados nos relatórios de Diagnóstico das UHE's Fundãozinho e Paraíso. Além das vazões estimadas para o rio Sucuriú, constantes naqueles documentos, foram consideradas as vazões dos estudos desenvolvidos para o Projeto Básico da UHE Costa Rica que abrangeram diversos rios na margem direita do rio Paraná. Foi elaborado um gráfico de regionalização (Figura 5.1.2.3.1) com as cheias dos afluentes da margem direita do rio Paraná, a partir do qual foram definidas as seguintes equações:

$$Q_{10.000} = 20,4 Ad^{0,464} \text{ (cheia de projeto das estruturas extravasoras);}$$

$$Q_{25} = 10,4 Ad^{0,464} \text{ (cheia de desvio do rio durante as obras).}$$

Onde:

Q = vazão, em m³/s;

10.000 e 25 = tempos de recorrência, em anos;

Ad = área de drenagem, em Km².

Dessa maneira, foram admitidas para os aproveitamentos as vazões extremas apresentadas na Tabela 5.1.2.3.18.

Tabela 5.1.2.3.18 – Descargas de desvio (TR = 25 anos) e de projeto (TR = 10.000 anos)

Aproveitamentos	Ad (Km ²)	Descargas (m ³ /s)	
		Desvio	Projeto
AHE BV - Baixo Verde	20.310,00	1.037	2.035
AHE AC - Água Clara	14.400,00	884	1.735
AHE SD - São Domingos	10.100,00	750	1.472
AHE 4 – Verde 4	6.567,00	615	1.204
AHE 4 A - Verde 4 A	6.245,00	600	1.177
AHE 5 A – Verde 5 A	4.587,00	520	1.020
AHE 5 - Verde 5	4.276,00	504	988
AHE 6 - Verde 6	2.970,00	503	834

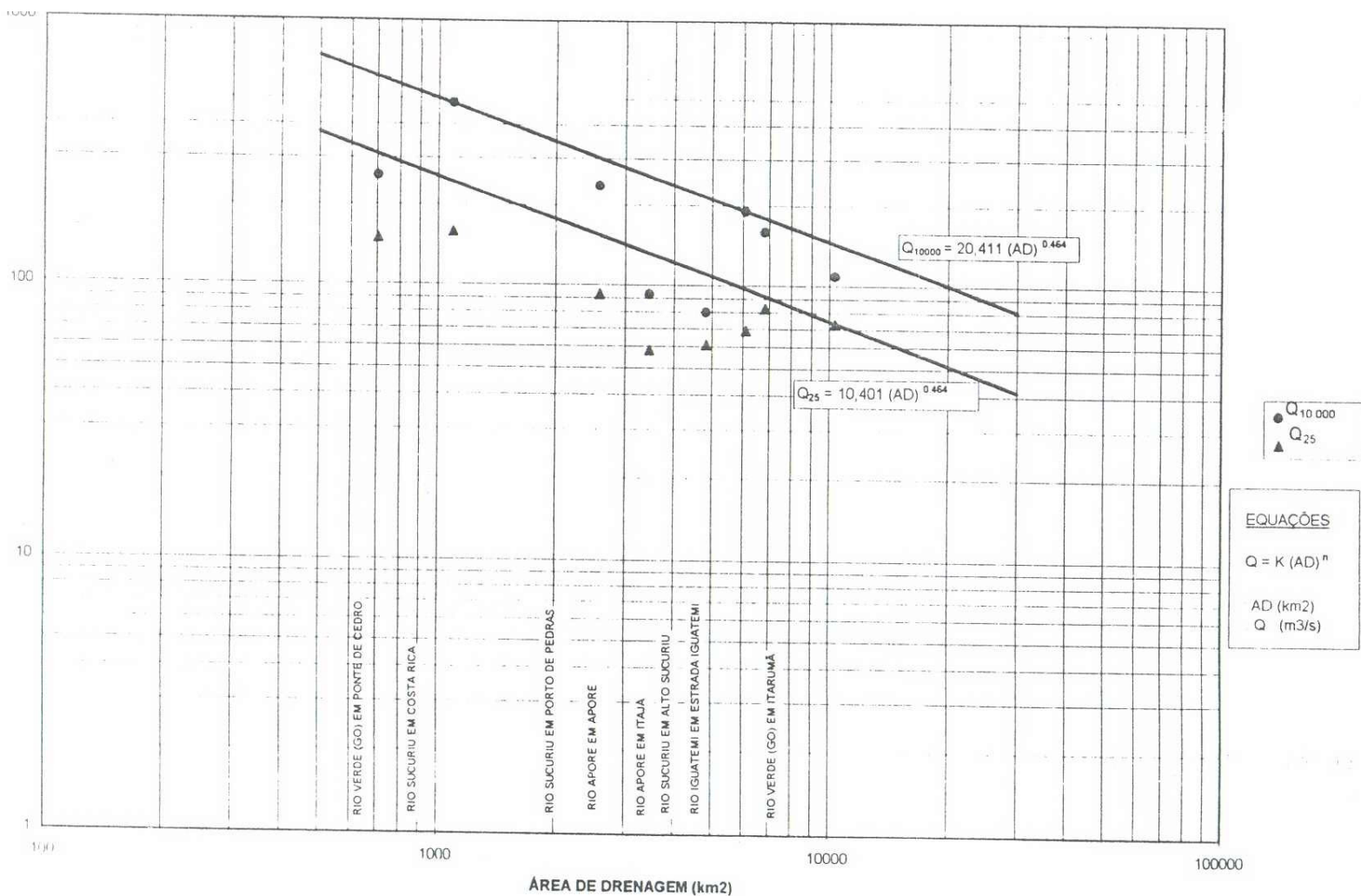


Figura 5.1.2.3.1 – Envoltórias de cheias $Q_{10,000}$ e Q_{25} anos de bacias da margem direita do rio Paraná.

- **Permanência de Vazões**

A partir das vazões médias mensais observadas e geradas para o porto Água Clara – DNAEE, foi elaborada a curva de permanência de vazões no tempo, apresentada na Figura 5.1.2.3.2.

As características principais são mostradas na Tabela 5.1.2.3.19, bem como no histograma de sazonalidade mostrado na Figura 5.1.2.3.3.

Nas figuras 5.1.2.3.4 a 5.1.2.3.19 são mostradas as Curvas de Permanências e a Sazonalidade de vazões médias mensais dos locais dos aproveitamentos no período de 1933 a 2006.

Tabela 5.1.2.3.19 – Permanência de Vazões Médias Mensais em Água Clara. Período: 1933/2006.

Permanência (%)	Vazão (m ³ /s)
1%	291,55
5%	253,87
10%	237,00
15%	225,03
20%	217,00
25%	207,79
30%	202,00
35%	197,00
40%	192,10
45%	188,00
50%	183,00
55%	179,73
60%	176,00
65%	172,00
70%	167,20
75%	163,15
80%	159,00
85%	154,00
90%	147,65
95%	139,73
99%	129,92

Pelo gráfico de sazonalidade, pode-se verificar que, em média, há uma uniformidade nas vazões médias mensais do posto Água Clara, com uma amplitude de variação, da média mais baixa (129,92 m³/s) à média mais alta (291,55 m³/s), de 161,63 m³/s.

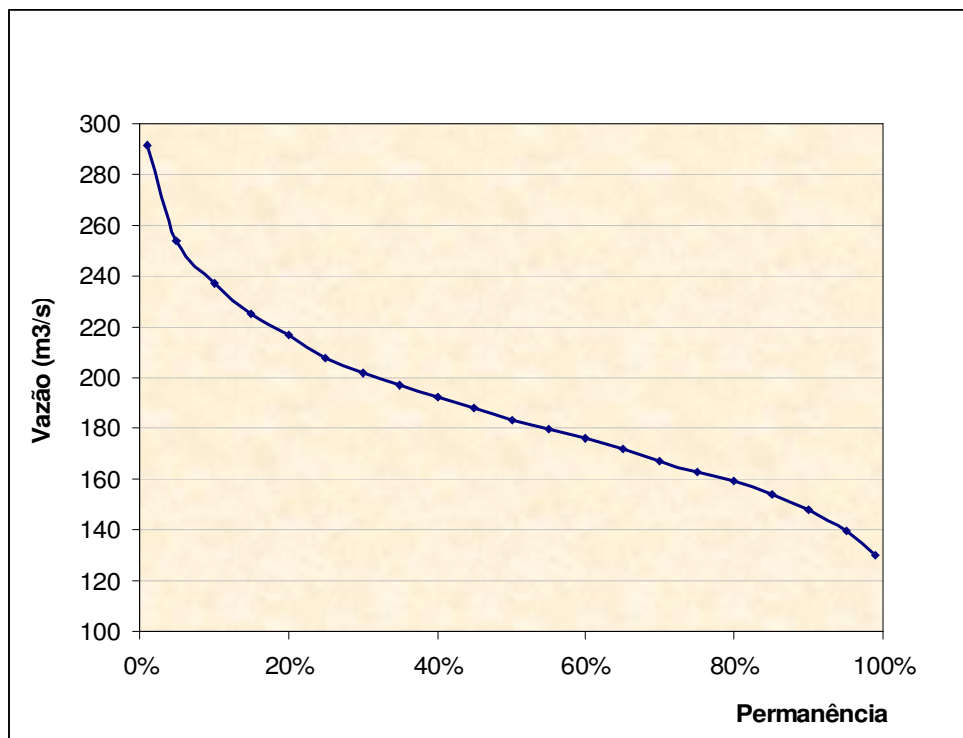


Figura 5.1.2.3.2 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais. Posto Água Clara. Período: 1933/2006.

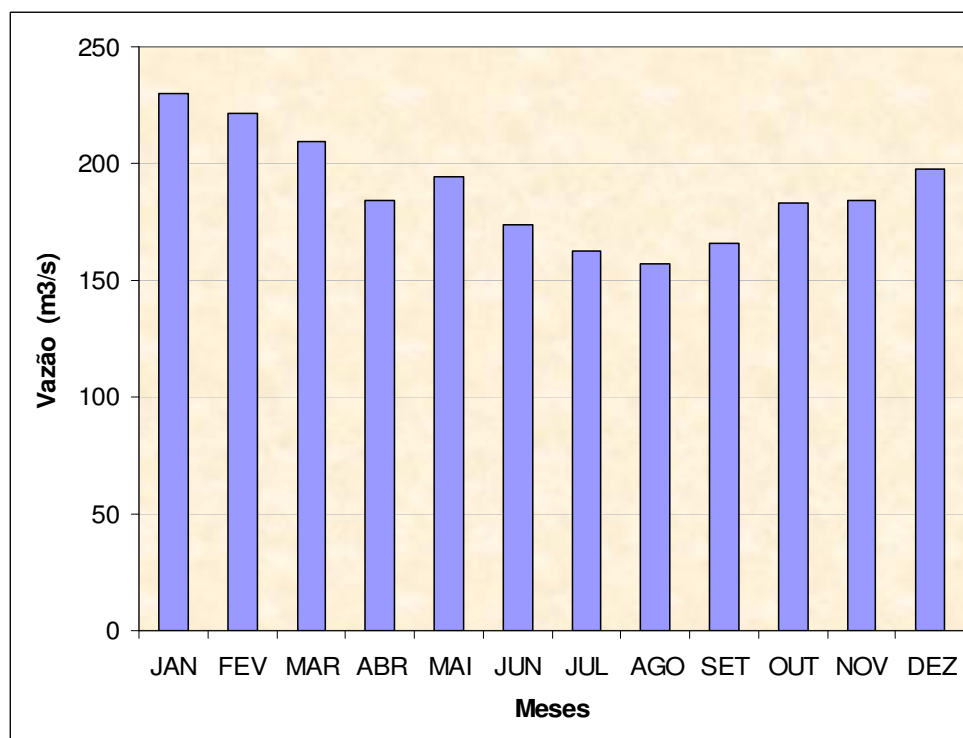


Figura 5.1.2.3.3 – Sazonalidade das Vazões Médias Mensais em Posto Água Clara. Ad = 15.207 Km². Período: 1933/2006.

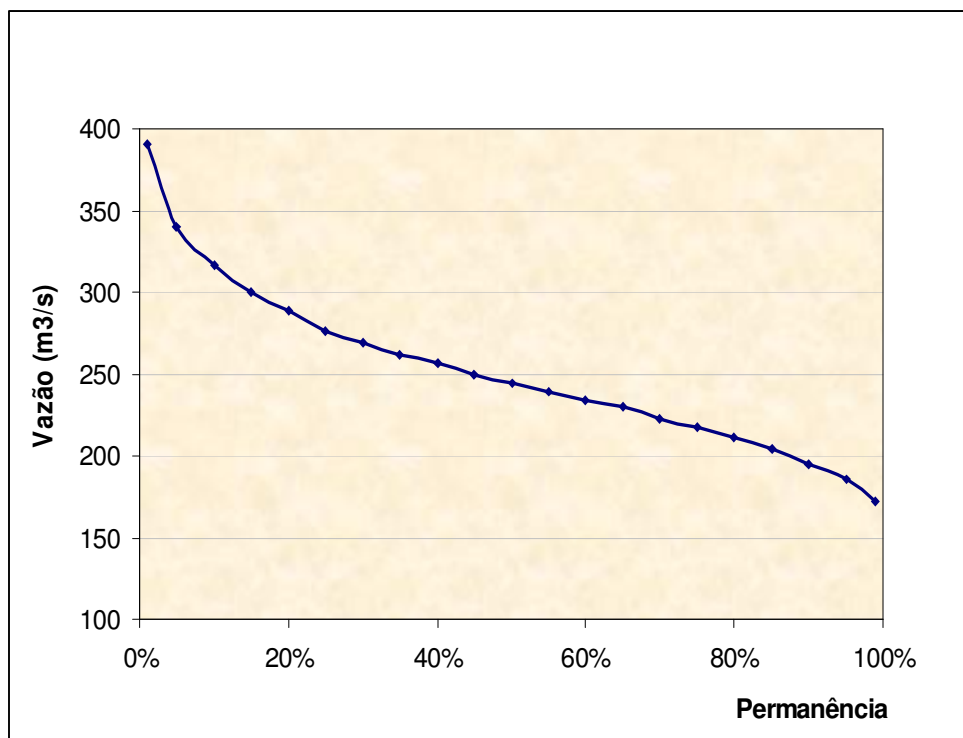


Figura 5.1.2.3.4 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais. AHE Baixo Verde.

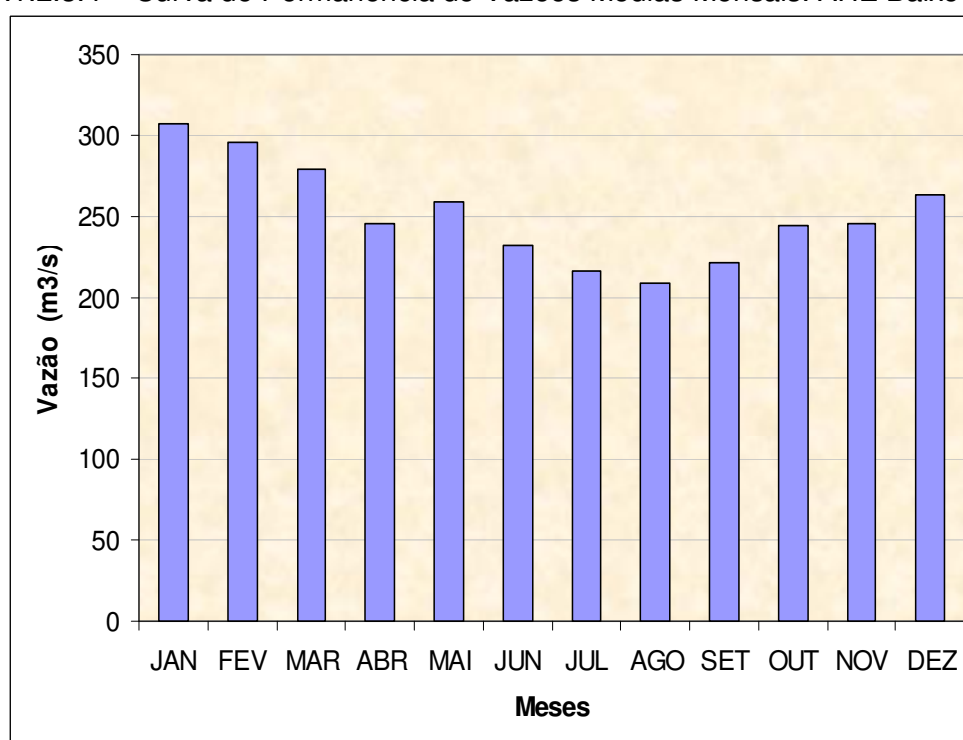


Figura 5.1.2.3.5 – Sazonalidade das Vazões Médias Mensais. AHE Baixo Verde.

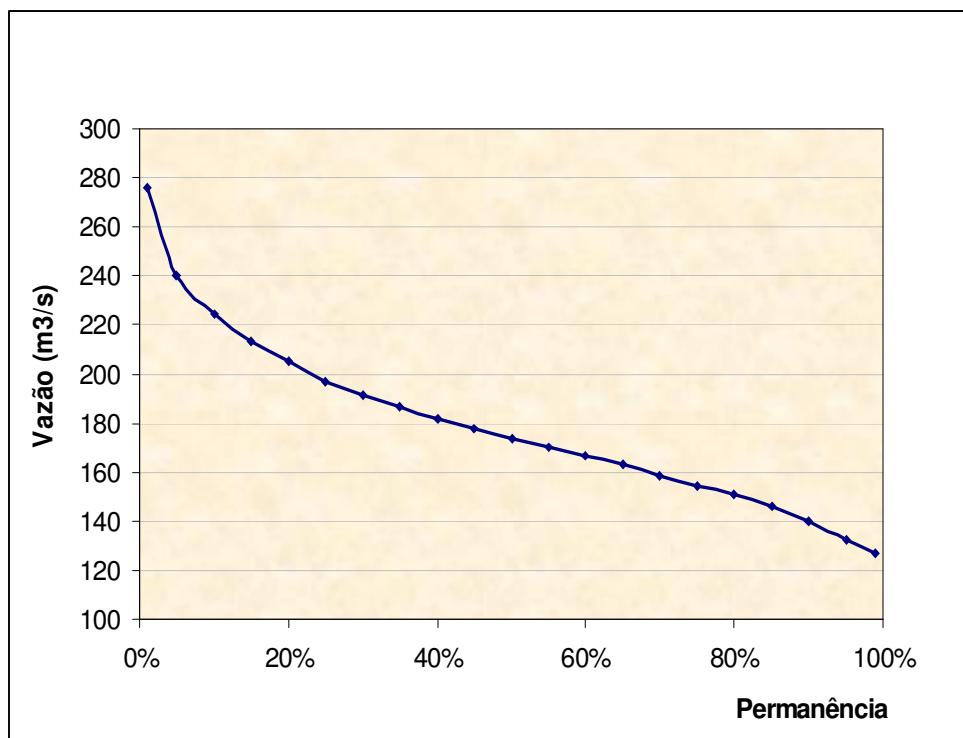


Figura 5.1.2.3.6 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais. AHE Água Clara.

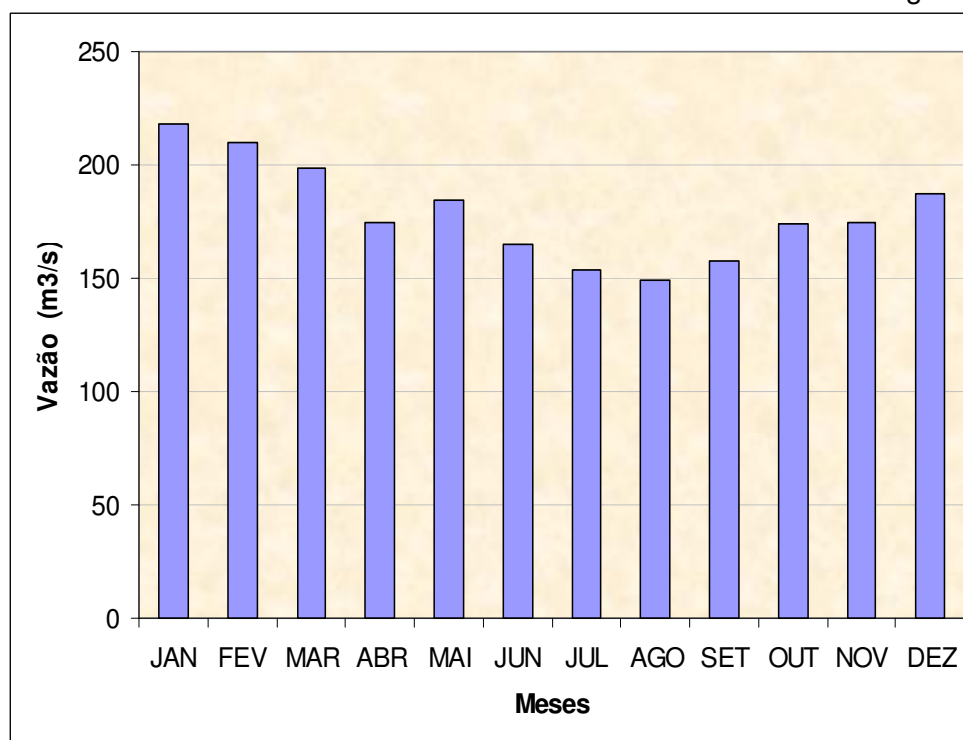


Figura 5.1.2.3.7 – Sazonalidade das Vazões Médias Mensais. AHE Água Clara.

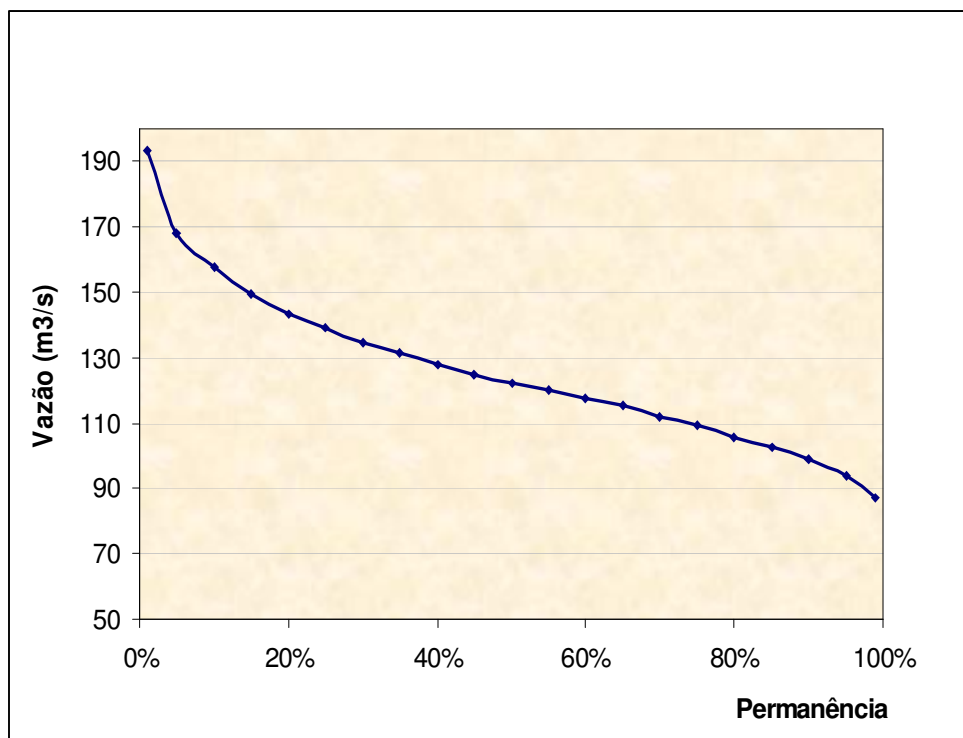


Figura 5.1.2.3.8 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais. AHE São Domingos.

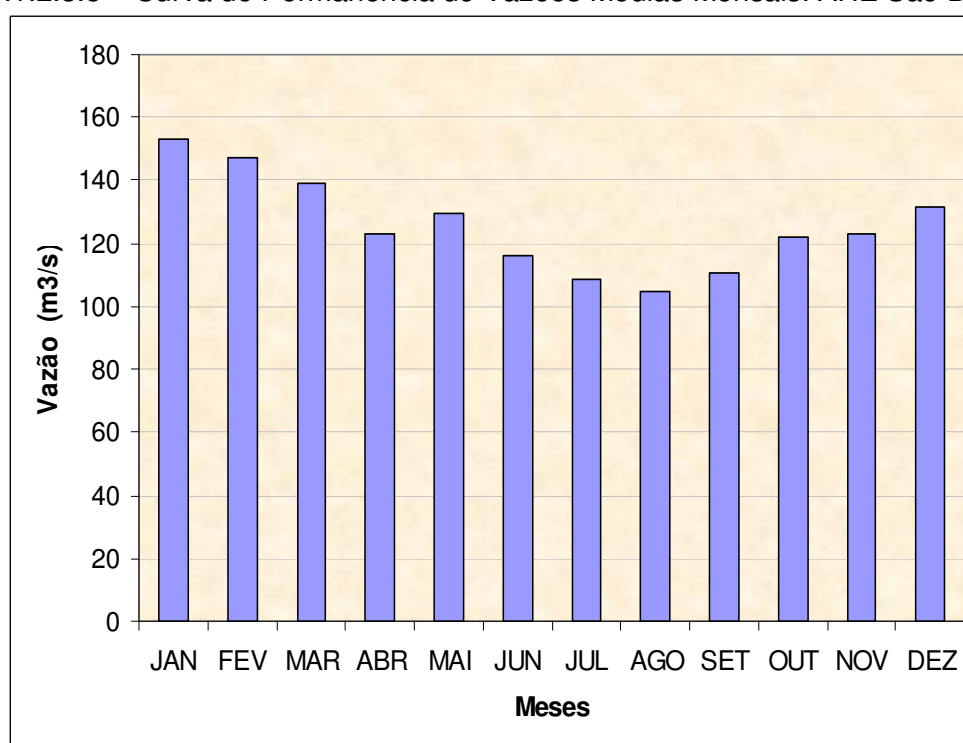


Figura 5.1.2.3.9 – Sazonalidade das Vazões Médias Mensais. AHE São Domingos.

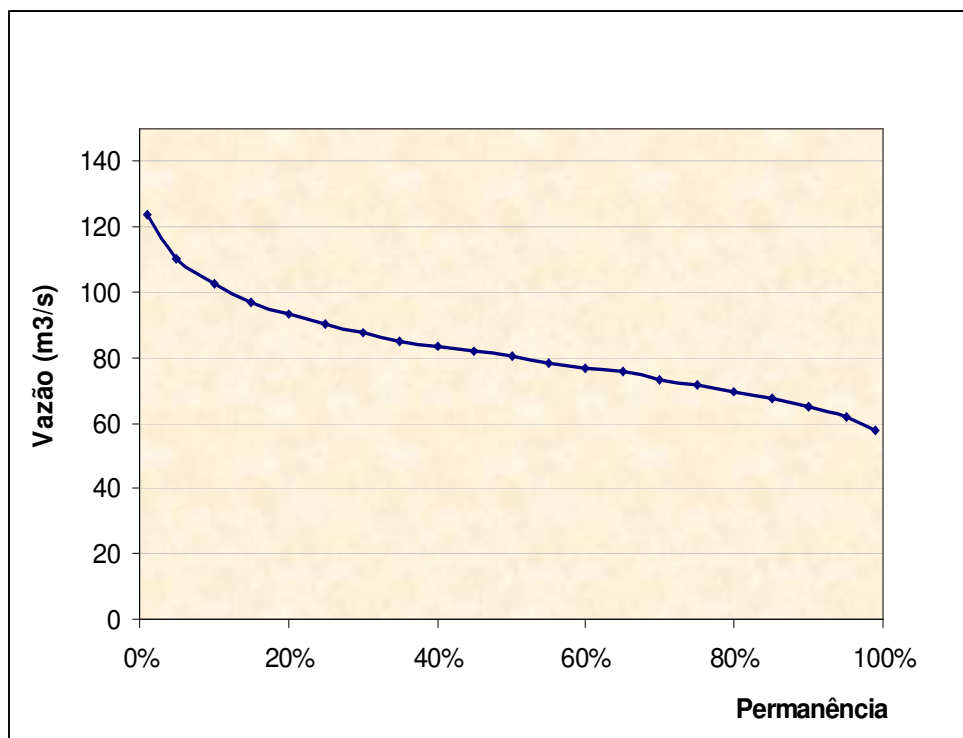


Figura 5.1.2.3.10 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais. AHE Verde 4.

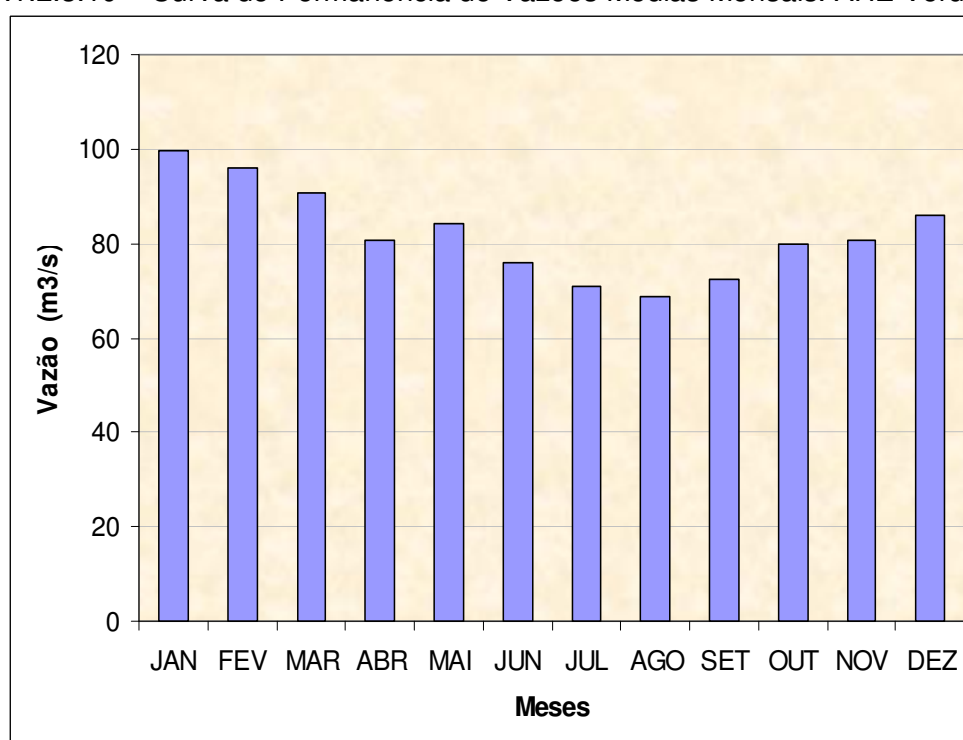


Figura 5.1.2.3.11 – Sazonalidade das Vazões Médias Mensais. AHE Verde 4.

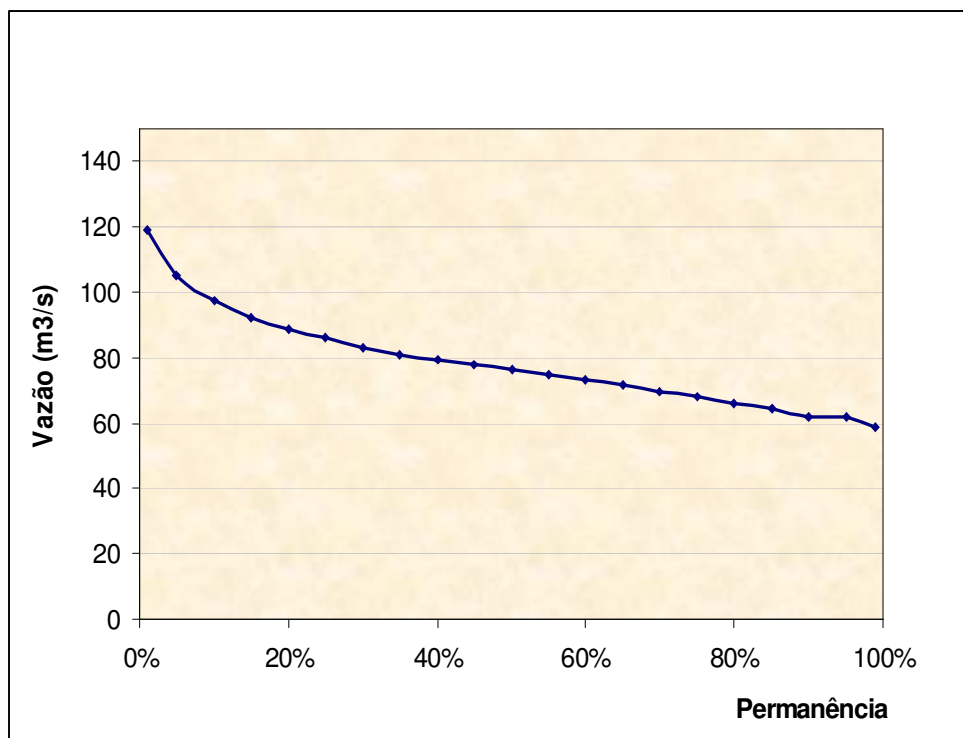


Figura 5.1.2.3.12 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais. AHE Verde 4 A.

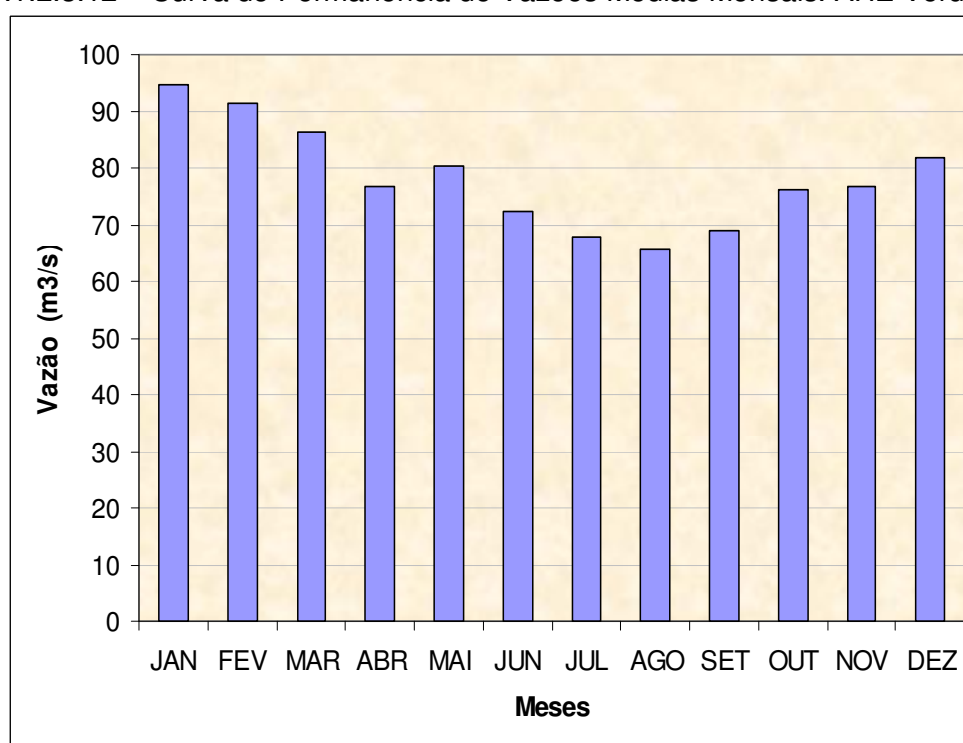


Figura 5.1.2.3.13 – Sazonalidade das Vazões Médias Mensais. AHE Verde 4 A.

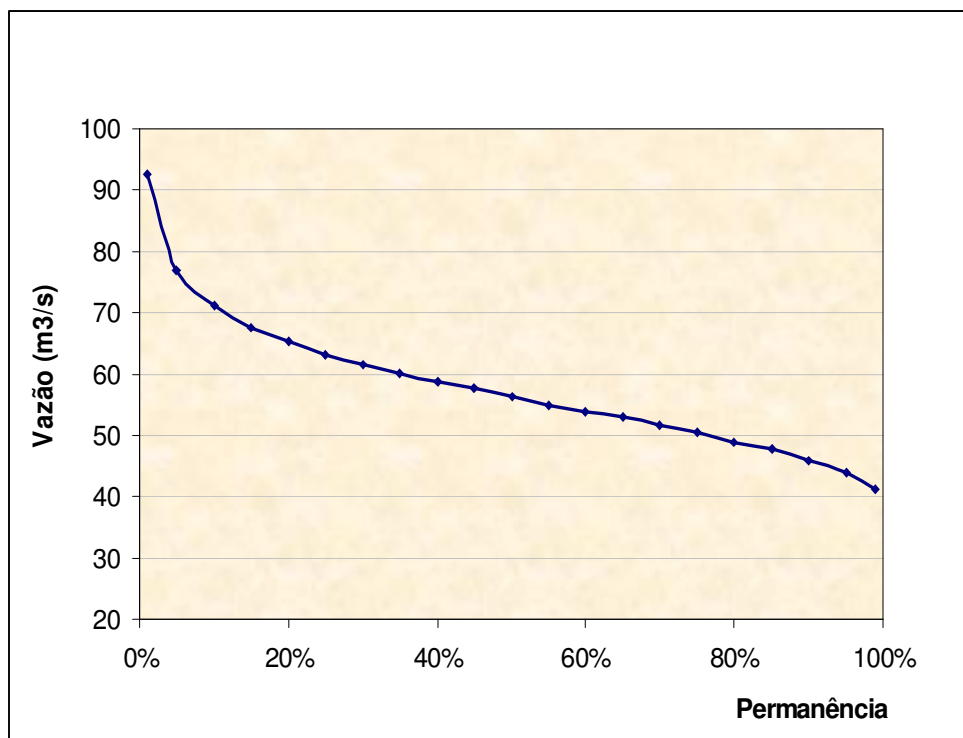


Figura 5.1.2.3.14 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais. AHE Verde 5 A.

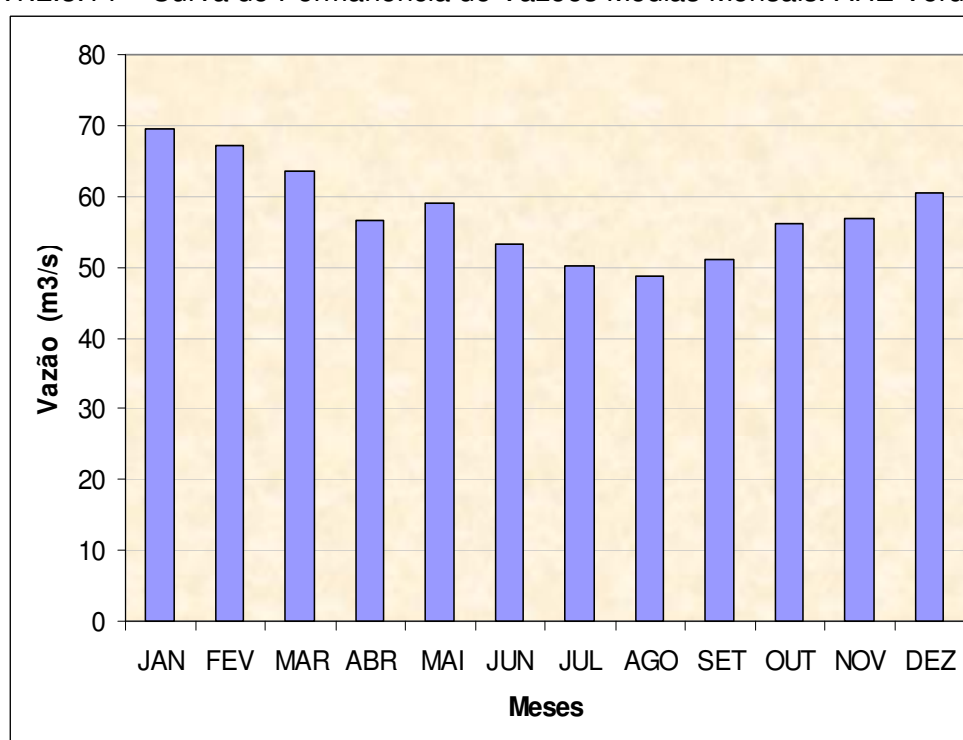


Figura 5.1.2.3.15– Sazonalidade das Vazões Médias Mensais. AHE Verde 5 A.

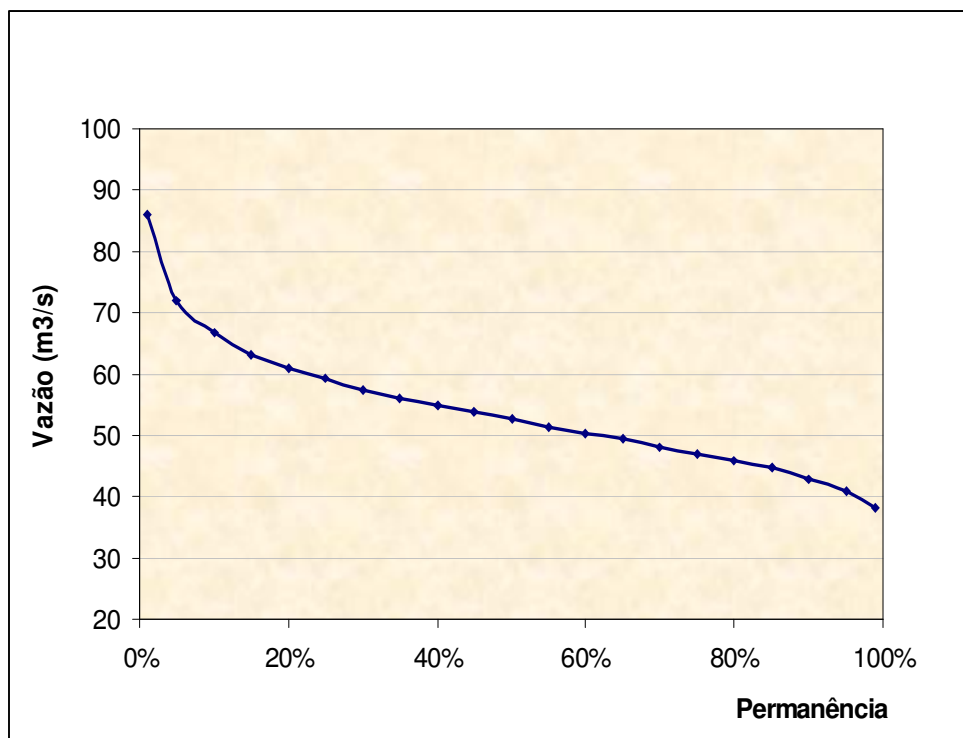


Figura 5.1.2.3.16 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais. AHE Verde 5.

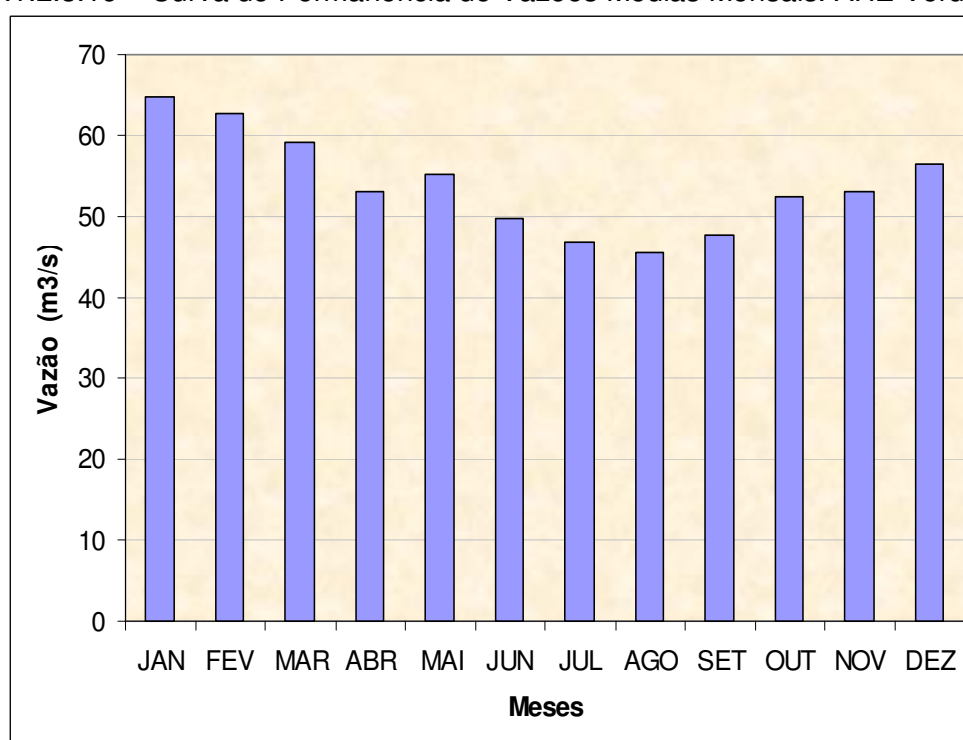


Figura 5.1.2.3.17– Sazonalidade das Vazões Médias Mensais. AHE Verde 5.

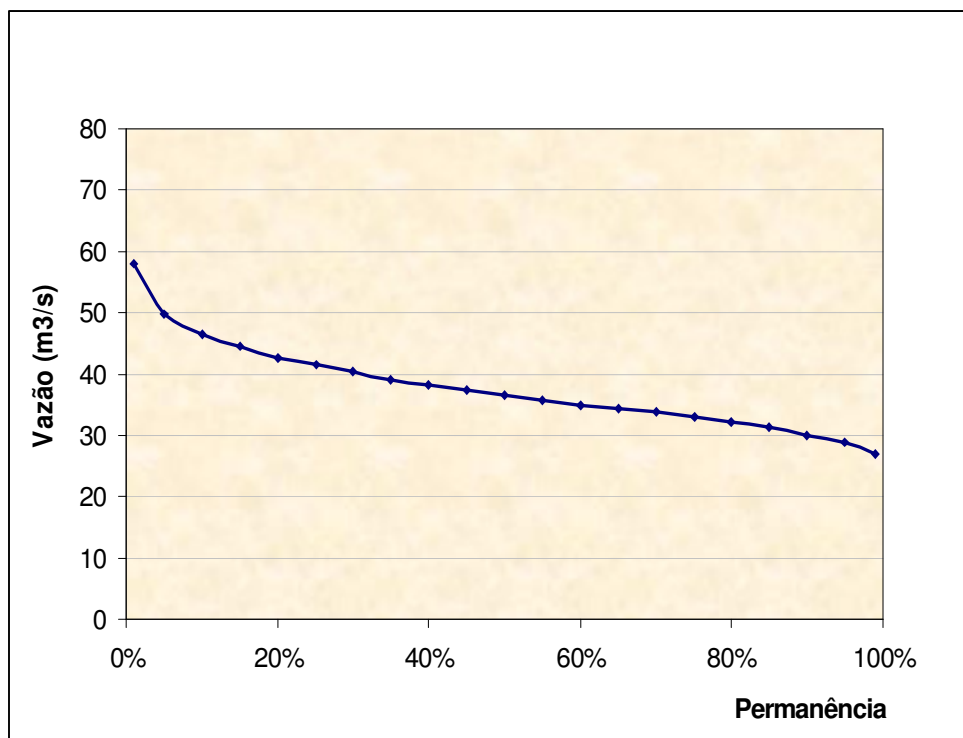


Figura 5.1.2.3.18 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais. AHE Verde 6.

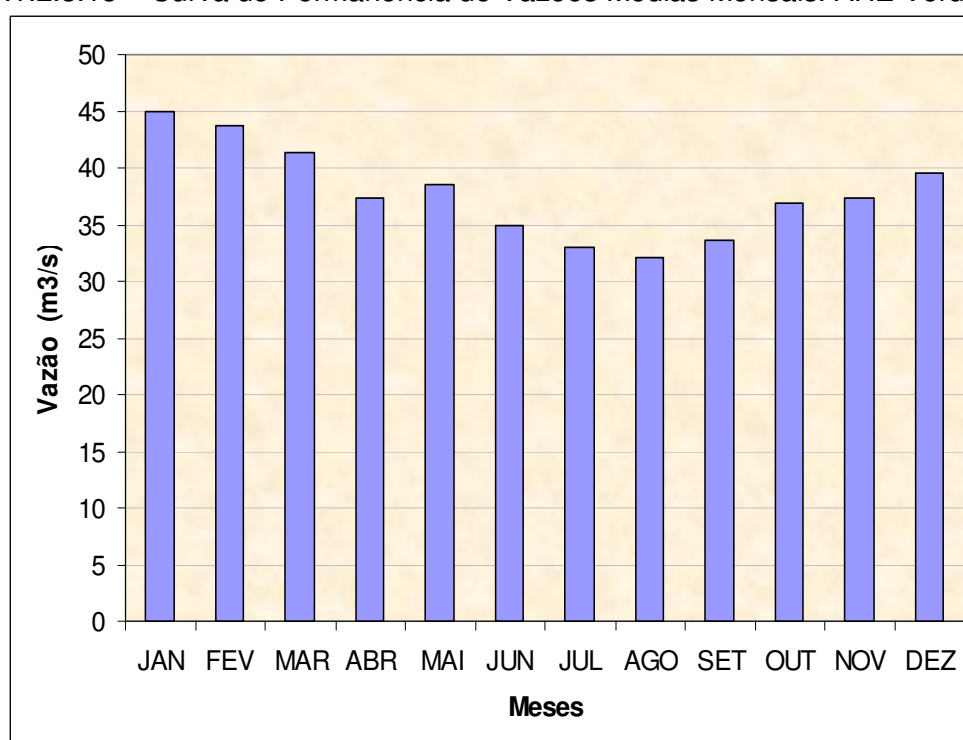


Figura 5.1.2.3.19– Sazonalidade das Vazões Médias Mensais. AHE Verde 6.

- **Vazão Específica**

Chama-se Vazão Específica ou Contribuição Unitária à relação entre a vazão em uma seção do curso de água e a área da bacia hidrográfica relativa a essa seção. É comumente expressa em litros por segundo por quilometro quadrado (Livro Hidrologia de Superfície de Nelson L. de Souza Pinto, Antônio Carlos Tatit Holtz e José Augusto Martins).

Assim a fórmula para o cálculo da Vazão Específica é:

$$\text{Vazão Específica (l/s/km}^2\text{)} = \text{Vazão Média (l/s)} / \text{Área de drenagem (km}^2\text{)}$$

A tabela 5.1.2.3.20 apresenta as vazões específicas para os eixos considerados neste estudo.

LOCAL	Q MÉDIA (m³/s)	ÁREA DE DRENAGEM (km²)	Q ESPECÍFICA (l/s / km²)
Eixo Baixo Verde	251,87	20.310,00	12,401287
Eixo Água Clara	178,99	14.400,00	12,429760
Eixo São Domingos	125,87	10.100,00	12,462520
Eixo Verde 4	82,23	6.567,00	12,521055
Eixo Verde 4 A	78,25	6.245,00	12,529539
Eixo Verde 5 A	57,76	4.587,00	12,592761
Eixo Verde 5	53,92	4.276,00	12,610000
Eixo Verde 6	37,80	2.970,00	12,725888

- **Sedimentologia**

Por não se dispor de dados de transporte sólido da bacia do rio Verde, procurou-se neste trabalho:

- proceder a um início de histórico de medições de descarga sólida, para utilização nos futuros estudos;
- analisar a bacia do rio Verde a partir de um estudo de regionalização, com base em dados de bacias vizinhas, preferencialmente geologicamente homogêneas, apresentados no relatório “Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros – ELETROBRÁS – MME – 1992” e no livro “Hidrossedimentologia Prática – CPRM – ELETROBRÁS”.

A metodologia aqui aplicada abrangeu as seguintes etapas:

- utilização dos dados sedimentológicos da Tabela 5.1.2.3.21, de bacias geologicamente semelhantes;
- elaboração de gráfico com os valores de volumes anuais associados às respectivas áreas de drenagem e estabelecimento de uma curva de regressão, ajustada pelo método dos mínimos quadrados, denominada Curva de Regionalização de Sedimentos em Suspensão, Figura 5.1.2.3.20.
- a expressão encontrada foi:

$$V_{SS} = 34,024.Ad^{0,9832}$$

Onde:

V_{SS} – volume anual potencial de sedimentos em suspensão, em m^3 ;

Ad – área de drenagem, em Km^2 .

A curva encontrada se ajustou bem, como mostra o coeficiente de correlação avançado de 0,962.

Tabela 5.1.2.3.21 – Transporte sólido em região vizinha à do rio Verde

Curso d'Água	Local	Área de Drenagem (Km^2)	PEMS ($t/Km^2/ano$)	Volume Anual (m^3)
Ivaí	Tereza Cristina	3.572	34	73.605
Ivaí	Ubá do Sul	12.701	9	69.278
Ivaí	Paraíso do Norte	28.427	81	1.395.507
Ivaí	Novo Porto Taquara	34.432	150	3.130.182
Ribeirão do Rato	Sítio São Luiz	12	39	284
Ribeirão do Rato	Poço Artesiano	27	135	2.209
Ribeirão do Rato	Faz. Luso-Brasileira	61	40	1.479

PEMS – Produção Específica Mínima em Suspensão.

Desta forma, optou-se por utilizar a expressão encontrada para uma primeira avaliação do aporte de sedimentos em suspensão aos futuros reservatórios. Para a estimativa do volume sólido total nos eixos em estudo, admitiu-se que o transporte total é composto de 80% de

sólidos em suspensão e 20% de material do leito, de forma clássica, considerando-se o volume sólido total anual, V_{ST} , como:

$$V_{ST} = 43,53.Ad^{0,9832}$$

Foram plotadas também, nesse gráfico: a média de 3 medições realizadas em dezembro de 1995 e em maio de 1996 no local Água Clara e uma medição realizada em dezembro de 1995 no local Cachoeira Branca (São Domingos), respectivamente.

O volume anual de sólidos em suspensão, afluente às seções consideradas, foi estimado através da seguinte expressão:

$$V_{\text{anual}} = C_{SS} \times MLT \times 0,864 \times 365/1,65$$

A partir da Figura 5.1.2.3.20, pode-se verificar que as novas medições realizadas, ao serem plotadas, aderem de forma razoável à curva traçada.

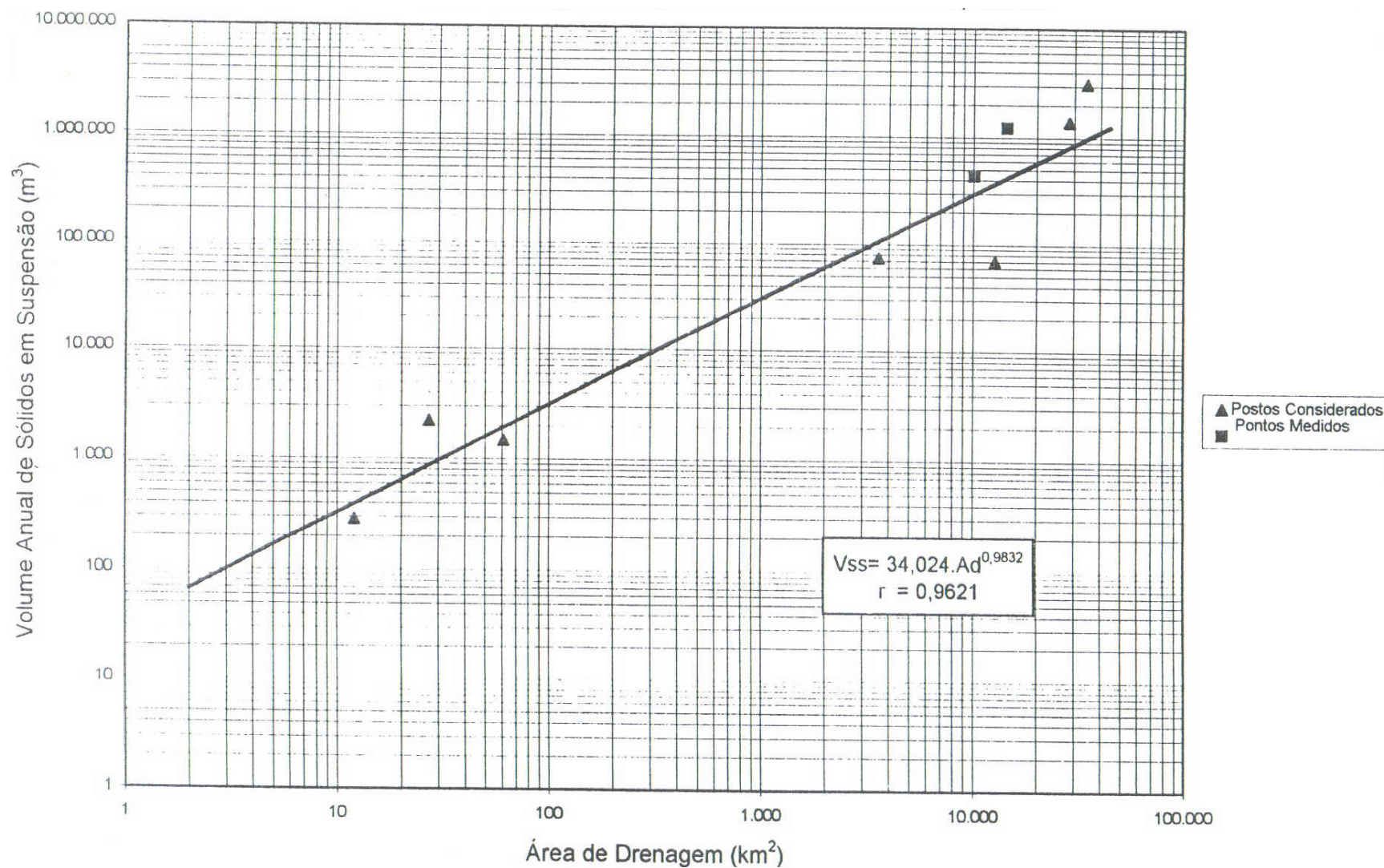


Figura 5.1.2.3.20 – Curva de Regionalização de Sedimentos em Suspensão.

Uma primeira estimativa dos valores dos volumes sólidos totais anuais afluentes a cada reservatório em estudo é apresentada na Tabela 5.1.2.3.22, para os aproveitamentos de alternativa selecionada.

Tabela 5.1.2.3.22 – Estimativas do volume sólido total anual nos futuros barramentos

Aproveitamento	Área de Drenagem (Km²)	Volume Anual (m³)
AHE BV - Baixo Verde	20.310,00	731.199
AHE AC - Água Clara	14.400,00	521.432
AHE SD - São Domingos	10.100,00	367.912
AHE 4 – Verde 4	6.567,00	240.952
AHE 4 A - Verde 4 A	6.245,00	229.331
AHE 5 A – Verde 5 A	4.587,00	169.321
AHE 5 - Verde 5	4.276,00	158.027
AHE 6 - Verde 6	2.970,00	110.436

5.1.2.4 Escoamento

- **Declividade do rio**

A velocidade de escoamento de um rio depende da declividade dos canais fluviais. Quanto maior a declividade, maior será a velocidade de escoamento e mais pronunciados e estreitos serão os hidrogramas das enchentes. Foi considerada para este estudo a declividade média, obtida dividindo-se o desnível entre a nascente e a foz pela extensão total do curso d'água principal.

- **Tempo de Concentração**

O tempo de concentração mede o tempo necessário para que toda a bacia contribua com o escoamento superficial para a seção considerada, ou seja, é o tempo em que a gota, que se precipita no ponto mais distante da seção exutório de uma bacia, leva para atingir esta seção. Para o cálculo do tempo de concentração adotou-se a fórmula do *Soil Conservation Service*:

$$t_c = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

onde:

t_c = tempo de concentração, em minutos.

L = comprimento do curso d'água principal, em km.

H = diferença entre cotas do ponto mais afastado e o considerado, em m.

A tabela 5.1.2.4.1 apresenta um resumo das características fisiográficas da bacia do rio Verde, no local do futuro aproveitamento de Verde 4.

Tabela 5.1.2.4.1 - Resumo das Características Fisiográficas

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	VALOR
Área de Drenagem	km ²	6.567
Perímetro	km	430
Comprimento Axial	km	210
Coeficiente de Compacidade	-	1,49
Fator de Forma	-	0,15
Altitude Máxima	m	500
Altitude Mínima	m	345
Declividade Média	m/m	0,0007
Tempo de Concentração	dias	2,7

Com base na tabela acima, pode-se observar que a bacia do rio Verde apresenta reduzida declividade do terreno, permitindo a formação de extensas áreas de inundação. Caso as condições geológicas permitam, espera-se que os seus hidrogramas apresentem-se amortecidos e com longos tempos-base, ou seja, o tempo de resposta do rio a uma precipitação é longo e com grande defasagem entre os picos de chuvas e os de vazões.

5.1.2.5 Características Climáticas

Para a classificação climática da bacia do rio Verde, foram utilizadas as estações de Campo Grande e Três Lagoas, cujos dados foram extraídos das “Normais Climatológicas (1961-1990)”, do DNMET, bem como da SEPLAN-MS, “Atlas Multireferencial do Estado do Mato Grosso do Sul - 1990”. Foram escolhidas essas estações, por disporem de um longo período de dados, já analisados pelo DNMET.

• Temperatura

As temperaturas médias variam de um mínimo de 19,1°C até um máximo de cerca de 26,4°C, estando os meses mais quentes entre outubro e março e, os mais frios, os que vão de maio a julho, como se pode observar na tabela 5.1.2.5.1. As temperaturas mínimas absolutas registradas foram as de -0,4°C, em agosto, e de -2,0°C, em julho, ao passo que as máximas absolutas para esses mesmos postos, respectivamente, foram de 40,1°C e 41,8°C.

Tabela 5.1.2.5.1 - Temperatura (°C)¹

POSTO	TEMP.	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉD.
Campo Grande	Média			24,4	24,4	20,4	19,1	19,3	21,8	22,6	24,1	24,3	24,3	22,7
	Máx. média	28,6	30,4	30,2	29,2	27,1	26,1	26,7	29,0	27,5	30,6	30,4	29,8	28,8
	Mín. média	19,7	20,1	18,3	18,4	16,0	15,3	14,0	16,0	17,5	18,9	19,5	20,4	17,8
	Mín. Abs	12,1	7,4	8,2	7,5	2,0	1,7	0,6	-0,4	2,0	8,8	10,6	14,8	—
	Máx. Abs	35,3	34,7	35,0	34,4	32,5	32,0	32,6	35,8	39,5	37,4	40,1	37,2	—
Três Lagoas	Média	25,9	26,4	26,1	23,9	21,5	19,7	19,4	21,8	23,5	25,2	25,8	25,9	23,7
	Máx. média	31,8	32,3	31,7	30,6	28,4	27,4	27,7	30,3	30,8	31,8	32,0	31,8	30,5
	Mín. média	22,1	22,2	21,7	18,9	16,1	14,2	13,9	15,2	17,0	20,0	21,0	21,6	18,7
	Mín Abs	10,0	13,9	10,7	5,5	3,1	2,9	-2,0	1,1	5,4	10,0	11,6	12,7	—
	Máx. Abs	38,7	38,2	38,4	36,0	34,7	33,8	35,7	38,5	41,8	39,8	40,9	39,2	—

O gráfico representado na figura 5.1.2.5.1 sintetiza as informações da tabela referentes a cidade de Campo Grande.

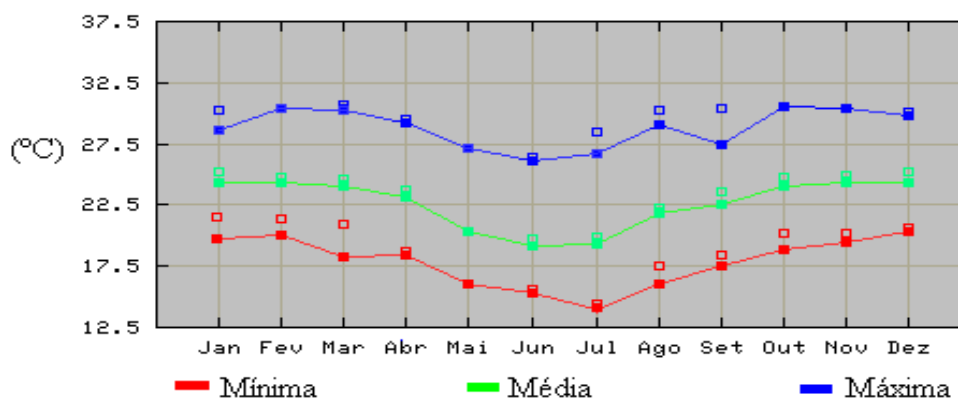


Figura 5.1.2.5.1 - Temperaturas Médias Mensais em Campo Grande (1961-1990).

¹ Temperaturas mínimas e máximas absolutas que ocorreram no ano, em itálico e negrito.

- **Evaporação**

A evaporação é maior no período de agosto a outubro e menor de janeiro a março, como se verifica na tabela 5.1.2.5.2, a seguir.

Tabela 5.1.2.5.2 - Evaporação Média em Tanque Classe A (mm)

POSTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOT.
C. Grande	101,1	92,8	106,9	140,4	135,5	148,4	205,4	251,6	249,1	199,2	162,0	118,8	1911
T. Lagoas	93,8	85,8	96,4	98,2	86,3	80,6	107,4	132,9	139,3	141,9	121,8	108,4	1293

O gráfico representado na figura 5.1.2.5.2 apresenta a variação da evaporação média mensal correspondente aos valores da tabela para a cidade de Campo Grande.

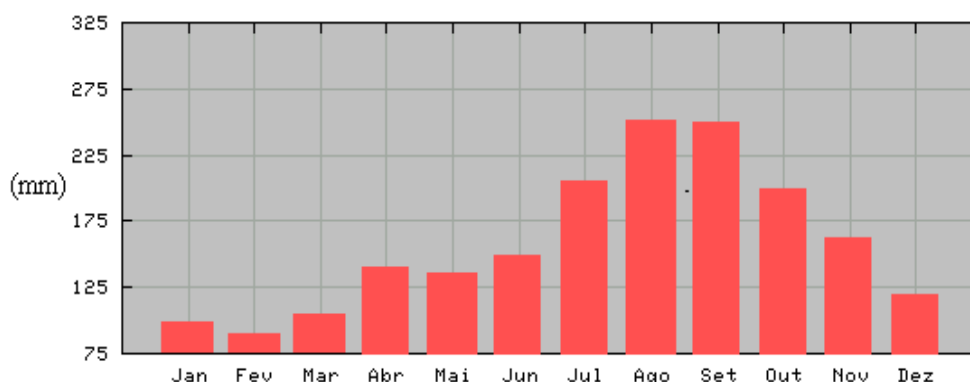


Figura 5.1.2.5.2 – Evaporação Média Mensal em Campo Grande (1961-1990).

A variação da evaporação média mensal para os cinco anos subseqüentes mostra a manutenção da distribuição acima, a exceção dos anos de 1995 e 1996, conforme pode ser observado na figura 5.1.2.5.3, a seguir.

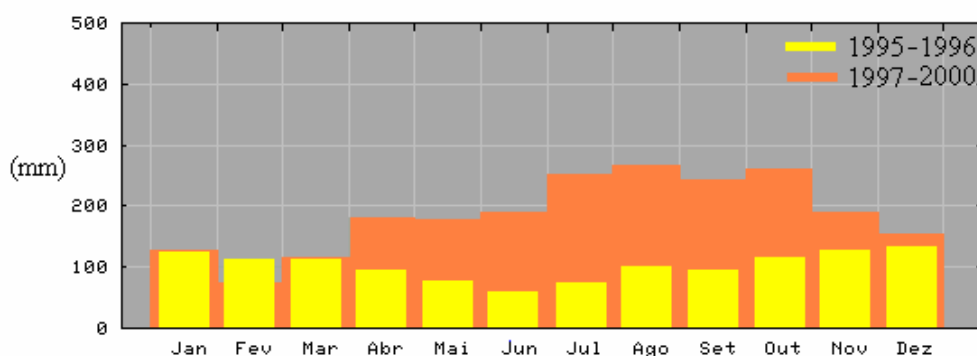


Figura 5.1.2.5.3 – Evaporação em Campo Grande, períodos atuais.

- **Umidade Relativa**

A umidade relativa média do ar está em torno de 72,0%, variando de 59,6 % a 80,8 %, registrando-se as mínimas no trimestre julho, agosto e setembro e as máximas no período de dezembro a fevereiro.

Tabela 5.1.2.5.3 - Umidade Relativa Média (%) - 1961/1990

POSTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOT.
C. Grande	80,8	80,6	78,0	77,5	74,8	72,3	65,9	59,6	63,2	67,6	72,5	80,3	72,8
T. Lagoas	75,8	73,4	74,0	73,1	71,3	70,5	65,9	60,8	62,3	64,5	68,8	74,5	69,5

A figura 5.1.2.5.4 mostra a representação gráfica dos valores da tabela acima para a cidade de Campo Grande.

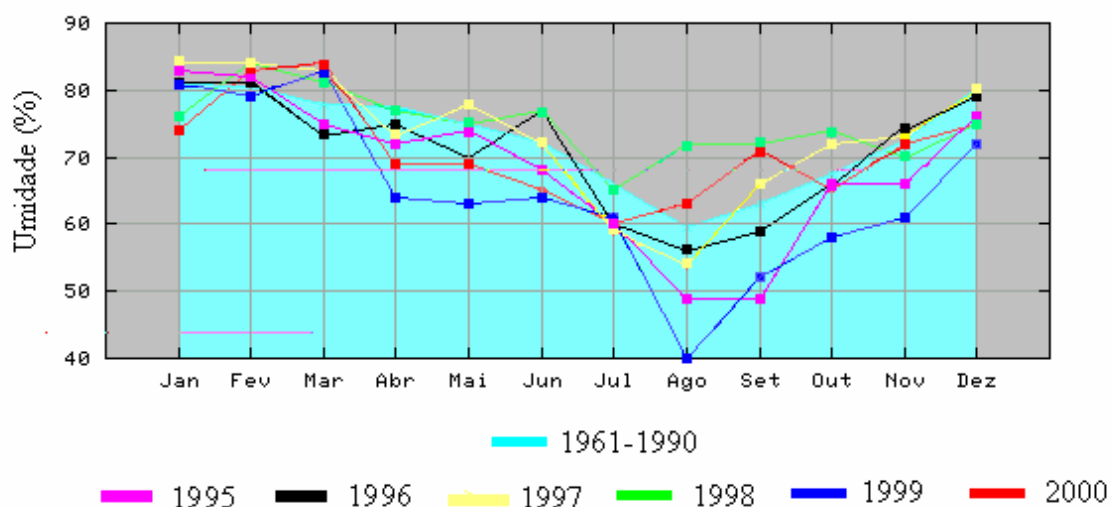


Figura 5.1.2.5.4 –Umidade relativa do ar em Campo Grande para vários períodos.

Segundo Köppen, a bacia do rio Verde situa-se na faixa do clima Aw, tropical, úmido, com uma estação chuvosa no Verão e uma estação seca no Inverno.

5.1.3 Uso e Qualidade da Água

5.1.3.1 Aspectos Legais

A RESOLUÇÃO CONAMA nº 357/05 estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas segundo seu uso preponderante. Esta classificação é realizada considerando,

principalmente, que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade, à saúde e o bem-estar humano e ao equilíbrio ecológico aquático.

Nesta resolução, são classificadas, segundo seus usos preponderantes, em treze classes, as águas doces, salobras e salinas. Para águas doces, tipo de água analisada neste estudo, há cinco classificações (ver Tabela 5.1.3.1.1). Para cada classe de água, a resolução estabelece limites/condições máximas para os parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Tabela 5.1.3.1.1 – Classificação das águas de acordo com o uso preponderante, segundo a Resolução CONAMA nº 357/05.

Classificação	Uso Preponderante
Classe especial	Abastecimento para consumo humano com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe I	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), conforme Resolução CONAMA nº 274/00; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de película; Proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
Classe II	Abastecimento para consumo humano, após o tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas Recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho), conforme Resolução CONAMA nº 274/00; Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; Aqüicultura e atividade de pesca.
Classe III	Abastecimento para consumo humano, após o tratamento convencional ou avançado; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Pesca amadora; Recreação de contato secundário; Dessedentação de animais.
Classe IV	Navegação; Harmonia paisagística.

5.1.3.2 Metodologia de estudo

O termo qualidade da água é usado para descrever as características químicas, físicas e biológicas da água. É através da análise destas características que é verificado se a qualidade da água é adequada ao uso para o qual foi designada, de acordo com o estabelecido pela legislação pertinente.

Em uma bacia hidrográfica, a qualidade da água é influenciada pelas atividades humanas, uso do solo e da água e por fatores naturais, como o clima e a geologia. A qualidade da água é, portanto, um indicativo da qualidade ambiental da bacia.

Desta forma, a análise do elemento de caracterização “Uso e Qualidade da Água” permite compreender a relação entre uma população de uma determinada área e seu mais importante recurso natural.

Esta análise é feita a partir de diversos aspectos que compõem este elemento de caracterização, de modo a delinear a maneira pela qual a população de uma determinada região (no caso a bacia hidrográfica do rio Verde) utiliza o recurso natural **água** e se existe alguma preocupação quanto a sua preservação ou conservação através de uma utilização racional e adequada.

Portanto, para desenvolver este elemento de caracterização, serão utilizados dados levantados em campanhas de campo e dados dos Estudos de Revisão da Divisão de Queda do Rio Verde (MS) – Revisão 1 (R-1), de setembro de 2002 para a empresa DM Construtora de Obras Ltda, com o objetivo de diagnosticar a qualidade da água na sub-bacia do rio Verde e verificar se está de acordo com o uso designado pela legislação, além de identificar as atividades humanas e os fatores naturais que influenciam a qualidade da água da bacia hidrográfica.

Para este elemento de caracterização serão considerados os seguintes aspectos:

- Usos das águas para diversas finalidades;
- Avaliação da qualidade das águas em diferentes trechos do rio;
- Potencial de aporte de cargas poluidoras;
- Potencial de eutrofização no caso de formação de lagos em determinados trechos;

- Identificação de barragens já existentes e quedas d'água de grandes dimensões para identificar a perda de capacidade de autodepuração do rio.

- **Localização dos pontos de amostragem**

A análise da qualidade das águas de uma bacia hidrográfica é feita através de uma rede amostral. Para se ter representatividade é necessário que os pontos de amostragem no rio e os parâmetros físico-químicos e biológicos analisados demonstrem os impactos do uso dos solos no entorno, as mudanças geográficas, tais como planícies, planaltos ou acidentes geográficos e mudanças no *Continuum* fluvial.

Para o diagnóstico desta Avaliação Ambiental Estratégica foram definidos 4 pontos de amostragem, apresentados na Tabela 5.1.3.2.1. As amostragens foram realizadas em duas épocas distintas: período chuvoso (Novembro/2006) e período seco (Junho/2007).

Tabela 5.1.3.2.1 - Estações de coleta de água na sub-bacia do rio Verde

Designação	Localização	Coordenadas UTM (MC 51º W Gr)
AM01	Ponte do rio Verde na rodovia estadual transitória 349	E 230942 / N 7856737
AM02	Fazenda Cachoeira, abaixo da cachoeira	E 267787 / N 7784387
AM03	Fazenda Prapila, a jusante da cidade de Água Clara	E 304456 / N 7737363
AM04	Ponte do rio Verde na rodovia estadual 459	E 358613 / N 7689743

Ponto AM01: Ponte do rio Verde na rodovia estadual transitória 349, próximo a nascente. Este ponto permite avaliar quais os impactos e a qualidade da água no início do rio, servindo como base para os demais pontos (figura 5.1.3.2.1).



Figura 5.1.3.2.1 – Ponto de amostragem AM01, na ponte do Rio Verde na rodovia estadual transitória 349.

Ponto AM02: Fazenda Cachoeira, localizado a jusante da cachoeira que é um importante acidente geográfico e uma barreira natural para determinados organismos além de ter alto poder de depuração (figura 5.1.3.2.2).



Figura 5.1.3.2.2 – Ponto de amostragem AM02, na Fazenda Cachoeira, abaixo da cachoeira.

Ponto AM03: Fazenda Prápila, a jusante da cidade de Água Clara. Este ponto permite uma avaliação do impacto da cidade nas águas do Rio Verde (figura 5.1.3.2.3).



Figura 5.1.3.2.3 – Ponto de amostragem AM03, na Fazenda Prápila, a jusante da cidade de Água Clara.

Ponto AM04: Ponte do Rio Verde na rodovia Estadual 459, a jusante do Rio Pombo, fora da influência do reservatório de Porto Primavera. Este ponto permite uma avaliação da qualidade da água no fim da bacia (figura 5.1.3.2.4).



Figura 5.1.3.2.4 – Ponto de amostragem AM04, na ponte do rio Verde, na rodovia estadual 459.

A localização dos pontos de amostragem está apresentada no Mapa AAE – 006 – RV / Pontos Amostrais de Ictiofauna e da Qualidade da Água e a sua disposição na bacia do rio Verde pode ser observada na figura 5.1.3.2.5.



Figura 5.1.3.2.5 – Disposição dos pontos de amostragem na bacia hidrográfica do rio Verde.

- **Procedimentos de coleta e análise**

A coleta das amostras bem como as análises físico-químicas, bacteriológicas e limnológicas da água foram realizadas pelo laboratório Sanágua, em Campo Grande - MS. Os laudos contendo os resultados obtidos estão no Anexo I.

As análises físico-químicas e bacteriológicas têm como base a visão sanitária e ambiental, e os parâmetros são os relacionados para o IQA, além de parâmetros para análise ambiental. A análise das amostras foi realizada de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2005), como é possível observar na Tabela 5.1.3.2.2, que apresenta a relação dos parâmetros analisados, os métodos analíticos utilizados e as técnicas de preservação das amostras.

Tabela 5.1.3.2.2 - Relação dos parâmetros analisados, métodos analíticos e metodologias de preservação.

Parâmetro	Método analítico	Preservação da amostra
Temperatura da água	SMWW 2550 B 21st ed - Termômetro de mercúrio	Análise em campo
Alcalinidade total	SMWW 2320 B 21st ed - Titulometria	Análise em campo
Coliformes totais e E. coli	SMWW 9223 B 21st ed - Teste substrato enzimático cromogênico e fluorogênico	Refrigeração < 10°C
Condutividade	SMWW 2510 B 21st ed - Potenciometria	Análise em campo
Cor verdadeira	SMWW 2120 B 21st ed - Comparação visual	Refrigeração a 4°C
DBO _(5,20)	SMWW 5210 B 21st ed - Teste DBO 5 dias	Refrigeração a 4°C
Fósforo total	SMWW 4500 P D 21st ed - Cloreto Estanhoso - Espectrofotométrico	Adição de H ₂ SO ₄ até pH<2 e refrigeração a 4°C
Nitrato	SMWW 4500 NO ₃ E 21st ed - Redução de Cádmio	Refrigeração a 4°C
Nitrito	SMWW 4500 NO ₂ B 21st ed - Colorimétrico	Refrigeração a 4°C
Nitrogênio amoniacal total	SMWW 4500 NH ₃ B, 21st ed - Macro-Kjeldhal/Destilação/Nesslerização	Adição de H ₂ SO ₄ até pH<2 e refrigeração a 4°C
Nitrogênio total Kjeldahl	SMWW 4500 Norg. B 21st ed - Macro-Kjeldhal/Digestão/Destilação/Nesslerização	Adição de H ₂ SO ₄ até pH<2 e refrigeração a 4°C
Oxigênio dissolvido	SMWW 4500 O C 21st ed - Winkler - Azida Modificada	Fixação em campo.
pH	SMWW 4500 H+B 21st ed - Potenciométrico	Refrigeração a 4°C
Sólidos dissolvidos totais	SMWW 2540 C 21st ed	Refrigeração a 4°C
Sólidos suspensos totais	SMWW 2540 D 21st ed	Refrigeração a 4°C
Sólidos totais	SMWW 2540 B 21st ed	Refrigeração a 4°C
Turbidez	SMWW 2130 B 21st ed - Nefelométrico	Refrigeração a 4°C

SMWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Os parâmetros limnológicos têm como base as análises das populações biológicas do rio bem como a produção das águas. As análises taxonômicas são realizadas com auxílio de microscópios ópticos e estereoscópicos, além de chaves de identificações específicas para cada grupo. A Tabela 5.1.3.2.3 apresenta os parâmetros limnológicos avaliados e a metodologia de análise empregada.

Tabela 5.1.3.2.3 – Parâmetros limnológicos e metodologias de análises.

Parâmetro	Metodologia
Zooplâncton	Filtração de volume conhecido em rede de 20 µm e preservado em formol 4%.
Fitoplâncton	Filtração de volume conhecido em rede de 20 µm e preservado em formol 4%.
Zoobentos	Coleta com amostrador surber e preservados em formol 4%.
Clorofila-a	Filtração de volume conhecido de água em filtro de fibra de vidro 1µm de poro e extração em etanol método de Nush (1980).

5.1.3.3 Usos das águas para diversas finalidades

Segundo ANA (2006) e PNRH (2006), o rio Verde não está enquadrado nas esferas Estadual e Federal, sendo então considerado classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/05. Os usos preponderantes da Classe 2 são:

- abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- proteção das comunidades aquáticas;
- recreação de contato primário, tais como esqui aquático, natação e mergulho, conforme resolução do CONAMA nº 274, de 2000;
- irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- aqüicultura e atividade de pesca.

Segundo informações fornecidas pelo IMASUL, em janeiro e março de 2007, o estado do Mato Grosso do Sul ainda não emite outorgas para uso de água nos rios de domínio estadual. Para os rios de domínio federal que se localizam dentro do território deste estado as outorgas são emitidas pela ANA, Agência Nacional de Águas, que disponibiliza os dados atualizados mensalmente. Em acesso realizado no mês de Janeiro de 2007, verificaram-se 15 concessões no Estado, sendo 4 dessas localizadas no município de Três Lagoas, que apresenta parte de seu território dentro da sub-bacia do rio Verde, mas cuja sede (área urbana) localiza-se fora da sub-bacia. Nesse município, as 4 concessões encontram-se fora da sub-bacia e as águas utilizadas não são provenientes do rio Verde, mas sim do rio Paraná e do lago Jupia.

Aliando-se dados contidos nos Estudos de Revisão da Divisão de Queda do Rio Verde e de visitas técnicas realizadas para esse diagnóstico, pode-se dizer que os principais usos das águas do rio Verde são a dessedentação de animais, o lazer e a pesca. Na Figura 5.1.3.3.1 é possível observar a presença de uma cisterna, provavelmente utilizada para dessedentação de animais, já que a pecuária é a atividade predominante na região. No entanto, a forma de armazenamento de água mais comum são as lagoas, como demonstrado na Figura 5.1.3.3.2. Tais lagoas normalmente encontram-se eutrofizadas e colonizadas por macrófitas aquáticas.



Figura 5.1.3.3.1 – Cisterna utilizada para dessedentação de animais.



Figura 5.1.3.3.2 – Lagoa para dessedentação de animais.

Durante as visitas técnicas realizadas na área de estudo, verificou-se que a presença de barcos e instalações de pesca é muito comum, conforme se observa nas figuras 5.1.3.3.3 e 5.1.3.3.4, indicando que essa atividade é bastante difundida na região.



Figura 5.1.3.3.3 – Barcos para pesca.



Figura 5.1.3.3.4 – Instalação para atividade de pesca localizada nas margens do rio Verde.

As inúmeras cachoeiras e praias de água doce são também utilizadas para o lazer. As figuras 5.1.3.3.5 e 5.1.3.3.6 ilustram esses locais.



Figura 5.1.3.3.5 – Cachoeira Vista Alegre.



Figura 5.1.3.3.6 – Praia de água doce localizada próxima à cachoeira Vista Alegre.

O uso das águas do rio Verde para abastecimento foi verificado somente através de caixas e rodas d'água, todos utilizando volumes pequenos de água, como ilustram as figuras 5.1.3.3.7 a 5.1.3.3.9. Também foi observada a presença de uma pequena central de geração junto à cachoeira Vista Alegre, como elucida a figura 5.1.3.3.10.



Figura 5.1.3.3.7 – Caixa d'água.



Figura 5.1.3.3.8 – Roda d'água.



Figura 5.1.3.3.9 – Roda d'água.



Figura 5.1.3.3.10 – Pequena casa de força junto à cachoeira Vista Alegre.

Nos municípios que compõem a sub-bacia do rio Verde, a água para abastecimento público é captada em poços artesianos, ou seja, provém de águas subterrâneas. Assim, as águas superficiais da sub-bacia do rio Verde não são utilizadas como manancial para abastecimento público.

Os usos industriais são pouco expressivos na região em estudo, já que as atividades predominantes são a pecuária e a silvicultura. Nas visitas técnicas realizadas para esse diagnóstico não foram observadas instalações industriais no entorno do rio Verde.

Deve-se salientar a utilização das águas do rio Verde e tributários para a disposição de esgotos sanitários e águas pluviais advindos dos municípios de Água Clara e Brasilândia. Em Água Clara, não há sistema de tratamento de esgotos, sendo a fossa séptica a forma de destinação mais comum, segundo informações fornecidas por funcionários da SANESUL em fevereiro de 2007. Já em Brasilândia, 17,53% do esgoto domiciliar é lançado na rede geral de esgoto ou pluvial e após tratamento, os efluentes são lançados nas águas de um córrego afluente ao rio Verde (dados informados pela SANESUL, em Fevereiro de 2007). Ademais, 14,11% dos esgotos deste município são tratados em fossa séptica e 65,94% em fossas rudimentares (BRASILÂNDIA, 2007). Os demais municípios pertencentes à sub-bacia em estudo, tais quais Camapuã, Ribas do Rio Pardo e Três Lagoas têm seus esgotos, tratados ou não, lançados em corpos receptores distantes do rio Verde (de acordo com funcionários da SANESUL em Fevereiro de 2007).

5.1.3.4 Avaliação da qualidade das águas em diferentes trechos do rio

- **Análises físico-químicas e bacteriológicas**

Para avaliar a qualidade das águas em diferentes trechos do rio Verde serão apresentados e discutidos os resultados das análises realizadas em Novembro de 2006 e em Junho de 2007, para este diagnóstico. Em seguida, será apresentado o IQA – Índice de Qualidade das Águas para todos os pontos avaliados, a fim de caracterizar a qualidade sanitária da bacia. A Tabela 5.1.3.4.1 apresenta os resultados das análises realizadas nos períodos chuvoso e seco e as Figuras 5.1.3.4.1 a 5.1.3.4.15 apresentam graficamente os dados da qualidade da água resultantes dessas campanhas.

Tabela 5.1.3.4.1 - Resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos obtidos pelas análises de qualidade de água no Rio Verde, realizadas em novembro de 2006 (período chuvoso) e em junho de 2007 (período seco).

PARÂMETROS	UNIDADES	LD	CONAMA CLASSE 2	RESULTADOS DAS AMOSTRAS							
				AM01	AM01	AM02	AM02	AM03	AM03	AM04	AM04
Data da coleta	dd/mm/aa	-	-	29/11/2006	26/6/2007	28/11/2006	27/6/2007	28/11/2006	27/6/2007	28/11/2006	27/6/2007
Hora da coleta	hora	-	-	10:00	10:00	15:00	14:35	18:00	16:55	09:10	10:10
Data da entrada no lab.	dd/mm/aa	-	-	29/11/2006	26/6/2007	28/11/2006	27/6/2007	28/11/2006	27/6/2007	28/11/2006	27/6/2007
Hora da entrada no lab.	hora	-	-	13:30	13:40	20:40	19:00	20:40	19:00	20:40	19:00
Temperatura ambiente	°C	-	-	27,0	19,0	33,0	29,0	26,0	25,0	30,0	25,0
Temperatura da amostra	°C	-	-	25,0	20,0	28,0	22,0	27,0	22,0	28,0	21,0
Alcalinidade total	mg CaCO ₃ /L	1,0	-	18,0	14,0	20,0	15,0	18,0	16,0	16,0	15,0
Clorofila-a	µg/L	1,0	30	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Condutividade	µS/cm	0,1	-	18,4	16,9	23,9	17,8	18,2	17,4	18,9	17,8
Cor verdadeira	mg Pt/L	0,0	75	5,0	5,0	5,0	5,0	10,0	5,0	10,0	5,0
DBO _(5,20)	mg O ₂ /L	3,0	<5	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Fósforo total	mg P/L	0,01	0,1	0,05	0,03	0,03	0,01	0,04	0,02	0,06	0,01
Nitrato	mg N/L	0,01	10	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
Nitrito	mg N/L	0,01	1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrogênio amoniacal total	mg N/L	0,06	3,7*	0,12	0,10	0,19	0,07	0,18	0,09	0,25	0,09
Nitrogênio total Kjeldahl	mg N/L	0,06	-	0,44	0,27	0,49	0,30	0,40	0,36	0,45	0,31
Oxigênio dissolvido	mg O ₂ /L	0,1	>5	7,1	8,1	7,5	7,7	6,7	7,8	7,1	7,7
pH	-	0 a 14	6 a 9	7,2	6,8	6,6	7,0	7,1	7,0	7,1	6,8
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	5,0	500	27,0	25,0	25,0	25,0	25,0	18,0	23,0	16,0
Sólidos suspensos totais	mg/L	5,0	-	30,0	5,0	40,0	7,0	26,0	7,0	28,0	10,0

PARÂMETROS	UNIDADES	LD	CONAMA CLASSE 2	RESULTADOS DAS AMOSTRAS							
				AM01	AM01	AM02	AM02	AM03	AM03	AM04	AM04
Sólidos totais	mg/L	5,0	-	57,0	30,0	65,0	32,0	51,0	25,0	51,0	26,0
Turbidez	UNT	0,1	100	18,4	8,2	23,2	9,4	25,2	7,7	31,7	8,4
Coliformes totais	NMP/100mL	0,0	-	7700	990	20000	5200	3700	3400	3400	3300
E. coli	NMP/100mL	0,0	1000**	620	200	340	190	380	230	130	63

* Para a faixa de pH observada: $\leq 7,5$.

** Para recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução do CONAMA nº274/2000.

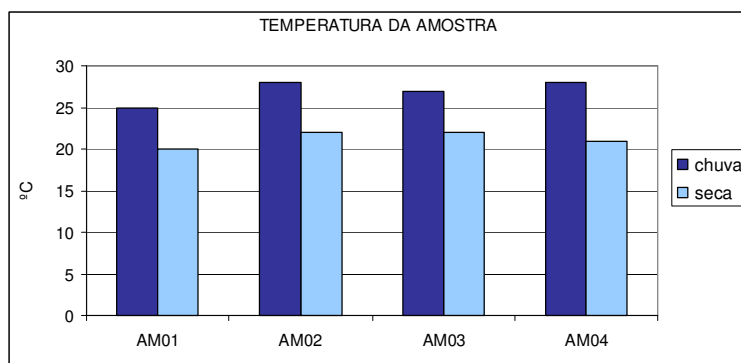


Figura 5.1.3.4.1 – Temperatura da amostra nas campanhas de chuva e seca.

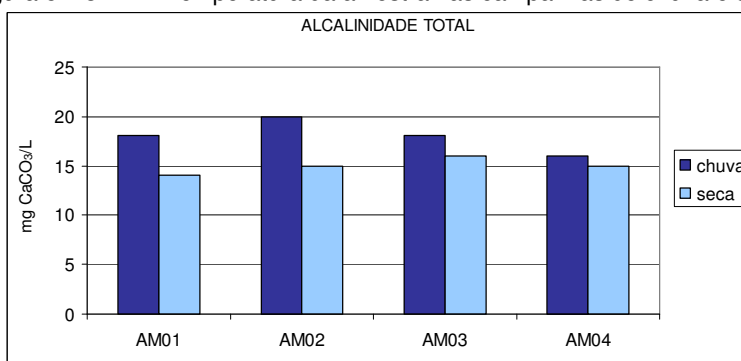


Figura 5.1.3.4.2 – Alcalinidade nas campanhas de chuva e seca.

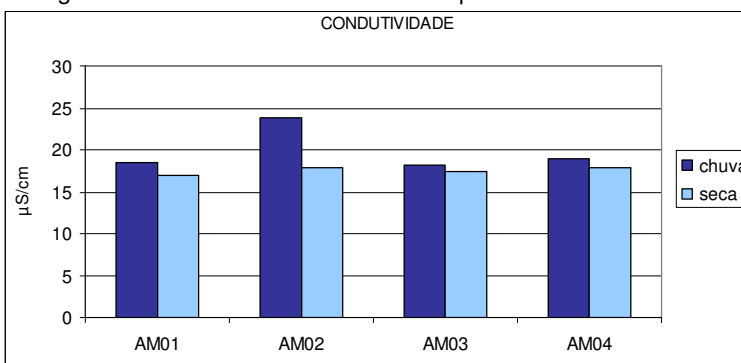


Figura 5.1.3.4.3 – Condutividade nas campanhas de chuva e seca.

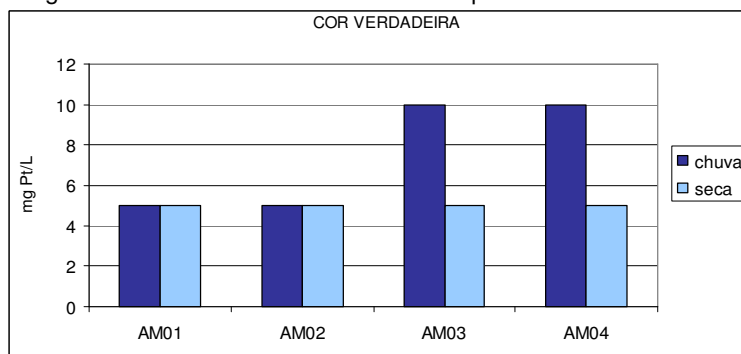


Figura 5.1.3.4.4 – Cor verdadeira nas campanhas de chuva e seca.

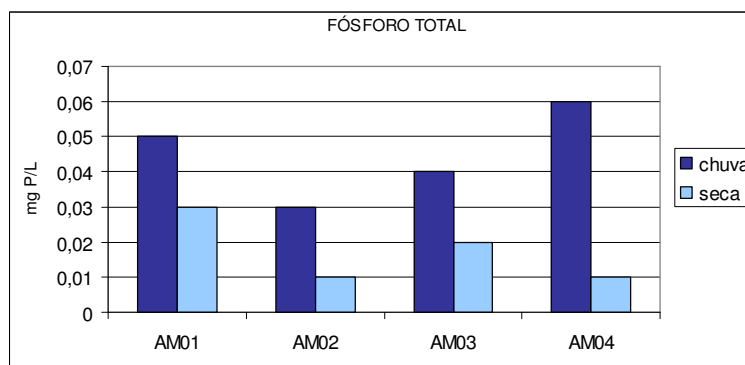


Figura 5.1.3.4.5 – Fósforo total nas campanhas de chuva e seca.

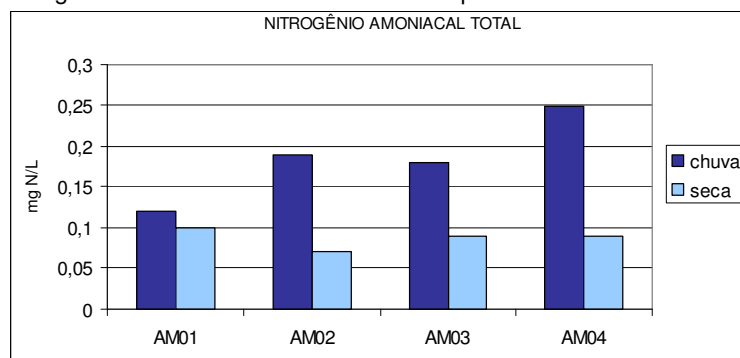


Figura 5.1.3.4.6 – Nitrogênio amoniacal total nas campanhas de chuva e seca.

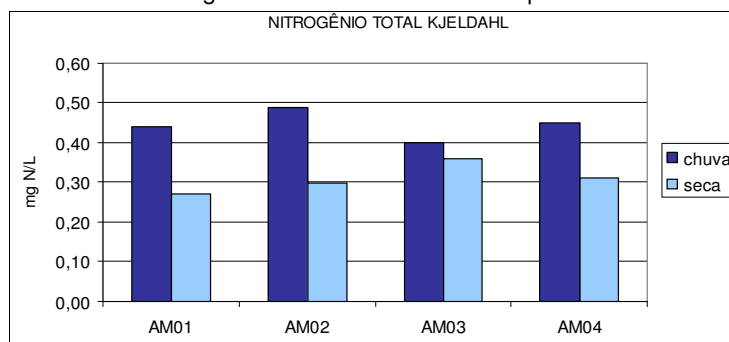


Figura 5.1.3.4.7 – Nitrogênio total Kjeldahl nas campanhas de chuva e seca.

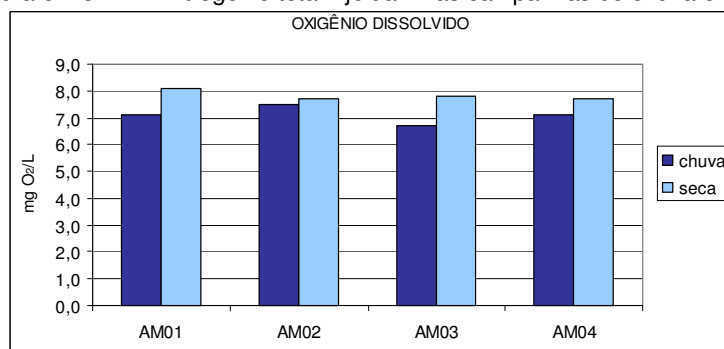


Figura 5.1.3.4.8 – Oxigênio dissolvido nas campanhas de chuva e seca.

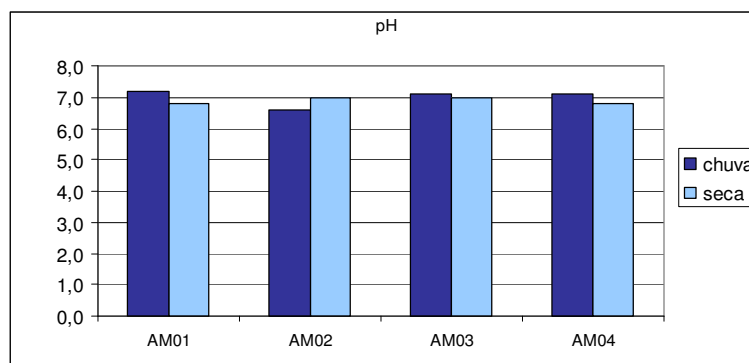


Figura 5.1.3.4.9 – pH nas campanhas de chuva e seca.

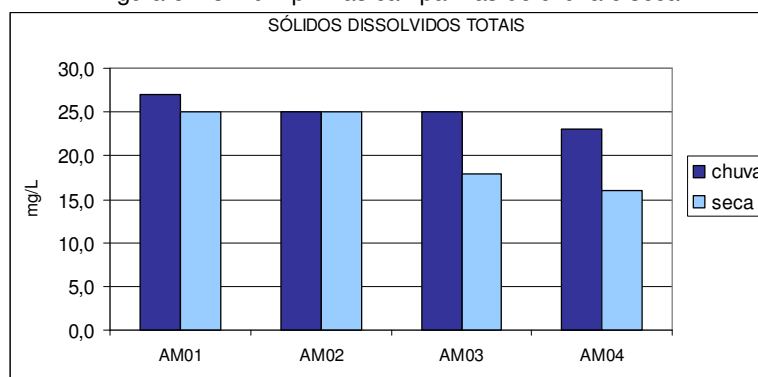


Figura 5.1.3.4.10 – Sólidos dissolvidos totais nas campanhas de chuva e seca.

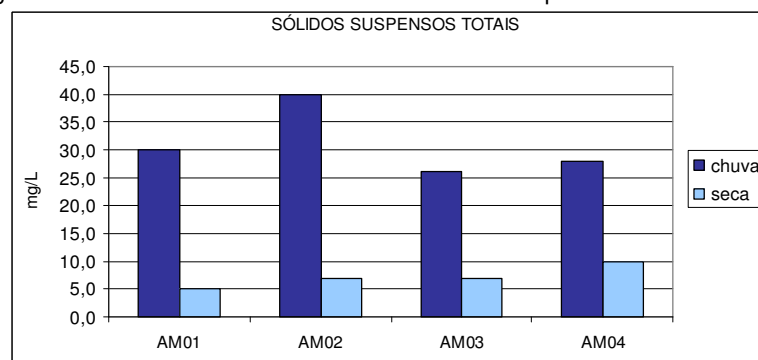


Figura 5.1.3.4.11 – Sólidos suspensos totais nas campanhas de chuva e seca.

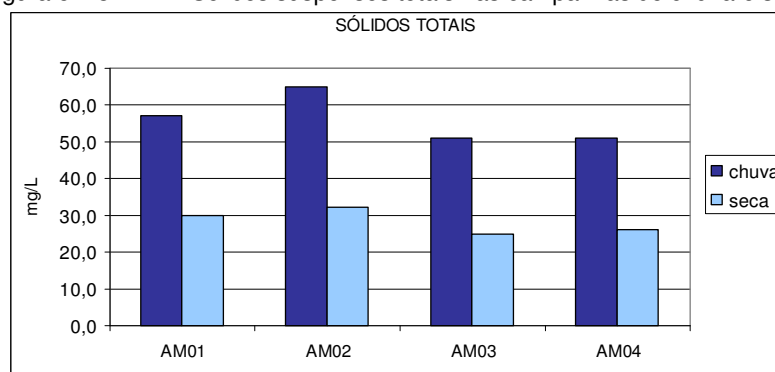


Figura 5.1.3.4.12 – Sólidos totais nas campanhas de chuva e seca.

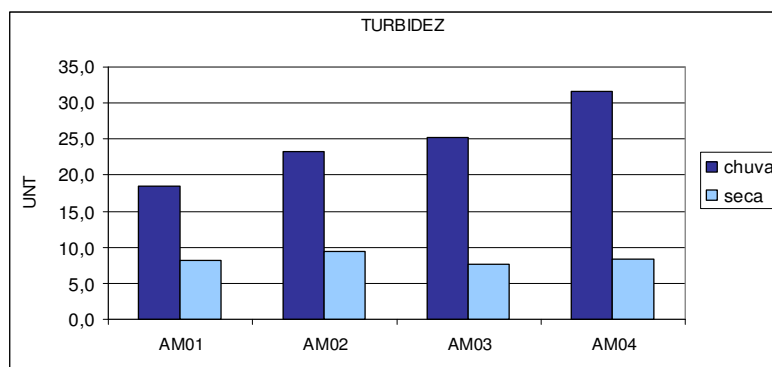


Figura 5.1.3.4.13 – Turbidez nas campanhas de chuva e seca.

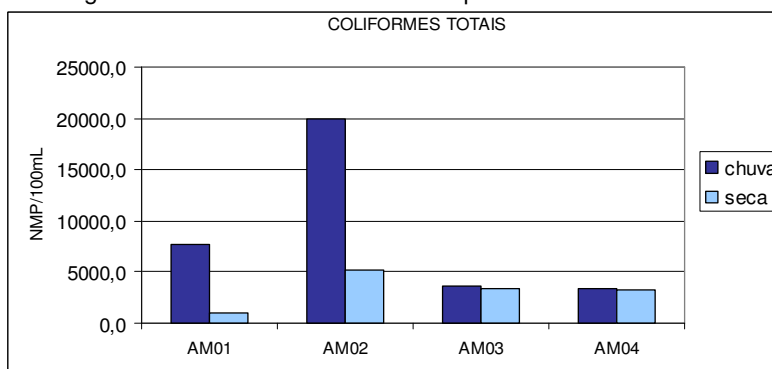


Figura 5.1.3.4.14 – Coliformes totais nas campanhas de chuva e seca.

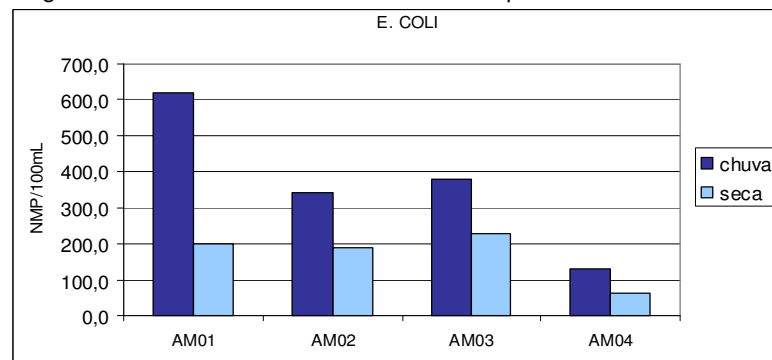


Figura 5.1.3.4.15 – *Escherichia coli* nas campanhas de chuva e seca.

Os resultados de alcalinidade variaram entre 14 e 20 mg/L, sendo encontrados maiores valores na campanha de chuva. Os valores demonstram que as águas do Rio Verde têm baixa capacidade de tamponamento (Figura 5.1.3.4.2). A tabela 5.1.3.4.1 e as figuras 5.1.3.4.1 a 5.1.3.4.15 mostram que as variações sazonais foram mais evidenciadas em relação aos parâmetros: temperatura da amostra, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio total Kjeldahl, sólidos suspensos, sólidos totais, turbidez, coliformes totais e *E. coli* com valores mais elevados na campanha de chuva e acentuada queda de valores na campanha da seca realizada em junho de 2007. Cabe ressaltar que a variabilidade sazonal destes parâmetros da qualidade da água está diretamente relacionada com a ocorrência de chuvas na bacia hidrográfica.

As duas campanhas demonstram que as águas do Rio Verde conservam as condições naturais, apresentando altas concentrações de oxigênio dissolvido, valores baixos de DBO, Coliformes totais e *E. coli* e também ausência de clorofila.

Em relação ao fósforo total, foram detectados valores bem mais elevados na campanha de chuva, mesmo assim a maior concentração encontrada no ponto AM04 foi de 0,06 mg/L, que não ultrapassou o limite de 0,1 mg/L estipulado para água classe 2 de rios considerados de ambiente lóticos, como é o caso do Rio Verde.

Levando em consideração os quatro pontos analisados nas duas campanhas e os parâmetros que estão preconizados na resolução CONAMA 357/2005 as águas do Rio Verde permitem todos os usos da classe 2.

- **Índice de Qualidade das Águas**

O Índice de Qualidade da Água – IQA utilizado para esta Avaliação Ambiental Estratégica foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* em 1970 e posteriormente foi adaptado pela CETESB. É uma síntese da avaliação individual do estado ou condição de nove variáveis que o compõem e que serão referidas adiante. Este índice fornece uma indicação relativa da qualidade da água em diferentes pontos no espaço e/ou no tempo, que pode ser vantajosamente utilizada como instrumento de gestão ambiental (avaliação da efetividade de programas de controle da poluição, estabelecimento de prioridades para ações de controle, como meio de difusão da qualidade da água para o público). No entanto, é importante ressaltar que o IQA não leva em conta formas tóxicas que podem comprometer seriamente a qualidade das águas para os diversos usos.

O Índice de Qualidade da Água é determinado pelo produto ponderado das qualidades da água correspondentes às variáveis DBO (demanda bioquímica de oxigênio), oxigênio dissolvido, coliformes fecais, nitrogênio total, pH, temperatura, sólidos totais, fosfato total e turbidez. A fórmula utilizada para o cálculo do IQA está demonstrada a seguir.

$$IQA = \pi_i \cdot q_i^{w_i}$$

onde:

IQA = Índice de Qualidade da Água dado por um número entre 0 e 100;

π_i = produto (i.e. $q_1 w_1 \cdot q_2 w_2 \cdot q_n w_n$) em que n é o número de variáveis que entram no cálculo;

q_i = qualidade da i -ésima variável dada por um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

w_i = peso correspondente à i -ésima variável fixado em função de sua importância para a conformação da qualidade.

Os parâmetros utilizados para o cálculo do IQA e respectivos pesos relativos são apresentados na Tabela 5.1.3.4.2.

Tabela 5.1.3.4.2 - Parâmetros e pesos do IQA

Parâmetros	Pesos (w_i)
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,10
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Fecais	0,15
Nitrogênio Total	0,10
pH	0,12
Temperatura	0,10
Sólidos Totais	0,08
Fósforo Total	0,10
Turbidez	0,08

Fonte: ANA, 2005.

A qualidade da água bruta é avaliada conforme o valor do IQA, Tabela 5.1.3.4.3. Para que as águas possam ser potabilizadas, seu IQA deve estar entre bom e ótimo e a análise de toxicidade deve ser igual a zero.

Tabela 5.1.3.4.3 – Classificação das águas.

IQA	Classificação
80 – 100	Qualidade Ótima
52 – 79	Qualidade Boa
37 – 51	Qualidade Aceitável
20 – 36	Qualidade Ruim
0 – 19	Qualidade Péssima

Fonte: ANA, 2005.

O *Índice de Qualidade das Águas - IQA* calculado a partir dos resultados das análises realizadas para esta Avaliação Ambiental Estratégica do rio Verde está apresentado na Tabela 5.1.3.4.4.

Tabela 5.1.3.4.4 - IQA das águas na bacia do rio Verde

Estação de Coleta	IQA Período chuvoso	IQA Período seco	Classificação das águas
AM01	62,15	67,34	Qualidade Boa
AM02	64,93	67,21	Qualidade Boa
AM03	62,81	66,54	Qualidade Boa
AM04	66,02	68,46	Qualidade Boa

Analisando-se os resultados acima, observa-se que as amostras de todas as estações de coleta encontram-se na faixa entre 62 e 69 do IQA. Conforme a classificação, são águas de

QUALIDADE BOA para potabilização, desde que não apresentem níveis quaisquer de toxicidade.

- Análises limnológicas**

A tabelas 5.1.3.4.5 e 5.1.3.4.6 apresentam os resultados obtidos pelas análises limnológicas nos períodos chuvoso e seco, respectivamente.

Tabela 5.1.3.4.5 – Resultados das análises limnológicas nas águas do Rio Verde, nos dias 28 e 29 de novembro de 2006 (período de chuva).

PONTO DE AMOSTRAGEM	FITOPLÂNCTON	ZOOPLÂNCTON	MACROINVERTEBRADOS (BENTÔNICOS)
AM01	-Chlorophyceae <i>Closterium</i> sp < 1 org/L	Rotifera <i>Keratella lenzi</i> < 1 org/L	Diptera: Chironomidae 6,7 org/m ²
AM02	Sem fitoplâncton	Rotifera <i>Keratella lenzi</i> < 1 org/L	Diptera: Chironomidae 5,0 org/m ² Decapoda: Palaemonidae 1,1 org/m ²
AM03	-Bacillariophyceae <i>Cymatopleura</i> sp < 1 org/L	Sem zooplâncton	Diptera: Chironomidae 8,3 org/m ² Ephemeroptera: Baetidae 2,7 org/m ² Plecoptera: Perlidae 2,2 org/m ² Trichoptera: Hydrophilidae 0,6 org/m ²
AM04	-Bacillariophyceae <i>Cymatopleura</i> sp < 1 org/L <i>Bacillaria</i> sp < 1 org/L	Rotifera <i>Keratella lenzi</i> < 1 org/L	Diptera: Chironomidae 4,4 org/m ² Ephemeroptera: Baetidae 1,6 org/m ² Odonata: Calopterygidae 1,1 org/m ²

Tabela 5.1.3.4.6 – Resultados das análises limnológicas nas águas do Rio Verde, nos dias 26 e 27 de junho de 2007 (período seco).

PONTO DE AMOSTRAGEM	FITOPLÂNCTON	ZOOPLÂNCTON	MACROINVERTEBRADOS (BENTÔNICOS)
AM01	- Chlorophyceae <i>Micrasterias latipes</i> 1 org/L <i>Spirogyra</i> sp. 1 org/L - Bacillariophyceae <i>Pinullaria</i> sp 3 org/L	Sem zooplâncton	Diptera: Chironomidae 36 org/m ² Ephemeroptera: Baetidae 3,3 org/m ² Leptohyphidae 2,2 org/m ² Odonata: Coenagrionidae 0,05 org/m ² Trichoptera: Helicopsychidae 2,2 org/m ² Hydroptilidae 0,05 org/m ² Hydropsychidae 2,7 org/m ² Coleoptera: Elmidae 2,7 org/m ² Oligochaeta 0,05 org/m ²
AM02	- Chlorophyceae <i>Closterium</i> sp 2 org/L - Bacillariophyceae	Sem zooplâncton	Diptera: Chironomidae 71 org/m ² Simuliidae 20 org/m ² Ephemeroptera:

PONTO DE AMOSTRAGEM	FITOPLÂNCTON	ZOOPLÂNCTON	MACROINVERTEBRADOS (BENTÔNICOS)
	<i>Fragilariforma</i> sp 1 org/L <i>Suriella</i> sp 2 org/L		Baetidae 8,3 org/m ² Leptohyphidae 12 org/m ² Leptophlebiidae 6,6 org/m ² Plecoptera: Perlidae 1,1 org/m ² Odonata: Gomphidae 1,6 org/m ² Trichoptera: Hydroptilidae 0,05 org/m ² Hydropsychidae 3,3 org/m ² Philopotamidae 19 org/m ² Polycentropodidae 5,0 org/m ² Coleoptera: Elmidae 7,2 org/m ² Hemiptera: Naucoridae 1,1 org/m ² Megaloptera: Corydalidae 1,1 org/m ² Lepidoptera: Pyralidae 1,1 org/m ² Oligochaeta 4,4 org/m ² Acari 1,6 org/m ²
AM03	- Chlorophyceae <i>Baunillyodesmus</i> sp > 1org/L - Bacillariophyceae <i>Suriella</i> sp 2 org/L - Cianophyceae <i>Ocellularia</i> 5 org/L	Sem zooplâncton	Diptera: Chironomidae 65 org/m ² Ceratopogonidae 2,2 org/m ² Simuliidae 1,6 org/m ² Tipulidae 1,1 org/m ² Ephemeroptera: Baetidae 1,6 org/m ² Leptohyphidae 1,1 org/m ² Coleoptera: Elmidae 1,1 org/m ² Hemiptera: Naucoridae 1,1 org/m ² Oligochaeta 1,6 org/m ²
AM04	- Chlorophyceae <i>Euastrum</i> sp 1 org/L	Sem zooplâncton	Diptera: Chironomidae 90 org/m ² Ceratopogonidae 10 org/m ² Ephemeroptera: Baetidae 1,1 org/m ² Odonata: Calopterygidae 1,1 org/m ² Libellulidae ,05 org/m ² Trichoptera: Helicopsychidae 0,05 org/m ² Coleoptera: Elmidae 1,1 org/m ² Oligochaeta 3,8 org/m ² Acari 0,05 org/m ²

Os dados limnológicos mostraram um aumento das populações de fitoplâncton (Figura 5.1.3.4.16) principalmente das Bacillariophyceae que são algas que podem ter hábito perifítico, ou seja, de aderir os substratos como rochas. Esta característica é comum quando os sistemas lóticos (rios) ficam mais lentos, menos turbulentos, possibilitando uma maior adesão destes organismos.

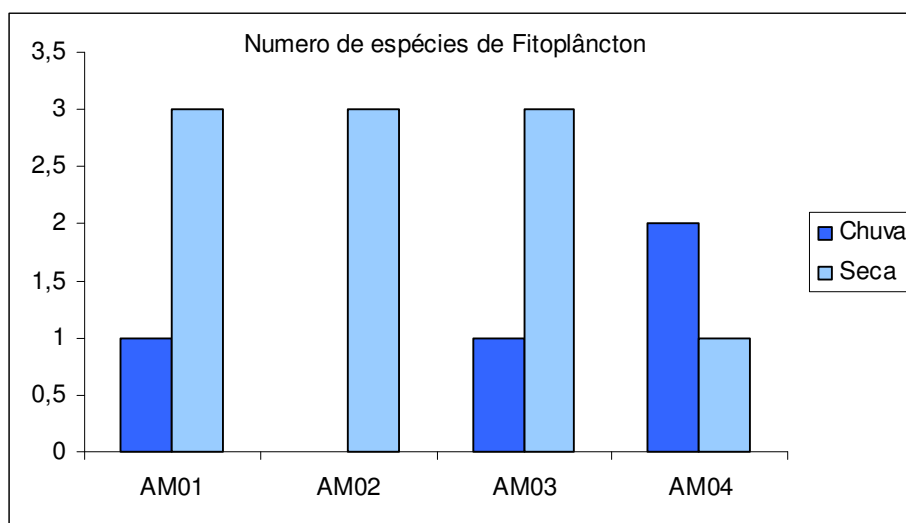


Figura 5.1.3.4.16 - Número de espécies de fitôplancton nos pontos de amostragem do Rio Verde.

O zooplâncton não foi registrado no período de seca, sendo que no período de chuvas representantes do filo Rotifera foram registrados em três dos quatro pontos. Estes organismos não são de origem lótica, mas de lântica, sendo que possivelmente a presença destes no período de chuvas foi resultado de arrastos de ambientes marginais aos rios como áreas alagadas.

A comunidade bentônica foi a que mais teve incremento no período de seca. A Figura 5.1.3.4.17 mostra a relação entre o número de famílias bentônicas nos períodos amostrados. Estes organismos - que normalmente em épocas de chuvas são arrastados de seus habitats - no período de seca e águas mais lentas, mais limpas e mais oxigenadas atingem seu ápice tanto em riqueza (número de espécies) quanto em densidade. O rio verde mostrou ser um ambiente propício para estes organismos no período de seca, com 22 famílias, enquanto que nas chuvas foram registradas apenas 5.

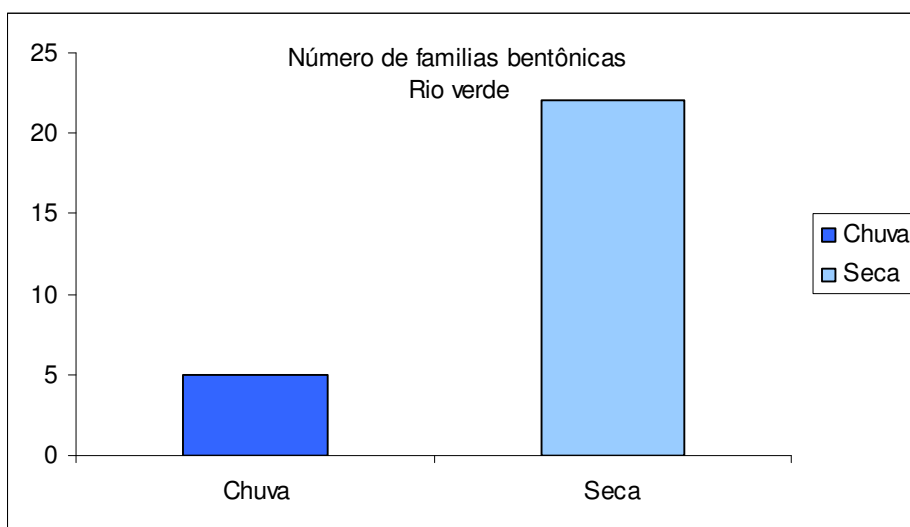


Figura 5.1.3.4.17 - Número de famílias bentônicas no Rio Verde.

As figuras 5.1.3.4.18 a 5.1.3.4.21 mostram a densidade das famílias de organismos bentônicos em cada ponto de amostragem no Rio Verde. Foi registrado um maior número de famílias no período seco assim como em maior densidade para todos os pontos.

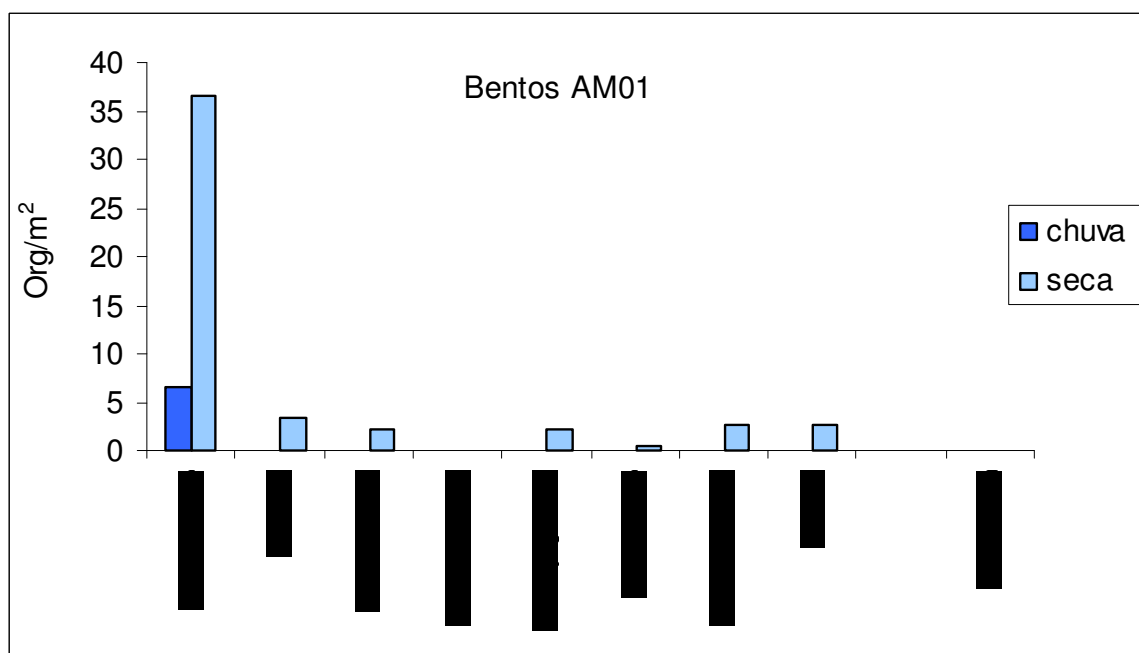


Figura 5.1.3.4.18 Densidade e famílias de organismos bentônicos no ponto AM01.

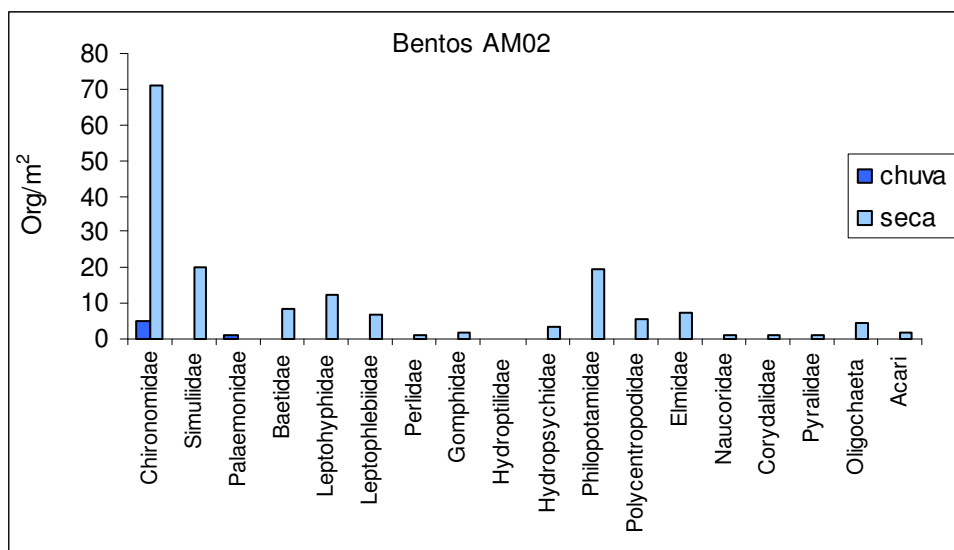


Figura 5.1.3.4.19 Densidade e famílias de organismos bentônicos no ponto AM02.

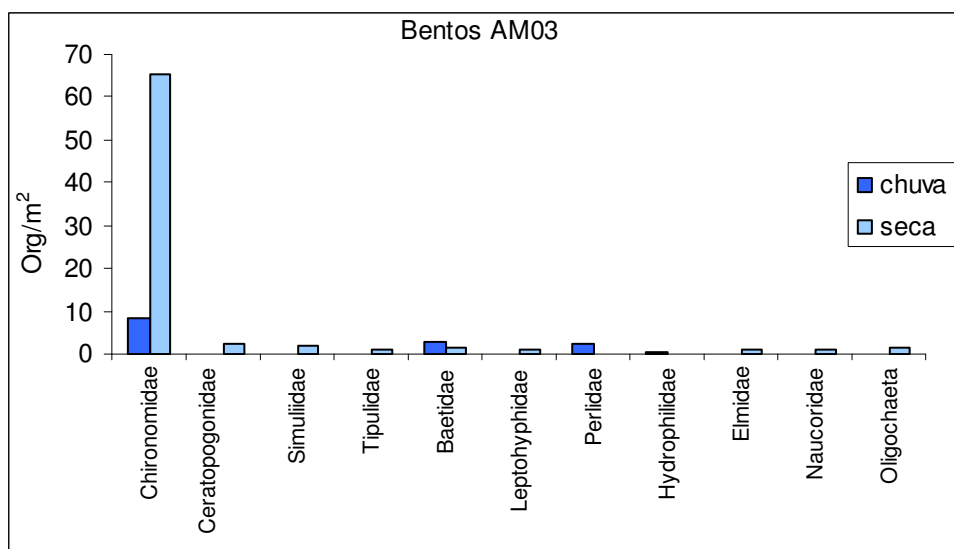


Figura 5.1.3.4.20. Densidade e famílias de organismos bentônicos no ponto AM03.

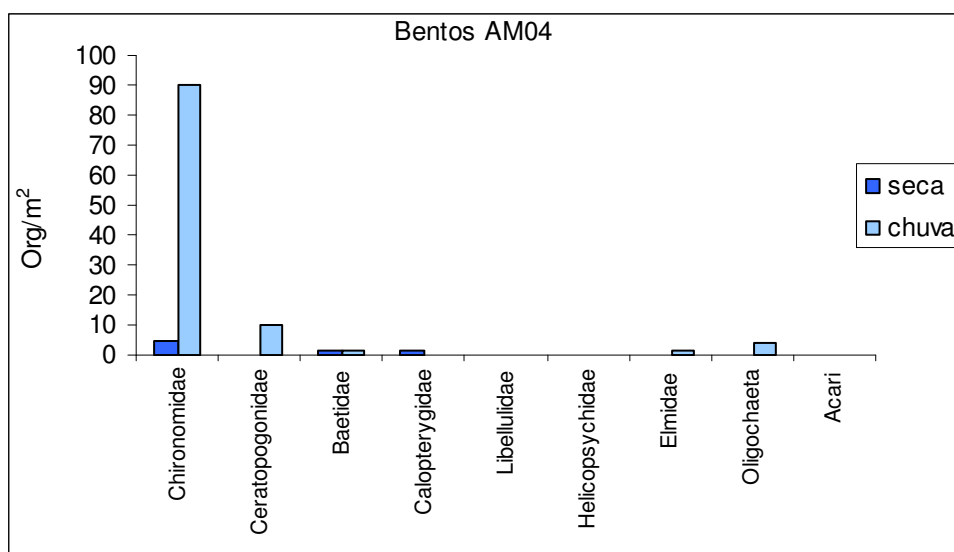


Figura 5.1.3.4.21 Densidade e famílias de organismos bentônicos no ponto AM04.

• Considerações finais

Com base nos resultados obtidos pelas análises da Qualidade da Água, levando em consideração o período de chuva e de seca, as águas do Rio Verde mantém as condições de boa preservação, com pouca interferência das atividades antrópicas exercidas na sub-bacia do Rio Verde.

Quanto aos parâmetros limnológicos, o Rio Verde apresentou uma dinâmica típica para os períodos de chuva e seca, esta dinâmica registrada é própria de ambientes bem preservados e de alta qualidade ambiental com baixo impacto antrópico.

O grande número e densidade de famílias bentônicas registradas no período de seca mostra um ambiente extremamente rico e com capacidade de suportar uma grande variedade de organismos superiores como peixes, pois muitos dos organismos bentônicos são alimentos para estes.

A grande variedade de ambientes proporcionada pelo Rio Verde (corredeiras, remansos, tipo de fundo) assim como sua boa qualidade de água e de boa preservação do entorno, resultam na alta diversidade dos invertebrados bentônicos.

Empreendimentos na região devem ser elaborados visando à preservação e manutenção desta diversidade de ambientes para que a diversidade de organismos superiores tais como peixes e aves seja mantido.

5.1.3.5 Potencial de aporte de cargas poluidoras

Para a análise do potencial de aporte de cargas poluidoras na sub-bacia hidrográfica do rio Verde, foram utilizados os resultados das análises realizadas em Novembro de 2006 (período de chuvas) e Junho de 2007 (período seco), além do levantamento dos usos da água na sub-bacia em estudo.

Conforme mencionado anteriormente, os principais usos das águas do rio Verde são a dessedentação de animais, o lazer e a pesca. As águas do rio Verde são margeadas por pastagens em sua maioria. Nas pesquisas realizadas para esse estudo não foram encontradas atividades potencialmente poluidoras nos arredores do rio Verde.

O Índice de Qualidade das Águas indica a qualidade sanitária das águas e por consequência, o aporte de esgotos sanitários. Os resultados obtidos classificam as águas do rio Verde como BOA, sendo o ponto AM04 aquele que apresentou melhor qualidade, embora com pouca diferença em relação aos demais. Dentre os parâmetros que compreendem o cálculo do IQA, todos apresentam valores semelhantes entre os quatro pontos, com exceção de *Escherichia coli* no ponto AM04, que foi observada em quantidades significativamente inferiores aos demais locais amostrados.

Os coliformes totais e *Escherichia coli* são indicadores de contaminação por fezes humanas e de animais de sangue quente. Apresentam valores satisfatórios e dentro do limite estabelecido para rios classe 2 (1.000 UFC/100mL). Segundo a Resolução do CONAMA nº274/00, as águas são consideradas impróprias para recreação de contato primário se apresentarem 2.500 coliformes fecais e/ou 2.000 *E. coli* em 100 mL. A recreação de contato primário é aquela na qual existe contato direto do usuário com os corpos de água, como natação, esqui aquático e mergulho. Segundo a referida resolução, as águas são consideradas Excelentes quando houver, no máximo 250 *E. coli*/100mL; Muito Boas, quando houver até 400 *E. coli*/100mL e Satisfatórias, quando a presença de *E. coli* for de até 800 organismos em 100mL. Sendo assim, no que se refere à balneabilidade, os pontos analisados classificam-se da seguinte forma:

- AM01: Satisfatória no período chuvoso e excelente no período seco;
- AM02: Muito Boa no período chuvoso e excelente no período seco ;
- AM03: Muito Boa no período chuvoso e excelente no período seco;
- AM04: Excelente nos dois períodos.

Os resultados obtidos demonstram que o ponto AM01, localizado próximo à nascente do rio Verde é aquele que apresenta condições menos satisfatórias e o ponto AM04 apresenta os valores mais adequados. A presença desses organismos em maior quantidade no ponto AM01 pode ser decorrente atividades de criação de gado ou de fossas sépticas localizadas nas proximidades.

Para usos menos exigentes, como a recreação de contato secundário e a dessedentação de animais criados confinados, todos os pontos estão dentro do limite estabelecido: 2.500 e 1.000 coliformes termotolerantes em 100 mL de água. A recreação de contato secundário é aquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação.

O nitrogênio e o fósforo são considerados nutrientes limitantes, ou seja, que limitam o crescimento de uma população quando são essenciais para a mesma. A elevação das concentrações do nutriente limitante ocasiona um aumento no crescimento populacional dos organismos que dele dependem e conseqüente redução nas taxas de oxigênio dissolvido. As fontes antropogênicas de nutrientes em águas fluviais podem ser esgotos domésticos ou industriais, dejetos animais e fertilizantes. Não foram detectadas concentrações de fósforo total ou da série de nitrogênio acima do limite estabelecido para rios classe 2 e as diferenças entre os pontos não são significativas.

A matéria orgânica presente nos corpos de água é uma característica muito importante por ser causadora do principal problema de poluição das águas: o consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica (SPERLING, 2005). Sua determinação é dada indiretamente pela DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). A origem antropogênica da matéria orgânica nos corpos de água são os despejos domésticos e industriais, como ocorre com os nutrientes. Não foram encontrados altos valores de DBO em nenhum dos pontos amostrados.

A análise das taxas de oxigênio dissolvido também pode indicar o aporte de poluentes. Esse elemento é de fundamental importância para os organismos aquáticos aeróbios, que o utilizam na estabilização da matéria orgânica. Assim, quando há presença de matéria orgânica em excesso nas águas, o consumo de oxigênio aumenta, causando uma redução de sua concentração no meio. Sua ausência, dependendo da magnitude, pode levar à morte de diversos seres aquáticos, inclusive peixes e tornar a água imprópria para vários usos, além da geração de maus odores. O oxigênio dissolvido é considerado o principal parâmetro

de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (SPERLING, 2005). Nas águas do rio Verde, as concentrações de OD são satisfatórias em todos os pontos.

Tanto no período chuvoso quanto no período seco os resultados de sólidos totais e turbidez não se apresentaram elevados, mas verificam-se diferenças significativas entre tais períodos, já que na época de chuvas o carreamento de partículas para as águas é maior. A cor das águas da região mostrou valores muito inferiores ao limite da classe 2, que é de até 75 UC, mas no período chuvoso apresentou grandes diferenças entre trechos distintos do rio Verde, principalmente na metade de jusante da bacia em estudo, onde a turbidez também foi maior, embora menos significativamente. Provavelmente essa diferença se deve às precipitações que ocorreram entre os pontos AM03 e AM04.

5.1.3.6 Potencial de eutrofização no caso de formação de lagos

O nitrogênio e o fósforo constituem os principais micronutrientes que promovem o processo de eutrofização (crescimento excessivo de algas que compromete a qualidade da água), principalmente em lagos e reservatórios. Este fenômeno promove sérias alterações na qualidade das águas, com prejuízos aos usos múltiplos dos reservatórios e inclusive à geração de energia elétrica. Outro fator importante para a eutrofização é o tempo de residência das águas em um reservatório. Para que este fenômeno aconteça, este período deve ser pelo menos igual a 15 dias, que é o tempo médio que as algas necessitam para completar seu ciclo e se reproduzirem. Para Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), como no caso de 5 aproveitamentos previstos, que apresentam pequeno reservatório, geralmente este tempo de renovação da águas é reduzido, não favorecendo a ocorrência de eutrofização.

De posse dos resultados de fósforo e nitrogênio, efetuou-se a avaliação do potencial de eutrofização das águas da região em estudo, através da comparação com limites de concentração. Em baixas concentrações, os nutrientes fósforo e nitrogênio não estimulam a proliferação excessiva de algas e a eutrofização. Para prevenir o processo de eutrofização, os níveis de fósforo não devem ser superiores a 0,100 mg/L nos ambientes lóticos e 0,050 mg/L, nos lênticos. Na bacia do rio Verde as concentrações máximas de fósforo total detectadas foram de 0,06 mg/L no ponto AM04 (período chuvoso).

Em relação à série de nitrogênio, os nitratos e nitritos apresentaram valores semelhantes em toda a bacia, abaixo do limite recomendado pela legislação. As concentrações de nitrogênio

amoniacal não excederam o limite máximo de 3,7 mg/L em nenhum ponto e variaram entre 0,07mg/L (AM02, período seco) e 0,25 mg/L (AM04, período chuvoso).

As considerações acima sugerem um baixo potencial de eutrofização nos futuros reservatórios. Segundo WETZEL (1983), valores médios de fósforo e nitrogênio total de 0,027 mg/l e 0,75 mg/l, respectivamente, indicam lagos em condições mesotróficas, ou seja, de produtividade moderada. Valores médios de 0,084 mg/l para o fósforo e de 1,90 mg/l para o nitrogênio total são encontrados em lagos eutróficos (de alta produtividade).

A tendência à eutrofização das águas ou a análise do estado trófico nos futuros reservatórios não se restringe, no entanto, à análise do nitrogênio e fósforo. Outros fatores a considerar são a intensidade e a penetração de luz (relacionados com a transparência da água) e a disponibilidade de gás carbônico para a fotossíntese. Da mesma forma, a temperatura e o tempo de residência da água, a herbivoria (consumo do fitoplâncton pelo zooplâncton), a anoxia no hipolímnio (condição que promove a ressuspensão do fósforo do sedimento do fundo para a coluna d'água, realimentando o processo de eutrofização), a mistura e a profundidade do reservatório, têm influência sobre este processo (RIBEIRO, 1995). A avaliação da eutrofização requer, portanto, uma análise complexa de todos estes fatores e deve ser subsidiada por simulações através de modelagem matemática e análises multivariadas, na fase anterior e posterior ao barramento.

5.1.3.7 Identificação de barragens já existentes e quedas d'água de grandes dimensões para identificar a perda de capacidade de autodepuração do rio

Na sub-bacia hidrográfica do rio Verde ainda não existem aproveitamentos hidrelétricos de grande ou médio porte. Assim, a análise da capacidade de autodepuração do rio foi realizada com base na existência de quedas d'água de grandes dimensões e nos resultados da análise da qualidade da água. As cachoeiras e corredeiras foram mapeadas com base nos seguintes materiais:

- Imagens do satélite CBERS 2, com resolução espacial de 20m, fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, datadas entre agosto de 2005 e setembro de 2006.
- Imagens de satélite do software Google Earth, com coberturas aéreas de vários satélites, dentre os quais pode-se citar os satélites Ikonos e Quick Board cujas resoluções espaciais variam entre 1m e 0,60m respectivamente.

- Cobertura aerofotogramétrica em escala de vôo 1:25.000, obtida por meio de câmara aérea rigorosamente calibrada (com distância focal, parâmetros de distorção de lentes e tamanho de quadro de negativo conhecidos), montada com o eixo ótico da câmara próximo da vertical em uma aeronave devidamente preparada e homologada para receber este sistema.

A localização das quedas e corredeiras observadas está apresentada no Mapa AAE – 006 – RV /Pontos Amostrais da Ictiofauna e da Qualidade da Água. Estas se concentram na metade superior da sub-bacia, entre a foz do córrego da Invernada e a foz do rio São Domingos. Foram observadas 9 cachoeiras e corredeiras de grande porte neste trecho e todas se localizam entre os pontos de amostragem AM01 e AM03, de forma que sua influência na qualidade da água pôde ser observada através dos resultados das análises realizadas. As quedas de água e corredeiras conferem ao rio uma boa capacidade de autodepuração, o que se comprova pelos bons níveis de oxigenação em todas as estações de amostragem.

A análise conjunta das variáveis DBO e OD nos fornece subsídios para a avaliação da capacidade de autodepuração do sistema. Os baixos valores de DBO e os altos valores de OD revelam uma boa capacidade de autodepuração do rio Verde. Ou seja, na medida que o OD está sendo consumido, ele está sendo repostado, na mesma proporção, por reaeração através da superfície, ou por atividades fotossintetizantes de vegetais subaquáticos. Embora o potencial poluidor da bacia do rio Verde seja baixo, pelos motivos anteriormente discutidos, a carga introduzida nas águas deve ser controlada. O excessivo consumo de OD pode gerar condições de anaerobiose em certos níveis, ou mesmo em toda a coluna d'água, principalmente após a formação dos reservatórios, vindo a prejudicar a qualidade das águas.

5.1.4 Ictiofauna

5.1.4.1 Introdução

Segundo dados fornecidos pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA MS) - Instituto do Meio Ambiente Pantanal (IMAP), ao longo da sub-bacia do rio Verde está prevista a instalação de diversas usinas hidrelétricas, conforme Despacho ANEEL n. 006/99 (19.01.1999), que aprovou os Estudos de Inventário do Rio Verde, afluente do rio Paraná, sub-bacia n. 63, apresentados pela Empresa Energética de Mato Grosso do Sul (ENERSUL), indicando seis aproveitamentos, com a divisão posterior de dois deles em quatro de tipo PCH (Despacho ANEEL n. 806/2002, de 11.12.2002).

A construção de reservatórios exerce grande interferência nos rios, alterando o fluxo de água e os sistemas aquáticos e terrestres de maneira definitiva (TUNDISI, 1999). O novo sistema dinâmico gerado é diferente do anterior e geralmente acarreta mudanças consideráveis sobre as comunidades aquáticas, em termos de diversidade e abundância, cuja extensão poderá variar em função das características da fauna local, da localização da represa, das características morfométricas da bacia, do tipo de operação da usina, entre outros diversos aspectos (AGOSTINHO et al., 1995; BEAUMORD, 1991; LUIZ, 2000). Em rios com reservatórios sucessivos, costuma haver uma potencialização dos efeitos, principalmente se existirem outros fatores adversos, como poluição, assoreamento, introdução de espécies exóticas à bacia, etc., potencializando os efeitos adversos sobre a diversidade nas assembléias de peixes (TORLONI et al., 1993; AGOSTINHO et al., 1997; CARVALHO e SILVA, 1999).

Para mitigar os efeitos dos impactos negativos sobre a diversidade da ictiofauna é de fundamental importância o estabelecimento de um planejamento adequado, abrangente, que inclua os componentes socioeconômicos e políticos, além dos biológicos e ambientais (AGOSTINHO, 1994). Quando este planejamento é realizado e suas ações implementadas antes do início da implantação do empreendimento hidrelétrico, os resultados obtidos para a bacia hidrográfica como um todo, em termos de conservação e preservação do ambiente e da biota, além dos demais interesses a ela vinculados, são seguramente mais positivos.

Com a finalidade de apresentar informações que possibilitem à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, por meio do IMAP (atual IMASUL), uma análise mais objetiva e completa das possibilidades de exploração energética previstas para a sub-bacia do rio Verde, foi solicitada pelos referidos órgãos a elaboração de uma avaliação ambiental estratégica integrada, incluindo os aspectos relativos aos diversos interesses envolvidos na região, sejam eles ambientais, sociais, culturais e/ou econômicos, buscando o atendimento

integral e incondicional das exigências legais e técnico-ambientais vigentes no país (SEMA-IMAP, 2005).

Tal solicitação justifica-se não apenas pela complexidade dos impactos que geralmente envolvem empreendimentos hidrelétricos em cascata, tais como os previstos para o rio Verde, como pela necessidade de aliar interesses socioeconômicos à preservação ambiental, em concordância com acordos internacionais e com a legislação brasileira de recursos hídricos, regulada pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e pela Política Nacional de Recursos Hídricos, definida pela Lei nº 9.433/97.

Neste relatório são apresentados os resultados sobre o inventário da ictiofauna da sub-bacia do rio Verde, realizado com o objetivo de fornecer as informações básicas sobre a composição, estrutura e distribuição das ictiocenoses da área em questão, como parte da elaboração do zoneamento ambiental da sub-bacia.

- **Características gerais da bacia**

A bacia de drenagem do rio Verde localiza-se na porção nordeste do estado de Mato Grosso do Sul e abrange áreas dos municípios de Camapuã, Costa Rica, Água Clara, Ribas do Rio Pardo, Brasilândia e Três Lagoas (Figura 5.1.4.1.1).

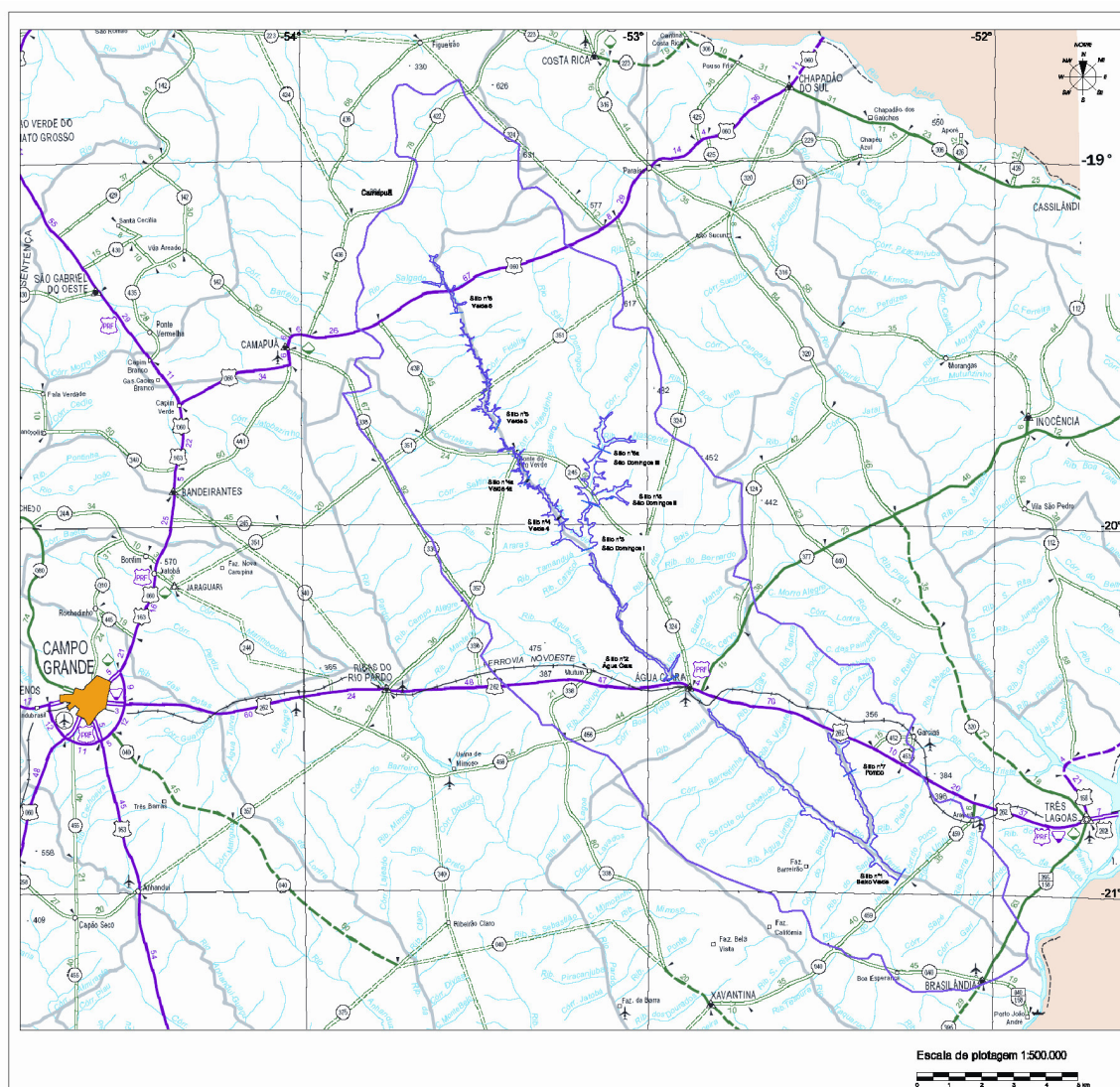
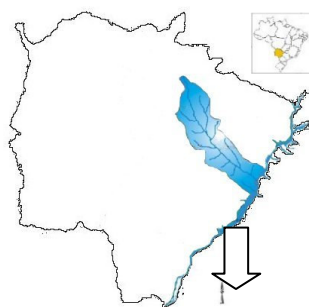


Figura 5.1.4.1.1: Localização da sub-bacia do rio Verde no Estado de Mato Grosso do Sul. Os pontos referem-se à localização das usinas hidrelétricas previstas.

As atividades predominantes na área estão voltadas à pecuária extensiva e à agricultura, principalmente no setor norte-nordeste, com destaque para as grandes lavouras de soja, algodão, girassol e milho, entre outras. No setor centro-sudeste, os investimentos em

plantios de eucalipto estão em franco crescimento, inclusive substituindo tradicionais fazendas de gado.

Correndo totalmente dentro do território sul-mato-grossense, o rio Verde é um dos raros rios da bacia do Paraná, livre de represamentos até o momento, a despeito de suas águas predominantemente rápidas e agitadas, com muitas quedas e corredeiras, que o tornam atrativo do ponto de vista energético. Por essa razão, é considerado de grande importância para a reprodução de peixes migradores, que encontram em suas águas livres as condições ideais para a realização da migração reprodutiva.

Apesar da grande extensão e de sua participação importante como tributário da margem direita do rio Paraná, os estudos sobre a ictiofauna do rio Verde são praticamente inexistentes, à exceção de levantamentos pontuais efetuados no baixo curso do rio, próximo à desembocadura no rio Paraná, na área da RPPN Cisalpina, em parceria entre a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul-UFMS e a Companhia Energética de São Paulo - CESP (VILELA e ALMEIDA, 2007).

5.1.4.2 Material e Métodos

- **Base de dados e Amostragem**

Os dados utilizados para a avaliação preliminar da ictiofauna na bacia do rio Verde são provenientes de três fontes:

- **Inventário de Ictiofauna do Rio Verde**

Dados primários, obtidos em duas campanhas, realizadas entre 17-23 de dezembro/2006 e entre 03-10 de junho/2007, com amostragens efetuadas desde o alto curso do rio Verde até próximo à foz, no rio Paraná, incluindo os rios Pombo e São Domingos.

Os pontos específicos de coleta foram selecionados de forma a incluir os trechos mais diretamente relacionados aos empreendimentos hidrelétricos previstos nos inventários apresentados pela ENERSUL, incluindo os setores alto e médio do rio Verde e os rios Pombo e São Domingos, tributários da margem esquerda. Os números adotados para cada sítio estão em acordo com a numeração adotada nos inventários. As coletas foram feitas no entorno de cada sítio principal, de acordo com a possibilidade de acesso, cujas características principais estão detalhadas na Tabela 1.

Para as coletas foram usadas diversas artes, incluindo redes de espera de diferentes malhas, arrastos, peneirão, espinhéis e tarrafas, selecionadas de acordo com as condições do meio e aplicadas nos seguintes compartimentos: canal principal dos rios, áreas

litorâneas, praias arenosas, corredeiras, desembocaduras de córregos e trechos a jusante e montante das quedas mais expressivas.

No decorrer das campanhas foram registradas as informações sobre ocorrência de espécies repassadas por proprietários e empregados das fazendas visitadas e policiais ambientais responsáveis pelo controle de pesca na região, que podem ser usadas como complementares em um inventário rápido.

- **Inventário de Ictiofauna da RPPN Cisalpina**

Dados primários, obtidos em duas campanhas de amostragem, realizadas em março e setembro/2006, com quatro pontos de coleta localizados em ambientes litorâneos da margem direita do rio Verde, no trecho de foz, próximo à desembocadura no rio Paraná (VILELA e ALMEIDA, 2007).

A metodologia de amostragem foi semelhante, mas não foram efetuadas coletas com redes de espera no canal principal do rio.

- **Monitoramento da pesca profissional do reservatório de Porto Primavera, rio Paraná**

Dados secundários, obtidos a partir do acompanhamento dos desembarques da pesca profissional ocorridos na área de transição rio-reservatório, no período 2004-2006 (VILELA et al., 2007).

As amostragens foram efetuadas a intervalos médios de dois meses. A pesca é feita principalmente com espinhéis e redes de espera com malhas superiores a 90 mm entre nós opostos. Foram usados apenas os dados coletados nos desembarques de Panorama, Paulicéia e Campinal, no estado de São Paulo, cuja captura é efetuada no trecho de transição rio-reservatório, nas proximidades da desembocadura do rio Verde.

Esses dados não foram utilizados na avaliação numérica. Sua aplicação, neste estudo, tem caráter meramente comparativo. As espécies registradas nessa região foram incluídas apenas como de possível ocorrência no rio Verde, principalmente na região da foz, mais diretamente afetada pelo represamento do rio Paraná, algumas delas com provável potencial para crescimento dentro dos reservatórios que venham a ser instalados na sub-bacia.

- **Caracterização da Área de Estudo**

Para facilitar as análises, o rio Verde foi dividido em três setores:

- a) *Foz*, entre o rio Paraná e as proximidades do córrego do Porco, local previsto para implantação de uma hidrelétrica: este é o trecho mais plano da bacia, onde o rio

Verde alcança grande extensão de uma margem à outra, com a formação de algumas ilhas e presença de áreas marginais baixas, alagáveis no período chuvoso e importantes do ponto de vista de áreas de criação para alevinos e ovos, além de refúgio pra muitas espécies de peixes e local de alimentação para diversas outras espécies ligadas ao sistema aquático. No trecho final, é parcialmente afetado pelo reservatório de Porto Primavera, no rio Paraná;

- b) *Médio*, desde o ponto anterior até o trecho a jusante da Cachoeira Branca, acima da cidade de Água Clara: este trecho apresenta águas rápidas e ocorrência de corredeiras e quedas pequenas, sendo mais estreito que a região anteriormente citada, com poucas áreas de baixios e lagoas marginais;
- c) *Alto*, a partir da Cachoeira Branca, onde os desníveis são acentuados e se concentram as quedas mais pronunciadas, extensas corredeiras e praias arenosas, geralmente associadas às áreas de jusante das cachoeiras. Na porção mais superior desta região, o rio Verde corre em um leito escavado, com poucas áreas marginais de inundação e varjões, restritas a alguns segmentos de brejos. No entanto, tais áreas estão presentes nas regiões baixas de alguns afluentes, como é o caso do rio S. Domingos, que devem exercer funções importantes como áreas de inundação no período chuvoso.

Tabela 5.1.4.2.1 - Localização e caracterização dos sítios de amostragem da ictiofauna da sub-bacia do rio Verde.

Sítio	Local	Coordenadas geográficas (limites extremos)	Períodos de amostragem	Nº de pontos	Características gerais
S0	Foz do rio Verde	399370 7659096 (UTM)	Mar/2006 Set/2006	02 02	Trecho com águas mais lentas, sob influência do reservatório de Porto Primavera (UHE Engº Sérgio Motta). Áreas marginais alteradas por pastagens e plantios de eucalipto e antigos ranchos de pesca. Na margem direita está sendo implantada a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Cisalpina, da CESP (Figura 5.1.4.2.1).
S1	Curso médio do rio Verde	20°50'17,7"S 52°26'32,8"W a 20°52'36,5"S 52°23'14,6"W	Dez/2006 Jun/2007	03 04	Neste trecho o rio Verde é largo e corre por uma área relativamente plana. Áreas marginais intercalam

Sítio	Local	Coordenadas geográficas (limites extremos)	Períodos de amostragem	Nº de pontos	Características gerais
					trechos com pouca vegetação marginal e outros bem preservados (Figuras 5.1.4.2.2 e 5.1.4.2.3).
S7	Médio e Baixo curso do rio Pombo	20°49'29,7"S 52°21'37,5"W a 20°52'58,5"S 52°21'57"W	Dez/2006 Jun/2007	07 05	Rio encaixado, com grande velocidade de corrente. Mata galeria bem preservada. No baixo curso, apresenta trechos marginais com baixios, formando pequenos varjões úmidos (Figuras 5.1.4.2.4 e 5.1.4.2.5).
S2	Trecho superior do médio curso do rio Verde, a jusante da Cach. Branca.	19°59'29,1"S 53°09'41,6"W a 20°04'54,6"S 53°10'27,7"W	Dez/2006 Jun/2007	10 11	A Cachoeira Branca é a principal queda do Rio Verde, situada a jusante da afluição do rio S. Domingos. Mata ciliar bem preservada. O barranco da margem esquerda é alto, com grandes afloramentos rochosos. Na margem direita situa-se o destacamento da Polícia Militar Ambiental, na Faz. Mundo Novo (Figuras 5.1.4.2.6; 5.1.4.2.7 e 5.1.4.2.8).
S4	Alto curso do rio Verde, entre as C. Branca e Preta.	20°01'22,7"S 53°13'20,1"W a 20°03'19,3"S 53°11'03,8"W	Dez/2006 Jun/2007	03 02	Trecho a montante da C. Branca até a C. Preta, de porte pouco menor, com extensas corredeiras, margeadas por áreas com mata ciliar e pastagens. Local de amostragem acessado através da Faz. Barra da Cachoeira. Na margem esquerda, entre o rio Verde e córrego da Barra, situa-se a RPPN Cachoeira Branca (Decreto 7.251 de 16/06/93). (Figuras 5.1.4.2.9, 5.1.4.2.10 e 5.1.4.2.11).
S4a	Alto curso do rio Verde, altura da Cachoeira Vista Alegre.	19°48'42,9"S 53°23'228,1"W a 19°49'15,4" 53°23'07"W	Dez/2006 Jun/2007	09 14	Trecho com extensas corredeiras a jusante da cachoeira, com praias arenosas nas duas margens, mata ciliar bem

Sítio	Local	Coordenadas geográficas (limites extremos)	Períodos de amostragem	Nº de pontos	Características gerais
					preservada. Área a montante com mata na margem direita e campo úmido nativo na esquerda, acima da desembocadura do córrego Lageadinho (Figura 5.1.4.2.12, 5.1.4.2.13 e 5.1.4.2.14).
S5	Alto curso do rio Verde	19°28'27,7"S 53°32'20,4W a 19°29'20,7"S 53°31'51,2"W	Jun/2007	13	Trecho encaixado, com poucas praias de areia e áreas marginais rasas. Alguns trechos mostram brejos marginais, geralmente na afluência de córregos. Vegetação marginal variando entre mata ciliar bem preservada e trechos de cerrado próximos à margem (Figura 5.1.4.2.15).
S6	Alto curso do rio Verde	19°22'53,1"S 53°34'14,6"W	Dez/2006	05	Trecho ao sul da rodovia BR 060. Mata ciliar bem preservada, com marcada participação de espécies arbóreas de cerrado, devido ao solo raso. Trecho encaixado, profundo, com águas rápidas e límpidas (Figura 5.1.4.2.16).
S3	Baixo Rio São Domingos	20°02'15"S 53°11'20,8"W a 20°03'06,5"S 53°11'09,2"W	Jun/2007	08	Mata ciliar bem preservada na margem direita, com trechos de varjão com buritis e lagoas marginais. Margem esquerda mais alterada por pastagens (Figuras 5.1.4.2.17 e 5.1.4.2.18)
Sres	Reservatório P. Primavera	-	2004-2006	vários	Região de transição rio-reservatório, com características semi-lênticas.



Figura 5.1.4.2.1 - Vista da Foz do rio Verde, desde a RPPN Cisalpina.



Figura 5.1.4.2.2 - Vista geral da calha do rio Verde, marcada pela cerração matinal. Observar a mata ciliar (em meio plano) e plantio de eucalipto (ao fundo).



Figura 5.1.4.2.3 - Vista parcial do rio Verde, no curso médio inferior.



Figura 5.1.4.2.4 - Leito e mata de galeria do Rio Pombo.



Figura 5.1.4.2.5 - Coleta na margem do Rio Pombo.



Figura 5.1.4.2.6 - Vistoria em rede de espera no trecho médio do rio Verde



Figura 5.1.4.2.7 - Vista parcial da Cachoeira Branca



Figura 5.1.4.2.8 - Praia arenosa a jusante da Cachoeira Branca



Figura 5.1.4.2.9 - Corredeiras e quedas a montante da Cachoeira Branca.



Figura 5.1.4.2.10 - Vista parcial da Cachoeira Preta



Figura 5.1.4.2.11 -Trecho de jusante da Cachoeira Preta, com vereda de buriti à esquerda.



Figura 5.1.4.2.12 -Cachoeira Vista Alegre.



Figura 5.1.4.2.13 - Trecho a montante da Cachoeira Vista Alegre.



Figura 5.1.4.2.14 - Jusante da Cachoeira Vista Alegre, com praia arenosa. Ao fundo, mata seca típica dos afloramentos rochosos.



Figura 5.1.4.2.15 - Brejo formado na área marginal, no alto curso do rio Verde.



Figura 5.1.4.2.16 - Colocação de rede de espera na margem, no alto curso do rio Verde.



Figura 5.1.4.2.17 - Rio S. Domingos, com a mata ciliar bem preservada ao fundo.



Figura 5.1.4.2.18 - Trecho de varjão, onde se formam muitas lagoas marginais cercadas por buritis, no rio S. Domingos.

- **Processamento biológico**

Em todas as ocasiões, os peixes foram medidos e pesados. Nos indivíduos de maior porte, foi feita a observação macroscópica de sexo e estágio de maturação gonadal, segundo uma escala de cinco pontos: A=imaturos, B=em maturação, C=maduros, D=desovados e E=em repouso (VAZZOLER, 1996) (Figuras Figura 5.1.4.2.19 a 5.1.4.2.21).

A identificação, sempre que possível, foi feita com base em BRITSKI, 1972; CETESB, sem data; LANGEANI-NETO, 1989; BRITSKI *et al.*, 1999 e GRAÇA e PAVANELLI, 2007, entre outras chaves, e confirmada com auxílio de REIS *et al.*, 2003 e BUCKUP *et al.*, 2007.

Exemplares das espécies registradas foram fixados e etiquetados, para manutenção na coleção ictiológica do Laboratório de Ictiologia do Departamento de Ciências Naturais da UFMS/Campus Três Lagoas.



Figura 5.1.4.2.19 – Rotina de amostragem: biometria



Figura 5.1.4.2.20 – Rotina de amostragem: pesagem



Figura 5.1.4.2.21 – Rotina de amostragem: análise gonadal

5.1.4.3 Resultados

As principais alterações observadas durante as campanhas são decorrentes, em grande parte, da falta de prevenção contra erosão nas partes altas, em algumas áreas de pastagem e agrícolas e do desmatamento de veredas e áreas marginais de córregos e do próprio rio Verde, o que afeta os sistemas aquáticos principalmente pela maior turbidez das águas, assoreamento e conseqüente perda de profundidade e de habitats para diversas espécies. Tais alterações são comentadas por moradores antigos dessa região, que lamentam tais problemas com certo saudosismo do tempo em que os córregos eram límpidos e “tinham peixe” e tornam-se particularmente visíveis nas desembocaduras dos riachos, como pode ser visto nas Figuras 5.1.4.3.1 e 5.1.4.3.2.

As matas ciliares são importantes por diversos aspectos, mas principalmente pela retenção de nutrientes e sedimentos durante os períodos de chuva, minimizando os problemas com erosão das margens e assoreamento dos córregos e rios, além de sua função insubstituível como abrigo e alimento para a fauna, inclusive aquática.

Quanto às macrófitas aquáticas, sua distribuição está limitada aos ambientes mais protegidos ou semi-lênticos, sejam lagoas, varjões, braços antigos de rio ou áreas litorâneas em trechos de remanso. Nesses ambientes, as macrófitas podem desenvolver biomassas consideráveis, sendo importantes por propiciar abrigo contra predação e fonte alimentar para ovos, larvas, juvenis e mesmo adultos de diversas espécies de peixes, inclusive muitas migradoras.



Figura 5.1.4.3.1 - Aumento da turbidez da água observada em diversos córregos e ribeirões da sub-bacia.



Figura 5.1.4.3.2 - Assoreamento, problema comum observado nos ribeirões e córregos da bacia do rio Verde.

- **Composição em espécies**

A Tabela 5.1.4.3.1 mostra a lista de espécies registradas nos inventários do rio Verde: em um total de 935 indivíduos amostrados foram registradas 54 espécies, distribuídas em 5 ordens (Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes, Synbranchiformes e Perciformes) e 14 famílias.

Como se trata de um inventário rápido, é possível que este número seja superior, o que poderá ser melhor avaliado em estudos de maior duração, nos diferentes compartimentos da área. No alto curso da bacia do rio Sucuriú, que tem características estruturais muito parecidas às do rio Verde, FROELICH et al. (2006) registraram 54 espécies de peixes nos córregos e trechos de corredeiras.

A título de ilustração, foi incluída uma listagem de espécies não capturadas nos inventários, mas citadas como de ocorrência freqüente nos rios Verde, Pombo e São Domingos, por trabalhadores das fazendas e policiais militares que fazem o controle pesqueiro na região.

Tabela 5.1.4.3.1: Posição taxonômica das espécies de peixes registradas no inventário da sub-bacia do rio Verde, acrescida da lista de espécies citadas nas entrevistas.

Inventários Rio Verde e RPPN Cisalpina

Ordem Characiformes

Família Curimatidae

Steindachnerina brevipinna (Eigenmann & Eigenmann, 1889) - sagüiru

Família Anostomidae

Leporinus elongatus Valenciennes, 1850 – piapara-bicuda

Leporinus friderici (Bloch, 1794) – piau-três-pintas

Leporinus paranensis Garavello & Britski, 1987 -piau

Schizodon borellii (Boulenger, 1900) – piau-quatro-faixas

Schizodon nasutus Kner, 1858 – piau-catingudo

Família Crenuchidae

Characidium aff. *zebra* Eigenmann, 1909 – charutinho, canivete

Characidium gomesi Travassos, 1956 – charutinho, canivete

Characidium sp. – charutinho, canivete

Família Parodontidae

Apareiodon affinis (Steindachner, 1879) – canivete

Parodon nasus Kner, 1859 – canivete

Família Characidae

Astyanax altiparanae Garutti & Britski, 2000 – tambiú

Astyanax aff. *fasciatus* (Cuvier, 1819) – lambari-do-rabo-vermelho

Astyanax aff. *paranae* Eigenmann, 1914 – lambari

Bryconamericus stramineus Eigenmann, 1908 – pequirá

Hemigrammus marginatus Ellis, 1911 – lambarizinho

Hyphessobrycon eques (Steindachner, 1882) – mato-grosso

Hyphessobrycon sp. – lambari

Knodus moenkhausii (Eigenmann & Kennedy, 1903) – pequirá

Moenkhausia aff. intermedia Eigenmann, 1908 – pequirá, lambari

Moenkhausia sanctaefilomenae (Steindachner, 1907) – lambari-olho-de-fogo

Piabina argentea Reinhardt, 1867 – pequirá

Salminus brasiliensis (Cuvier, 1816) – dourado

Aphyocharacinae

Aphyocharax anisitsi Eigenmann & Kennedy, 1903 – pequirá

Aphyocharax sp. – pequirá

Bryconinae

Brycon orbygnianus (Valenciennes, 1849) – piracanjuba

Serrasalminae

Metynnis mola Eigenmann & Kennedy – pacuzinho, cd

Myloplus tiete (Eigenmann & Norris, 1900) – pacu-prata

Myloplus sp. – pacu, pacu-rosa

Serrasalmus maculatus Kner, 1858 – piranha

Characinae

Roeboides paranensis Pignatelli, 1975 – dentado

Cheirodontinae

Serrapinus notomelas (Eigenmann, 1907) – piabinha

Serrapinus sp.- piabinha

Família Erythrinidae

Hoplerethrinus unitaeniatus (agassiz, 1829) – jejú

Hoplias aff. malabaricus (Bloch, 1794) – traíra

Família Lebiasinidae

Pyrrhulina australis – Eigenmann & Kennedy, 1903 – charutinho

Ordem Siluriformes

Família Loricariidae

- Hypostomus albopunctatus* (Regan, 1908) – cascudo
Hypostomus ancistroides (Ihering, 1911) – cascudo
Hypostomus nigromaculatus (Schubart, 1964) – cascudo
Hypostomus regani (Ihering, 1905) – cascudo
Hypostomus cochliodon Kner, 1854 – cascudo
Pterigoplychthys anisitsi (Eigenmann & Kennedy, 1903) – lixa-bote

Família Heptapteridae

- Pimelodella gracilis* (Valenciennes, 1835) – mandi-chorão

Família Pimelodidae

- Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) – jeripoca
Pimelodus maculatus La Cepède, 1803 – mandi
Pseudoplatystoma corruscans (Spix & Agassiz, 1829) – pintado

Família Doradidae

- Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821) – armal

Ordem Gymnotiformes

Família Gymnotidae

- Gymnotus inaequilabiatus* (Valenciennes, 1839) – tuvira

Ordem Synbranchiformes

Família Synbranchidae

- Synbranchus marmoratus* Bloch, 1795 – muçum

Ordem Perciformes

Família Cichlidae

- Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006- tucunaré
Cichlasoma paranaense Kullander, 1983 – cará
Crenicichla britskii Kullander, 1982 – joaninha
Laetacara sp. – carazinho
Satanoperca pappaterra (Heckel, 1840) – cará, zoiúdo

Citadas em entrevistas

Ordem Rajiformes

Família Potamotrygonidae

Potamotrygon sp. – raia

Ordem Characiformes

Família Characidae

Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887) – pacu

Ordem Siluriformes

Família Pimelodidae

Pirirampus pirinampu (Spix & Agassiz, 1829) – barbado

Zungaro jahu (Ihering, 1898) – jaú

Na Tabela 5.1.4.3.2 estão listadas as espécies registradas na pesca profissional do reservatório de Porto Primavera, considerando apenas os desembarques ocorridos nas imediações da afluição do rio Verde. São 31 espécies com algum valor comercial, catorze delas com ocorrência nas amostragens do rio Verde: *Prochilodus maculatus*, *Leporinus elongatus*, *L. Friderici*, *L. paranensis*, *Schizodon borellii*, *S. nasutus*, *Serrasalmus maculatus*, *Hoplias aff. Malabaricus*, *Pterygoplichthys anisitsi*, *Hemisorubim platyrhynchos*, *Pimelodus maculatus*, *Pterodoras granulosus*, *Cichla kelberi* e *Satanoperca pappaterra*.

Apesar da grande abundância no desembarque do rio Paraná, o tucunaré (*C. kelberi*) e o zoiúdo (*S. pappaterra*) só foram registrados na região da foz do rio Verde, vinculados às coletas da Cisalpina.

Tabela 5.1.4.3.2: Posição taxonômica das espécies de peixes registradas no desembarque pesqueiro do reservatório de Porto Primavera.

Monitoramento pesqueiro - reservatório Porto Primavera

Ordem Characiformes

Família Prochilodontidae

Prochilodus lineatus (Valenciennes, 1836) – corimba

Família Anostomidae

Leporinus elongatus Valenciennes, 1850 – piapara-bicuda

Leporinus friderici (Bloch, 1794) – piau-três-pintas

Leporinus obtusidens Valenciennes, 1836 – piapara

Leporinus paranensis Garavello & Britski, 1988 – piau

Schizodon altoparanae Garavello & Britski, 1990 – piau

Schizodon borellii (Boulenger, 1900) – piau-quatro-faixas

Schizodon nasutus Kner, 1858 – piau-catingudo

Família Characidae

Metynnis sp. – pacu-prata

Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887) – pacu

Serrasalmus maculatus Kner, 1858 – piranha

Serrasalmus marginatus Valenciennes, 1837 – piranha

Família Erythrinidae

Hoplias aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) - traíra

Família Cynodontidae

Raphiodon vulpinus Spix & Agassiz, 1829 – dourado-cachorro

Ordem Siluriformes

Família Loricariidae

Hypostomus sp I – cascudo

Hypostomus sp II – cascudo

Megalancistrus parananus (Peters, 1881) – cascudo-abacaxi

Rhinelepis aspera Spix & Agassiz, 1829 – cascudo-preto

Pterygoplichthys anisitsi (Eigenmann & Kennedy, 1903) – lixa-bote

Família Pimelodidae

Hemisorubim platyrhynchos (Valenciennes, 1840) – jeripoca

Pimelodus maculatus La Cépède, 1803 – mandi

Pimelodus ornatus Kner, 1858 – mandi-riscado

Sorubim lima (Bloch & Schneider, 1801) – bico-de-pato

Família Doradidae

Pterodoras granulosus (Valenciennes, 1821) – armal

Família Auchenipteridae

Parauchenipterus galeatus (Linnaeus, 1758) – cangati

Ordem Pleuronectiformes

Família Achiridae

Catathyridium jenynsii (Günther, 1862) – linguado

Ordem Perciformes

Família Sciaenidae

Plagioscion squamosissimus (Heckel, 1840) – corvina

Família Cichlidae

Astronotus crassipinnis (Heckel, 1840) – acarageo, apaiari

Cichla kelberi Kullander & Ferreira, 2006 – tucunaré

Geophagus cf. *Proximus* (Castelneau, 1855) – porquinho

Satanoperca pappaterra (Heckel, 1840) – cará

- **Abundância**

Nas amostras do rio Verde os Characiformes foram dominantes em número de espécies (66,6%), seguidos por Siluriformes (20,4 %), Perciformes (9,3 %), Gymnotiformes e Synbranchiformes (1,85 % cada). Não houve registro de Pleuronectiformes (Figura 5.1.4.3.3).

No desembarque de Porto Primavera, observa-se que o predomínio também é de Characiformes, mas em menor proporção, com 43,3% do total de espécies, seguidos por Siluriformes (36,7%) e Perciformes (16,7 %), cujo aumento se deve, sobretudo às espécies introduzidas, como é o caso do porquinho (*G. surinamensis*), tucunaré (*C. monoculus*) e corvina (*P. squamosissimus*), as quais encontraram condições adequadas às suas populações nas áreas represadas. Tal alteração é ainda mais visível quando se analisa a composição em número de indivíduos: os Perciformes passam a compor o maior grupo, perfazendo 27,1% dos desembarques neste trecho do reservatório.

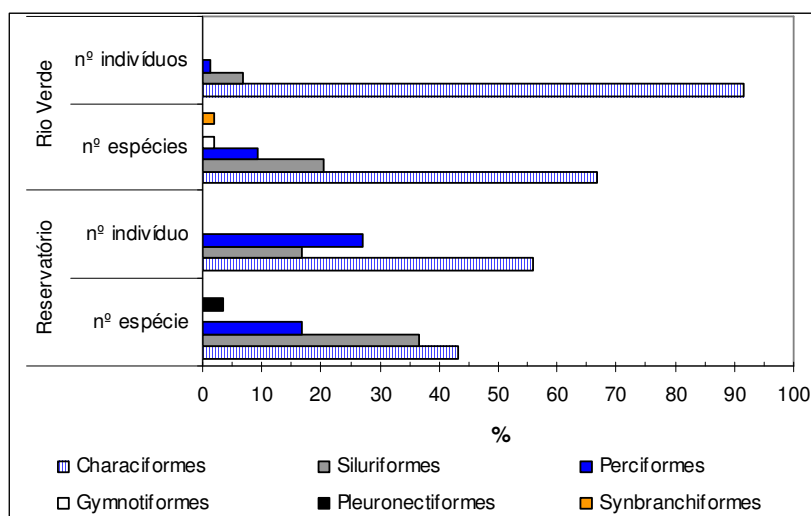


Figura 5.1.4.3.3 - Comparação da participação das ordens, segundo o número de espécies e de indivíduos, entre as amostras do rio Verde e do reservatório de Porto Primavera.

Nas amostras do rio Verde, a família Characidae foi a mais abundante em número de espécies e de indivíduos (40 e 71,1%, respectivamente), sobretudo pela elevada quantidade de lambaris (*Astyanax* sp.) e diversos caracídeos de pequeno porte. Os cascudos (Loricariidae) também mostraram boa participação, perfazendo 10,9 % do total de espécies, o que comprova o favorecimento dessas espécies pelos trechos de águas rápidas e substrato rochoso (Figura 5.1.4.3.4 e 5.1.4.3.5). Os piaus (Anostomidae) foram o terceiro grupo mais abundante em número de espécies e o segundo em número de indivíduos. Esta composição difere da encontrada no desembarque no reservatório, onde se observa o predomínio de Anostomidae (34,6 % do total de indivíduos) e Cichlidae (24 %), refletindo a preferência das espécies do último grupo por ambientes lânticos ou semi-lânticos, ofertados nas áreas represadas. Esta comparação está considerando apenas os números relativos encontrados, uma vez que os métodos de coleta foram diversos.

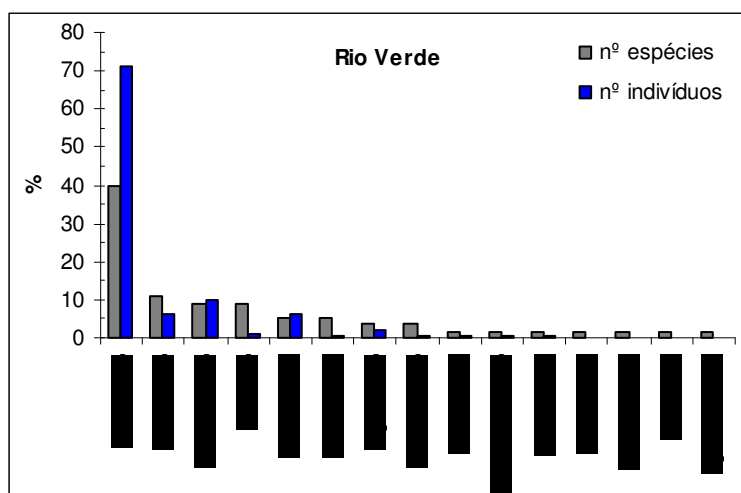
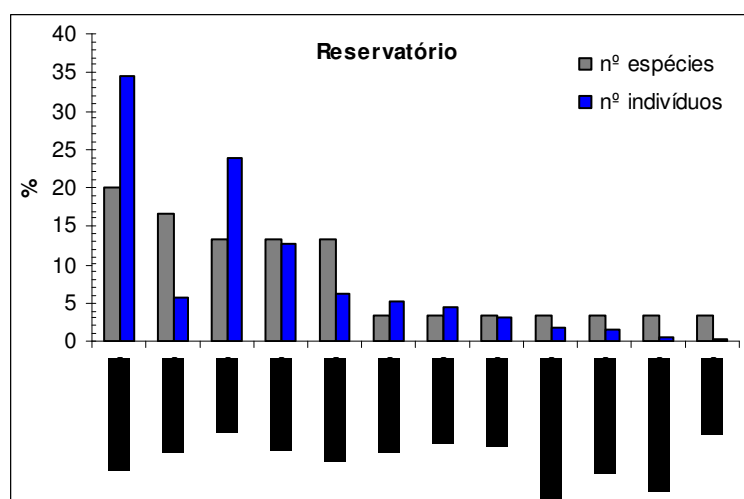


Figura 5.1.4.3.4 - Participação das famílias de peixes, segundo o número de espécies e de indivíduos, nas amostras do rio Verde.



b)

Figura 5.1.4.3.5 - Participação das famílias de peixes, segundo o número de espécies e de indivíduos, nas amostras do reservatório Porto Primavera.

As espécies mais abundantes em número foram as de pequeno porte, importantes como forrageiras para grande parte das espécies piscívoras de médio e grande porte (Figura 5.1.4.3.6). Em termos numéricos, os anostomídeos (piaus e piapara) podem ser considerados como o grupo de médio porte melhor representado, com presença também da traíra e dos cascudos. As espécies mais apreciadas pela pesca e de maior valor econômico, como dourado, corimba, pintado, pacus e piracanjuba, entre outras, tiveram uma pequena participação numérica nesta etapa dos estudos, mas certamente mostram uma maior

participação em peso. Neste caso, apenas um exemplar de dourado (12 kg) sobrepassa o peso total de todas as demais espécies de pequeno porte capturadas.

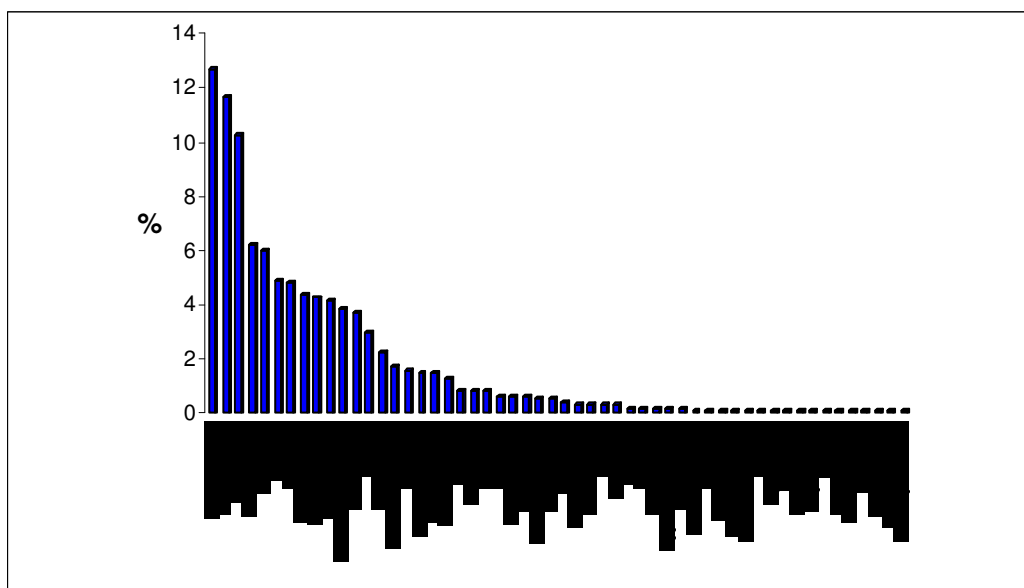


Figura 5.1.4.3.6 - Participação das espécies no inventário do Rio Verde, de acordo com o número de indivíduos amostrados.

• Ocorrência das Espécies

A ocorrência das espécies foi analisada por sítio de amostragem, conforme exposto na Tabela 5.1.4.3.3. Na parte inferior da tabela estão as espécies registradas unicamente no reservatório Porto Primavera.

O piau-três-pintas (*L. friderici*) foi a espécie mais freqüente, ocorrendo na maior parte dos ambientes, seguido por traíra (*H. aff. malabaricus*) e lambari (*A. altiparanae*). As grandes migradoras, como pintado, dourado, piracanjuba e corimba foram menos freqüentes, restritas ao trecho do Alto rio Verde a montante da Cachoeira Branca. Tais observações, no entanto, devem ser tomadas como preliminares, considerada a brevidade do levantamento. Estudos mais prolongados em cada uma das secções adotadas neste inventário serão importantes para permitir análises mais conclusivas sobre a distribuição das espécies.

Tabela 5.1.4.3.3: Ocorrência das espécies de peixes no inventário da bacia do rio Verde. Na parte inferior, as espécies de registro exclusivo no reservatório de Porto Primavera (RPP), rio Paraná.

Espécie	SETORES									RPP
	FOZ		MÉDIO		ALTO					
	S0	S7	S1	S2	S3	S4	S4a	S5	S6	
A. aff. paranae							X			
A. affinis							X			
A. altiparanae		X	X		X		X	X	X	
A. anisitsi	X		X							
A. fasciatus						X	X			
Aphyocharax sp.			X							
B. orbygnianus					X					
B. stramineus			X	X		X	X	X	X	
C. cf. zebra		X		X		X	X			
C. gomesi	X						X			
Characidium sp.	X									
C. kelberi	X									
C. paranaense	X									
G. inaequilabiatus										
H. aff. malabaricus	X	X	X			X	X	X		X
H. anisitsi	X									
H. albopunctatus				X			X			
H. ancistroides				X			X	X		
H. cochliodon			X			X				
H. eques	X				X					
H. marginatus	X	X			X			X		
H. nigromaculatus				X			X			
H. platyrhynchos		X								X
H. regain			X			X	X		X	
H. unitaeniatus	X									
Hyphessobrycon sp.	X									
K. moenkhausii		X	X	X			X			
L. elongatus		X		X	X					X
L. friderici		X	X	X	X		X	X	X	X
L. paranensis				X						X
Laetacara sp.	X									
M. mola	X									X
Myloplus sp.								X		
M.sanctaefilomenae					X					
M. tiete					X					
P. anisitsi			X	X						X
P. argentea		X	X	X			X			
P. australis					X					
P. corruscans				X						
P. gracilis				X						
P. granulosus			X							X
P. lineatus					X					
P. maculates			X							X
P. nasus							X			
R. paranensis	X									

<i>S. borellii</i>	X	X	X					X
<i>S. brasiliensis</i>				X				
<i>S. brevipinna</i>	X							
<i>S. marmoratus</i>	X							
<i>S. nasutus</i>			X					X
<i>S. notomelas</i>	X	X			X	X		
<i>Serrapinus sp.</i>	X			X		X	X	
<i>Serrasalmus sp.</i>	X							
<i>S. pappaterra</i>	X							X
<i>A. ocellatus</i>								X
<i>C. jenynsii</i>								X
<i>C. monoculus</i>								X
<i>G. cf. proximus</i>								X
<i>Hypostomus sp I</i>								X
<i>Hypostomus sp II</i>								X
<i>M. parananus</i>								X
<i>P. ornatus</i>								X
<i>P. galeatus</i>								X
<i>P. mesopotamicus</i>								X
<i>P. squamosissimus</i>								X
<i>R. aspera</i>								X
<i>R. vulpinus</i>								X
<i>S. altoaranae</i>								X
<i>S. lima</i>								X
<i>S. maculatus</i>								X
<i>S. marginatus</i>								X

Os loricarídeos (cascudos) tiveram ocorrência restrita aos trechos de maior dinâmica, vinculados às corredeiras. Da mesma forma, os canivetes (*A. affinis* e *P. nasus*) foram capturados em baixa quantidade e restritos a ambientes de corredeiras. O lambarizinho *B. stramineus*, embora com elevada ocorrência, foi encontrado fortemente associado aos trechos de praias arenosas de águas rápidas, geralmente situados a jusante das cachoeiras e corredeiras.

• Caracterização das Espécies

As principais espécies capturadas no rio Verde estão caracterizadas a seguir de maneira sucinta, com base em descrições apresentadas em STERBA, 1973; BRITSKI *et al.*, 1999; BRITTO, 2003; SMITH, 2003 e ZANIBONI FILHO *et al.*, 2004, entre outros. Situação de conservação com base em BUCKUP *et al.*, 2007.

Aphyocharax anisitsi – pequira

Espécie de pequeno porte, cerca de 40 mm. Tem boca pequena, com uma série de dentes cônicos na maxila. Corpo claro, com as nadadeiras caudal, dorsal e ventral vermelhas. Apreciada para criação em aquários.

Astyanax altiparanae – lambari, tambuí

Corpo claro, nadadeiras amarelas e característica mancha umeral escura. Mancha escura na base da caudal, que se estende pelos raios caudais medianos. Maxila com duas séries de dentes cuspidados. Distribui-se pelas áreas litorâneas dos rios, com preferência por locais rasos com fundo arenoso. Comprimento total em torno de 12 a 15 cm. Importante espécie forrageira, compõe, com outros lambaris, a dieta de muitas espécies piscívoras. Realiza pequenas migrações reprodutivas.

Astyanax aff. paranae – lambari-do-rabo-vermelho

Corpo claro, olhos grandes, nadadeiras avermelhadas, com uma faixa escura sobre a linha lateral. Assim como *Astyanax aff. fasciatus*, distribui-se pelas áreas litorâneas dos rios, com preferência por locais rasos de com fundo arenoso ou em meio à vegetação rasteira. Realiza pequenas migrações reprodutivas.

Bryconamericus stramineus – pequira

Espécie de pequeno porte, em média 76 mm de comprimento. Corpo claro, baixo, com nadadeiras transparentes. Apresenta uma mancha umeral difusa e uma faixa prateada no flanco, que se estende como uma mancha escura até os raios caudais medianos. Encontrada na região litorânea, ao longo das margens dos rios. É comum estar associada às áreas marginais rasas das corredeiras, principalmente nos trechos arenosos.

Brycon orignyanus – piraicanjuba

Corpo alongado, com uma faixa escura no pedúnculo caudal, que se prolonga até o fim da caudal. Apresenta a região dorsal escurecida e nadadeiras caudal, anal e pélvicas avermelhadas. Migradora de longa distância, é uma espécie considerada como em risco muito alto de extinção. Nas amostragens, ocorreu apenas no alto rio Verde, próximo à foz do rio São Domingos, mas é citada pelos moradores como de ocorrência na região de Água Clara e no rio São Domingos.

Hoplias aff. malabaricus – traíra

Corpo alongado e robusto, de coloração parda a marrom, com barras escuras transversais irregulares. Língua provida de dentículos. Todas as nadadeiras são manchadas com pontos escuros que formam faixas. Sem nadadeira adiposa. Pode chegar aos 50 cm de comprimento nos indivíduos mais velhos. Importante predadora dos rios e córregos, ocorre principalmente em trechos lânticos, associada à vegetação aquática. Sedentária, apresenta cuidados com a prole.

Hyphessobrycon eques – mato-grosso

Espécie de pequeno porte, com cerca de 4 cm de comprimento. Duas séries de dentes cuspidados na maxila. Corpo vermelho vivo quando em vida, com uma mancha umeral alongada negra. Nadadeiras avermelhadas, com uma mancha negra na dorsal. Margem da anal negra. Muito comum em ambientes calmos, vegetados. Apreciada em aquarofilia. Não migradora.

Hypostomus spp. – cascudos

Os cascudos têm caracteristicamente o corpo recoberto por placas, com pedúnculo caudal alto. Presença de nadadeira adiposa. São habitantes usuais dos trechos com substrato rochoso e águas correntes, associados às corredeiras.

Leporinus elongatus – piapara, piapara-bicuda

Corpo alongado, acinzentado escuro no dorso e mais claro no ventre, com manchas arredondadas nas laterais, que são bastante visíveis nos jovens. Nadadeiras pares amareladas. Pré-maxilar e dentário com três dentes. Comprimento máximo de 50 cm. Espécie migradora, de distribuição ampla na bacia, com preferência pelos trechos lóticos.

Leporinus friderici – piau-três-pintas

Corpo alongado, com três máculas arredondadas bem nítidas sobre a linha lateral. Boca terminal, com quatro dentes no pré-maxilar e dentário. Comprimento de até 40 cm. Realiza pequenos deslocamentos reprodutivos. Juntamente com outras espécies de piaus, é importante componente da pesca no reservatório de Porto Primavera.

Leporinus paranensis – piaú

Boca terminal, levemente voltada para cima. Corpo levemente escuro no dorso e claro no ventre. Faixas transversais na porção superior do corpo, mais evidentes nos jovens. Três manchas sobre a linha lateral. Nadadeiras claras. Realiza pequenos deslocamentos reprodutivos.

Myloplus tiete – pacu-prata

Corpo alto, arredondado. Boca terminal, com dentes molariformes. Manchas escuras na lateral do corpo, que é prateado. O gênero se identifica pela presença de um espinho pré-dorsal voltado para frente. É considerada uma espécie quase ameaçada de extinção, com estoques em situação crítica em outros ambientes da bacia do Paraná. Neste inventário, foi registrada apenas no rio São Domingos.

Pterigoplichthys anisitsi – cascudo-lixá-bote

Dentes pequenos e numerosos. Corpo de fundo claro, com manchas negras irregulares que formam faixas longitudinais escuras. Quatro quilhas com espinhos ao longo do corpo. Comprimento de até 50 cm. Natural da bacia do Paraguai, aparentemente se difundiu para outros trechos da bacia do Prata após os represamentos. Não migradora, realiza apenas movimentos migratórios laterais.

Pimelodus maculatus – mandi

Primeiro raio da dorsal e das peitorais ossificado. Corpo de cor parda, com manchas escuras distribuídas no dorso e laterais. Nadadeiras dorsal, adiposa e caudal com frequência apresentam máculas. Espécie de ampla distribuição nas bacias do Paraná, Uruguai, Paraguai e São Francisco. Migradora, sem cuidados parentais.

Pseudoplatystoma corruscans – pintado

Cabeça longa, com maxila superior mais proeminente. Primeiro raio da dorsal e das peitorais fortemente ossificado. Dorso escuro, com muitas máculas negras arredondadas, com algumas listras claras transversais na parte superior do corpo, acima da linha lateral. Ventre claro. Chega a alcançar mais de 100 cm. Espécie migradora, com preferência por trechos lóticos dos rios, citada como de ocorrência freqüente em alguns tributários do rio Verde. Das espécies mais desejadas pela pesca, com alto valor comercial. Considerada sob

ameaça ou vulnerável em algumas listas regionais, como nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul.

Pterodoras granulosus – armal

Olhos frontais, situados no meio da cabeça. Primeiro espinho ossificado nas nadadeiras peitorais e dorsal, com serrilhas nas duas margens. Cabeça ossificada. Corpo com coloração marrom-acinzentada, dotado de uma série de placas sobre a linha lateral. De ampla ocorrência na bacia do Paraná. Migradora, sem cuidados parentais.

Salminus brasiliensis – dourado (Figura 5.1.4.3.7)

Espécie de grande porte, podendo atingir 1 m. Dentes cônicos em ambas as maxilas. Corpo dourado, com nadadeiras amarelas. As escamas têm uma pequena mancha escura na parte posterior e formam um característico desenho de linhas longitudinais escuras desde o dorso até a parte inferior da linha lateral. Mancha negra nos raios medianos da caudal. Espécie migradora, habita rios correntosos e seus tributários. Muito visada pela pesca, sobretudo esportiva. Considerada espécie sob ameaça em algumas listas regionais.



Figura 5.1.4.3.7 - Exemplar de dourado *Salminus brasiliensis* capturado na cachoeira Branca, rio Verde.

Serrapinus sp. - lambarizinho

Foi a espécie mais abundante nas amostragens, habitante usual de áreas mais protegidas e com vegetação. Apresenta corpo alto, coloração clara e boca terminal, com uma listra difusa na lateral do corpo. Pode ser uma espécie nova para a ciência.

Cabe destacar que todos os exemplares coletados nas duas campanhas tinham uma aparência muito saudável, o que deve ser reflexo da boa qualidade ambiental desse sistema.

- **Caracterização Biológica: estratégia reprodutiva e alimentação**

As espécies amostradas foram classificadas em relação à estratégia reprodutiva como não migradoras e migradoras (curta ou longa distância), de acordo com Agostinho et al., 2003 (Tabela 5.1.4.3.4). Conforme os autores, entende-se como migradora a espécie que depende do deslocamento para sua reprodução, ou seja, não se reproduz caso não realize a migração. As distâncias percorridas variam entre espécies, mas sempre são da ordem de dezenas ou até centenas de quilômetros.

A classificação quanto ao hábito alimentar foi feita com base em estudos efetuados em outras regiões da bacia, descritos em VAZZOLER et al., 1997 e AGOSTINHO et al., 2007.

Tabela 5.1.4.3.4: Características biológicas das espécies da bacia do rio Verde e do reservatório de Porto Primavera.

Espécie	Hábito alimentar	Estratégia reprodutiva
Inventário		
<i>Apareiodon affinis</i>	Ilíófago	MC-SCP
<i>Aphyocharax anisitsi</i>	Insetívoro	NM-SCP
<i>Aphyocharax</i> sp.	Insetívoro	NM-SCP
<i>Astyanax altiparanae</i>	Insetívoro	MC-SCP
<i>Astyanax fasciatus</i>	Onívoro	MC-SCP
<i>Astyanax</i> aff. <i>paranae</i>	Onívoro	MC-SCP
<i>Bryconamericus stramineus</i>	Insetívoro	MC-SCP
<i>Brycon orbignyanus</i>	Herbívoros	ML-SCP
<i>Characidium</i> sp.	Insetívoro	NM-SCP
<i>Chracidium gomesi</i>	Insetívoro	NM-SCP
<i>Characidium</i> aff. <i>zebra</i>	Insetívoro	NM-SCP
<i>Cichla kelberi</i>	Piscívoro	NM-CCP
<i>Cichlasoma paranense</i>	Onívoro	NM-CCP
<i>Crenicichla britskii</i>	Carnívoro	NM-CCP
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	Ilíófago	NM-SCP

<i>Gymnotus inaequilabiatus</i>	Insetívoro	NM-CCP
<i>Hemigrammus marginatus</i>	Planctófago	NM-SCP
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	Piscívoro	ML-SCP
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Carnívoro	NM-SCP
<i>Hoplias aff. malabaricus</i>	Piscívoro	NM-CCP
<i>Hyphessobrycon eques</i>	Onívoro	NM-SCP
<i>Hypostomus albopunctatus</i>	Detritívoro	NM-CCP
<i>Hypostomus ancistroides</i>	Detritívoro	NM-CCP
<i>Hypostomus cochliodon</i>	Detritívoro	NM-CCP
<i>Hypostomus regani</i>	Detritívoro	NM-CCP
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	Detritívoro	NM-CCP
<i>Knodus moenkhausii</i>	Insetívoro	NM-SCP
<i>Laetacara sp.</i>	Planctófago	NM-CCP
<i>Leporinus elongates</i>	Insetívoro	ML-SCP
<i>Leporinus friderici</i>	Onívoro	MC-SCP
<i>Leporinus paranensis</i>	Insetívoro	MC-SCP
<i>Metynnis mola</i>	Herbívoro	NM-SCP
<i>Moenkhausia aff. intermedia</i>	Insetívora	NM-SCP
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	Insetívoro	NM-SCP
<i>Myloplus tiete</i>	Herbívoro	MC-SCP
<i>Myloplus sp.</i>	Herbívoro	MC-SCP
<i>Parodon nasus</i>	Iliófago/Onívoro	MC-SCP
<i>Piabina argentea</i>	Planctófago	NM-SCP
<i>Pimelodella gracilis</i>	Bentófago	NM-SCP
<i>Pimelodus maculatus</i>	Onívoro	ML-SCP
<i>Prochilodus lineatus</i>	Iliófago	ML-SCP
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Piscívoro	ML-SCP

<i>Pterodoras granulosus</i>	Onívoro	ML-SCP
<i>Pterigoplychthys anisitsi</i>	Detritívoro	NM-CCP
<i>Pyrhulina australis</i>	Onívoro	NM-SCP
<i>Roeboides paranensis</i>	Insetívoro	NM-SCP
<i>Satanoperca pappaterra</i>	Onívoro	NM-CCP
<i>Schizodon borellii</i>	Herbívoro	MC-SCP
<i>Salminus brasiliensis</i>	Piscívoro	ML-SCP
<i>Schizodon nasutus</i>	Herbívoro	NM-SCP
<i>Serrapinus notomelas</i>	Insetívoro	NM-SCP
<i>Serrapinus sp.</i>	Insetívoro	NM-SCP
<i>Serrasalmus maculatus</i>	Piscívoro	NM-CCP
<i>Synbranchus marmoratus</i>	Carnívoro	NM-SCP

Citadas

<i>Pinirampus pirinampu</i>	Piscívoro	ML-SCP
<i>Potampterygon sp.</i>	Bentófago	NM-CCP
<i>Zungaro jahu (Paulicea luetkeni)</i>	Piscívoro	ML-SCP

Monitoramento pesqueiro

<i>Astronotus ocellatus</i>	Piscívoro	NM-CCP
<i>Catathyridium jenynsii</i>	Bentófago	NM-SCP
<i>Cichla monoculus</i>	Piscívoro	NM-CCP
<i>Geophagus surinamensis</i>	Bentófago	NM-CCP
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	Piscívoro	ML-SCP
<i>Hypostomus spl</i>	Detritívoro	NM-CCP
<i>Hypostomus spll</i>	Detritívoro	NM-CCP
<i>Leporinus obtusidens</i>	Onívoro	ML-SCP
<i>Megalancistrus parananus</i>	Detritívoro	NM-CCP
<i>Metynnis sp.</i>	Herbívoro	NM-SCP

<i>Parauchenipterus galeatus</i>	Onívoro	NM-SCP
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	Herbívoro	ML-SCP
<i>Pimelodus ornatus</i>	Onívoro	MC-?
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Piscívoro	NM-SCP
<i>Prochilodus lineatus</i>	Iliófago	ML-SCP
<i>Raphiodon vulpinus</i>	Piscívoro	ML-SCP
<i>Rhinelepis aspera</i>	Detritívoro	ML-CCP?
<i>Satanoperca pappaterra</i>	Bentófago	NM-CCP
<i>Schizodon altoparanae</i>	Herbívoro	MC-SCP
<i>Serrasalmus maculatus</i>	Piscívoro	NM-CCP
<i>Serrasalmus marginatus</i>	Piscívoro	NM-CCP
<i>Sorubim lima</i>	Piscívoro	ML-SCP

Estratégia reprodutiva: NM= não migrador; MC=migrador de curta distância; ML=migrador de longa distância; SCP= sem cuidado parental; CCP= com cuidado parental.

Das 54 espécies registradas, 8 (14,8%) são migradoras de longa distância e 10 (18,5 %) realizam pequenas migrações reprodutivas (Figura 5.1.4.3.8). As demais são sedentárias ou executam migrações laterais, ou seja, circulam entre o canal principal e áreas marginais interconectadas ao rio, como lagoas e brejos, para realizar a reprodução.

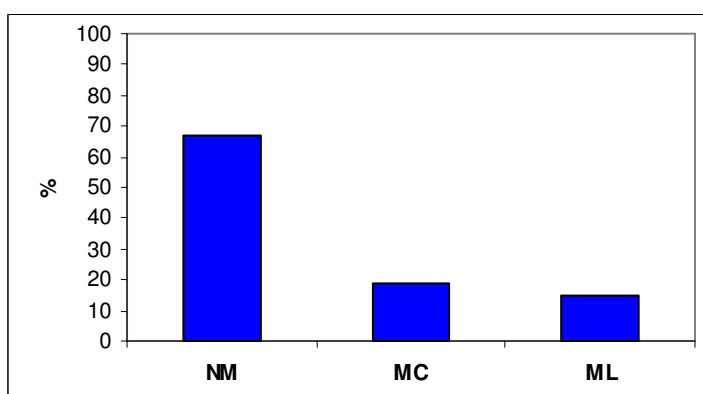


Figura 5.1.4.3.8 - Proporção relativa de espécies, segundo a estratégia reprodutiva (NM=não migradora; MC= migradora de curta distância; ML= Migradora de longa distância).

Espécies como dourado, piracanjuba, piapara e corimba foram encontradas no trecho alto do rio Verde, acima da Cachoeira Branca, o que dá uma idéia da extensão da área que pode ser utilizada pelos peixes em sua migração reprodutiva. Corimba, pacu e piapara foram encontrados no rio São Domingos durante a segunda campanha, portanto, não coincidindo com o período reprodutivo. Na primeira campanha não foram realizadas amostragens nesse rio. Informações colhidas junto à população indicam a ocorrência de piracanjuba e pintado no Alto rio Verde. Para investigar a extensão da área percorrida pelas diferentes espécies migradoras e a utilização desses setores do rio em sua atividade reprodutiva é necessário intensificar os estudos ao longo do mesmo durante o período reprodutivo, a fim de aumentar as chances de capturas.

De 107 exemplares analisados quanto à reprodução no mês de dezembro, 57 % encontrava-se em atividade reprodutiva (estágios C e D de maturação gonadal) (Figura 5.1.4.3.9). Entre as espécies registradas em atividade reprodutiva no período estão: dourado (*S. brasiliensis*), piaus (*L. friderici*, *L. paranensis* e *S. borellii*), piapara (*L. elongatus*), lambaris (*Astyanax sp.*, *A. altiparanae* e *A. fasciatus*), armal (*P. granulosus*) e cascudo lixa-bote (*P. anisitsi*). Exemplares de lambari, cascudos e piau foram registrados em estágio D, indicativo de desova recente. Tais dados são um forte indicador da utilização do rio Verde como ambiente de reprodução dessas espécies, a maioria delas com algum grau de comportamento migratório.

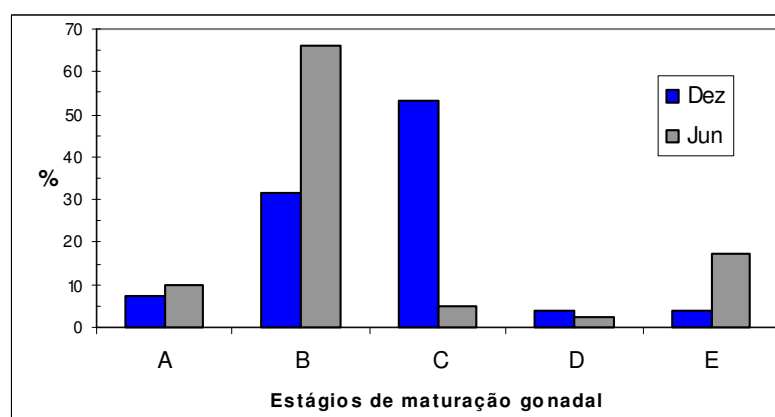


Figura 5.1.4.3.9 - Percentagem de indivíduos por estágio de maturação gonadal, nas campanhas de dezembro e junho.

Na campanha de junho, a maioria das espécies encontrava-se sem atividade reprodutiva. Estágio C (maduro) foi observado apenas em exemplares de lambari (*A. aff. paranae*);

alguns piaus, piapara e cascudo mostravam gônadas em maturação avançada, indicativo de início de preparação para desova.

Os dados coincidem com observações feitas na bacia do rio Sucuriú, onde Vilela e Almeida (2006) têm encontrado espécies com atividade reprodutiva ao longo do ano, com maior concentração nos meses que correspondem ao período chuvoso, notadamente setembro, outubro, novembro, dezembro e março (ainda não foram realizadas campanhas nos meses de janeiro e fevereiro).

A região de foz, próxima à desembocadura no rio Paraná, assim como os trechos baixos de alguns de seus afluentes, ofertam áreas consideradas criadouros naturais, muito importantes para garantir o desenvolvimento da fase inicial de vida dessas mesmas espécies. Estudos conduzidos no trecho baixo do rio Verde confirmam a ocorrência de ovos e larvas de peixes migradores, tais como a piracanjuba, o dourado, o pintado, entre outras (Consórcio Themag-Engea-Umah, sem data). É bem possível que algumas espécies do próprio rio Paraná o utilizem como áreas de criação, para posterior recrutamento aos estoques do rio principal.

No inventário do rio Verde, predominaram espécies insetívoras, com uma boa participação de onívoros e detritívoros, representados basicamente por loricarídeos, caracterizando uma boa diversidade alimentar na comunidade. O alagamento natural das áreas marginais no período das chuvas, onde proliferam macrófitas aquáticas e a inundação parcial de trechos das matas ciliares favorecem a interação entre os ambientes terrestres e o rio, facilitando a captura de insetos por muitas espécies de peixes, principalmente lambaris e piaus.

Em reservatórios, geralmente observa-se uma tendência de diminuição das espécies que aproveitam esses recursos alóctones, devido à diminuição (e, às vezes, desaparecimento) das áreas marginais de inundação, prejudicando ou impedindo o acesso das espécies. É o que se observa nos dados do reservatório de Porto Primavera, onde as espécies piscívoras são mais abundantes, principalmente pela presença de tucunaré, corvina e piranhas (*Serrasalmus spp.*). Outros grupos que também podem ser favorecidos são onívoros e planctófagos.

5.1.4.4 Conclusões

Considerando que este é um dos primeiros estudos efetuados na sub-bacia do rio Verde sobre a ocorrência e aspectos biológicos básicos das espécies de peixe, realizado em apenas duas temporadas bem definidas (cheia e seca), é muito possível que a riqueza de

espécies seja maior. A campanha de dezembro foi realizada em um período de chuvas fortes e os rios estavam muito cheios, dificultando a realização de coletas em determinados locais, ou por conta do grande volume de águas (caso das corredeiras e áreas marginais de praias) ou pela impossibilidade de acesso, devido às condições das estradas. Como este período chuvoso foi relativamente longo, na campanha da estação seca os rios ainda não se encontravam na cota mais baixa. Além disso, o período de amostragem coincidiu com uma semana de baixas temperaturas, em virtude da entrada de uma massa polar, o que também prejudicou um pouco as capturas, pois os peixes evitam áreas marginais e rasas, mais sujeitas às variações térmicas pela interação direta com a atmosfera.

Cabe destacar a presença relativamente abundante de lambaris (*Astyanax spp.*) e outros tetragonopteríneos de pequeno porte, como as pequiras, espécies forrageiras de grande importância na cadeia alimentar de muitas espécies piscívoras, incluindo algumas de grande porte, como dourado e pintado. Em trechos represados do rio Paraná esses peixes estão restritos a locais menos lânticos e têm mostrado diminuição na abundância.

Espécies introduzidas, notadamente Perciformes, como corvina e porquinho, abundantes no trecho de reservatórios do rio Paraná, não foram registradas nestas duas campanhas, à exceção do tucunaré, capturado na região de foz do rio Verde, já sob forte influência do reservatório. Em caso de formação de reservatórios no rio Verde, é de se esperar que tais espécies venham a proliferar nas novas áreas, como já documentado em reservatórios da bacia do Paraná e de outras bacias brasileiras (TORLONI *et al.*, 1993; SATO e SAMPAIO, 2006; AGOSTINHO *et al.*, 2007; SAZIMA, 2007; SHIBATTA e DIAS, 2007; VILELA *et al.*, 2007).

Dentre os registros, três são considerados por especialistas como prováveis espécies novas para a ciência (GRAÇA & PAVANELLI, 2007): *Characidium sp.*, capturada na planície de inundação do baixo Verde; *Astyanax aff. paranae*, capturada em diversos pontos do trecho alto e *Hyphessobrycon sp.*, também associada aos sistemas marginais.

Não foi registrada nenhuma espécie considerada em risco de extinção pela Lista Vermelha da IUCN (International Union for Conservation of Nature), embora algumas constem como vulneráveis e ameaçadas em algumas regiões do país, o que significa estar em alto ou muito alto risco de extinção, freqüentemente associado a alterações antrópicas nas bacias, como represamentos, assoreamento ou poluição. Enquadram-se nesta categoria: *S. brasiliensis* (dourado), *P. corruscans* (pintado), *Myloplus tiete* (pacu-prata), *B. orbygnianus* (piracanjuba) e *Zungaro jahu* (jaú, espécie citada). A presença dessas espécies indica a

necessidade de adoção de medidas de proteção que colaborem para sua manutenção no sistema.

A observação de espécies conhecidas como grandes migradoras em plena atividade reprodutiva indica a utilização do rio como rota de migração para a reprodução, aspecto importante para a manutenção das populações dessas espécies. O alcance das espécies e a utilização efetiva dos diversos compartimentos do rio Verde quanto à reprodução são assuntos que merecem estudos mais detalhados. Neste contexto, podem ser consideradas áreas de particular importância todo o trecho inferior do médio Verde, com seu sistema de lagoas marginais e trechos de várzeas de inundação, assim como o baixo rio São Domingos, onde existem sistemas semelhantes, que podem ser importantes como áreas de criação e crescimento para muitas das espécies migradoras registradas. Estudos mais detalhados sobre a ictiofauna e inclusão de análises sobre ictioplâncton serão ferramentas fundamentais para avaliar a participação desses setores no processo reprodutivo da ictiofauna da bacia.

Estando livre dos represamentos (figura 5.14.3.10), o rio Verde sem dúvida representa uma das poucas rotas livres para a migração reprodutiva de espécies de importante valor comercial, cujos registros nos reservatórios do rio Paraná têm sido escassos ou mesmo ocasionais. As quedas mais expressivas, como é o caso da Cachoeira Branca (figura 5.1.4.3.11), são parte fundamental do circuito migratório de muitas espécies exigentes quanto a esse aspecto.



Figura 5.1.4.3.10 – Baixo rio Verde, em trecho livre de barragens e com poucas corredeiras



Figura 5.1.4.3.11 – Cachoeira Branca, um pouco a jusante da foz do rio São Domingos

Dessa forma, é fortemente recomendado que os trabalhos sobre a ictiofauna tenham continuidade visando o conhecimento mais abrangente da diversidade de espécies que ocorrem ou utilizam estes trechos de rio; um melhor entendimento sobre os processos reprodutivos destas espécies, assim como de suas relações tróficas. O maior detalhamento destas informações fornecerá os subsídios necessários a tomadas de decisão junto aos projetistas no que concerne a escolha do(s) eixo(s) da(s) barragem(ns), e ao tipo de aproveitamento, como também sobre eventuais mecanismos que favoreçam de forma realmente eficiente o trânsito de peixes entre os trechos de montante e jusante dos represamentos.