

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento do aproveitamento energético, sobretudo no caso hidrelétrico, de uma nação, significa ter o pré-requisito básico para implementação do setor industrial e para o desenvolvimento econômico. As usinas hidrelétricas são objetos geográficos resultantes da territorialização de políticas de Estado e de agentes privados nacionais e internacionais.

Hoje a eletricidade constitui um bem de valor inestimável, cuja demanda cresce constantemente. Por isso, a busca pelo pleno atendimento das necessidades energéticas da sociedade brasileira implica na criação de novas soluções no que diz respeito à geração de energia, aliando viabilidade econômica e sustentabilidade socioambiental.

Dentre as alternativas hoje incentivadas para que se garanta o crescimento constante do parque gerador de energia, sob uma perspectiva de proteção ao meio ambiente, encontram-se as Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs) e as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), que demandam prazos de construção mais curtos, ocupando menor espaço territorial e, apresentando menores impactos socioambientais, se comparadas com as tradicionais Usinas Hidrelétricas (UHE).

## 2. OBJETIVO

Levantamento das potencialidades do Rio São Francisco Verdadeiro para a implantação de uma *CGH - Central Geradora Hidrelétrica*.

Efetuuou-se um levantamento e ordenamento das informações de caráter geológico que possam refletir na caracterização das potencialidades hídricas e geológicas da região.

As informações obtidas a partir da pesquisa geológica básica, adequadamente cartografadas, constituem o suporte elementar ao planejamento das demais atividades, permitindo o zoneamento do uso e ocupação do solo segundo potencialidades e capacidades de absorção dos impactos decorrentes da ação antrópica.

## 3. GEOLOGIA

Sob o ponto de vista regional, a bacia hidrográfica do rio São Francisco Verdadeiro, incluindo a área do empreendimento, está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, que por sua vez é uma extensa bacia intracratônica, localizada no sul do

continente Sul-Americano. Ela possui uma forma oval com eixo maior na direção N – S e ocupa uma área de 1.000.000 km<sup>2</sup>.

A Bacia Sedimentar do Paraná foi desenvolvida sobre crosta continental gerada ou rejuvenescida durante o Proterozóico Superior – Eopaleógeno por episódios tectonomagmáticos produzidos no Ciclo Brasileiro (MILANI e RAMOS, 1998 apud PETERSOHN, 2006).

Milani (1997) reconhece seis grandes unidades estratigráficas (Supersequências): Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo).

A Supersequência Rio Ivaí é constituída pelas Formações Alto Garças, essencialmente arenosa, com base conglomerática; Formação Ivaí composta essencialmente por diamictitos e Formação Vila Maria composta por diamictitos na base com folhelhos intercalados com arenitos e siltitos na porção superior. A deposição desses sedimentos foi essencialmente marinha.

A Supersequência Paraná é caracterizada pelas Formações Furnas constituída basicamente de arenitos e Formação Ponta Grossa composta por folhelhos na base, passando para arenitos sílticos e com pelitos no topo. Esses sedimentos representam ambiente de mar alto.

A Supersequência Gondwana I engloba o maior volume de sedimentos da Bacia do Paraná que refletem grande variedade deposicional, iniciando seu ciclo deposicional em ambiente glacial, passando para condições de máximo afogamento marinho e encerrando sua deposição em ambiente continental.

A Supersequência Gondwana II é caracterizada pelos pelitos de ambiente sedimentar lacustre-marinho da Formação Santa Maria. A Supersequência Gondwana III é constituída principalmente por arenitos eólicos da Formação Botucatu e pelo magmatismo Serra Geral.

Por fim, a Supersequência Bauru representa clima semi-árido e é marcada pela deposição de arenitos de ambiente desértico.

O magmatismo da Bacia do Paraná é constituído predominantemente por basaltos e basalto-andesitos de filiação toleítica, contrastantes com riolitos e riolacitos, caracterizando uma associação litológica bimodal (basalto – riolito) (PETERSOHN, 2006).

Estruturas como disjunções colunares são comuns. São estruturas tabulares com seções horizontais com formas hexagonais, pentagonais e quadradas com dimensões de até 2,0 m no eixo maior, dispostas perpendicularmente à superfície do corpo magmático.

Os sills são representados por basaltos e microgabros de cor cinza escura e

granulação fina (basaltos) a média (microgabros), compondo-se essencialmente por plagioclásio e piroxênio, exibindo estrutura maciça ou, eventualmente, amigdalóide. São rochas bastante homogêneas e suas variações são verificadas principalmente na interface sill – sedimento, onde exibem granulação muito fina a fina e textura afanítica.

A bacia do rio São Francisco Verdadeiro está localizada na unidade litoestratigráfica denominada Grupo São Bento – Formação Serra Geral, conforme é apresentado na Figura 1.

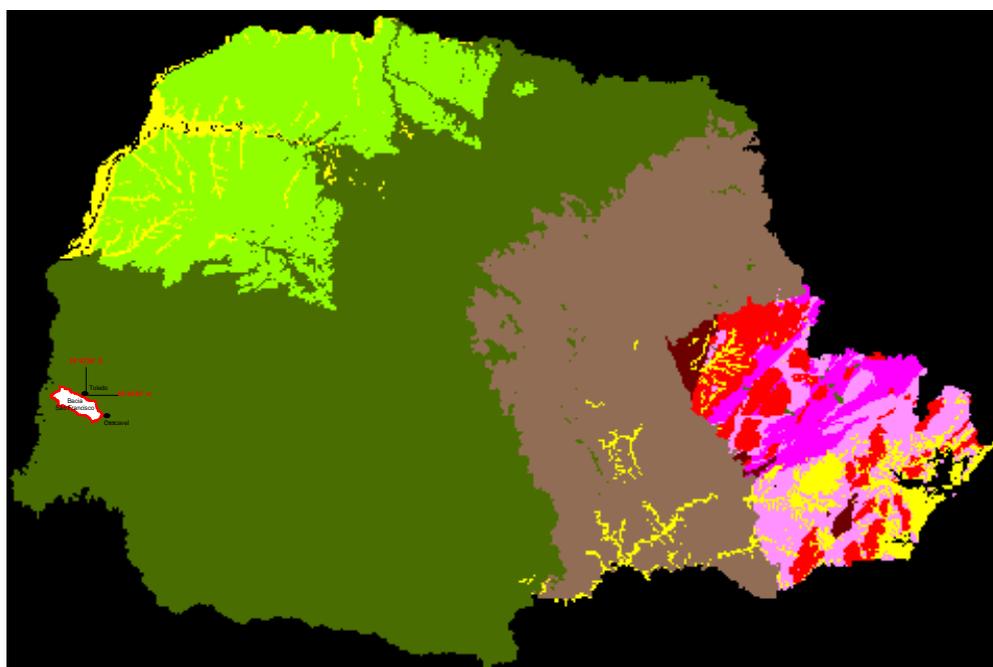


Figura 1. Mapa geológico do Paraná. Fonte: Base cartográfica da Minerais do Paraná - Mineropar (2010).

A Formação Serra Geral é caracterizada por um extenso vulcanismo fissural ocorrido no mesozóico. No Paraná o evento traduziu-se como uma espessa cobertura de lavas, uma rede de diques cortando toda a seção sedimentar e muitos sills intrudidos segundo os planos de estratificação dos sedimentos paleozóicos (MILANI et al., 2007). Essa formação é constituída por extensos derrames de rochas ígneas, predominando basaltos, de idade jurássico-cretácea.

### 3.1. Aspectos Geomorfológicos

No Estado do Paraná, podem ser delineadas com base em sua configuração

topográfica, cinco grandes paisagens naturais; o litoral, a serra do Mar, o primeiro planalto de Curitiba, o segundo planalto ou de Ponta Grossa e o terceiro planalto de Guarapuava.

O terceiro planalto, por sua vez, é dividido pelos rios Tibagi, Ivaí, Piquiri e Iguaçu em cinco áreas menores:

- a) planalto de Cambará e São Jerônimo da Serra;
- b) planalto de Apucarana;
- c) planalto de Campo Mourão;
- d) planalto de Guarapuava e
- e) vertente do planalto de Palmas.

O município de TOLEDO (fig.1) está incluído no planalto de Guarapuava, ocupando o extremo oeste do mesmo, entre os rios Piquiri e Paraná. O terceiro planalto representa a escarpa da Serra Geral e está esculpida em lavas e sedimentos de idade mesozóica.

A altitude média do município é de 550,00m.

Predominam no município de Toledo, vertentes levemente onduladas, convexas amplas, voltadas predominantemente para o nordeste. Esta morfologia é fruto direto da configuração geológica de multi-derrames de pequena espessura, onde os solos acham-se bem evoluídos.

Feições escarpadas mais íngremes modelam as margens do rio Paraná, enquanto o vale do rio Piquiri é mais amplo e de formas mais suaves. Esta característica geomorfológica do município e da região como todo, de uma estrutura mergulhando suavemente a noroeste, cuja superfície de ondulações suaves possui espessa cobertura edáfica.

### 3.2. Hidrografia

O município de TOLEDO sofre influência físico-institucional de sua hidrografia.

Complementam o sistema hidrográfico municipal os rios e arroios.

- Rio Toledo;
- Rio São Francisco;
- Sanga Panambi e
- Arroio Marreco.

Todos são rios perenes que aumentam grandemente a vazão quando em épocas de chuvas. Pertinente aos problemas geológicos de riscos, todos os rios tem suas vazões aumentadas abruptamente em épocas de chuvas. Tal fato se deve à uma conjunção de fatores como o solo pouco permeável, a extinção da cobertura vegetal primitiva e na sua maioria, desprotegidos de mata ciliar. A consequência do desmatamento desordenado pode ser vista nas fotografias aéreas, com a aceleração do processo erosivo nos fundos dos vales.

### 3.3. Clima/Ar

O empreendimento por si só não colaborará pelas condições climáticas, seu efeito é extremamente diluído.

O empreendimento será implantado no Município de TOLEDO, Estado do Paraná, onde predomina o clima mesotérmico subtropical sem estação seca e com verão quente, segundo KÖPPEN pode ser classificado com Cfa.

A região do empreendimento apresenta temperaturas relativamente brandas, com média anual em torno de 22°C. Os meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro são os mais quentes do ano com média anual acima de 22°C e máxima acima dos 35°C, enquanto que os meses de junho e julho são os mais frios do ano com média anual ao nível de 14°C e mínima abaixo de 1°C. As variações de temperatura entre os meses do ano são pequenas (menor que 1°C), com exceção entre os meses de transição estacional.

A precipitação média anual é de 1700 mm, sendo fevereiro o mês de maior precipitação média e outubro o menos chuvoso. A umidade relativa do ar é de 80%, sendo uniforme ao longo do ano.

Os ventos predominantes são do ENE e NE com frequência de 65% e com 1.5 nós de velocidade média.

### 3.4 Aspectos Litoestratigráficos Regionais

O município de TOLEDO está posicionado na porção oeste de uma superfície de mais de 1.200.000 km<sup>2</sup>, afetada pelo magmatismo mesozóico.

Com espessura superior a 1.500 metros, os derrames de lavas recobrem os sedimentos da Bacia Sedimentar do Paraná, atingindo os estados do Sul, Sudoeste e Centro-Oeste do País, o Nordeste da Argentina, o Leste do Paraguai e o Noroeste Uruguai. Este vulcanismo com datações geocronológicas em torno de 130 milhões de anos, e do tipo fissural e representa o mais importante evento magmático que registra a abertura do Oceano Atlântico Sul.

A Formação Serra Geral pertencente ao Grupo São Bento é a unidade geológica que engloba estas lavas vulcânicas. A bacia do médio Piquiri, a exemplo do restante é constituída por rochas cristalinas vulcânicas e por delgadas intercalações de sedimentos, brechas e tufos intertrapeanos.

Dentre as vulcânicas predominam amplamente os termos litológicos básicos sobre os intermediários e ácidos. Esta unidade apresenta uma diversidade de tipos litológicos, desde basaltos até rochas ácidas do extremo riolito.

Aos basaltos associam-se grande número de níveis mineralizados em geodos de cristais de quartzo. Tratam-se de geodos com finas paredes de calcedônia, preenchidos total ou parcialmente por cristais de quartzo, em sua maioria hialinos, em menor quantidade aparecem os violáceos e mais raramente esverdeados.

### 3.5 Bacia hidrográfica do Rio São Francisco Verdadeiro

A bacia do Rio São Francisco Verdadeiro tem uma área de 2.219,1 km<sup>2</sup>, abrangendo onze municípios do Oeste do Estado do Paraná, Brasil. Sua nascente está localizada na área urbana de Cascavel e o rio deságua no reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu. Ao longo desse trajeto, o curso d'água e seus tributários passam por milhares de propriedades rurais, dentro de uma região especializada na conversão de proteína vegetal em proteína animal. Ou seja, os produtores rurais organizaram-se em uma cadeia produtiva que vai do plantio de soja e milho à industrialização de carne suína e de aves, e na produção de leite.

Essas são atividades de alto impacto ambiental, pois geram efluentes que, através da rede hídrica, podem degradar a qualidade da água do reservatório de Itaipu. Por isso, a empresa lançou mão de uma série de medidas que visam ao monitoramento desses impactos e a adoção de ações que os minimizem. Os projetos ali implantados fazem parte do programa Cultivando Água Boa, que abrange desde a recuperação de passivos ambientais à preservação da biodiversidade, passando pela educação ambiental das comunidades locais. Essas ações refletem a preocupação com a preservação do meio ambiente em uma área em que vive cerca de quinhentas mil pessoas. A localização da bacia em relação ao Brasil e ao Paraná, pode ser observada na Figura 2.



Figura 2 : Localização da bacia hidrográfica São Francisco.

A seguir estão representados dados referentes à bacia hidrográfica São Francisco

### 3.5.1 Municípios da Bacia do Rio São Francisco Verdadeiro

#### 3.5.1.1 Municípios:

- Cascavel;
- Entre Rios do Oeste;
- Marechal Cândido Rondon;
- Ouro Verde do Oeste;
- Pato Bragado;
- Quatro Pontes;
- Santa Helena;
- Santa Tereza do Oeste;
- São José das Palmeiras;
- São Pedro do Iguaçu;
- Toledo;

#### 3.5.1.2 Área total dos municípios:

- 6.009 km<sup>2</sup>;

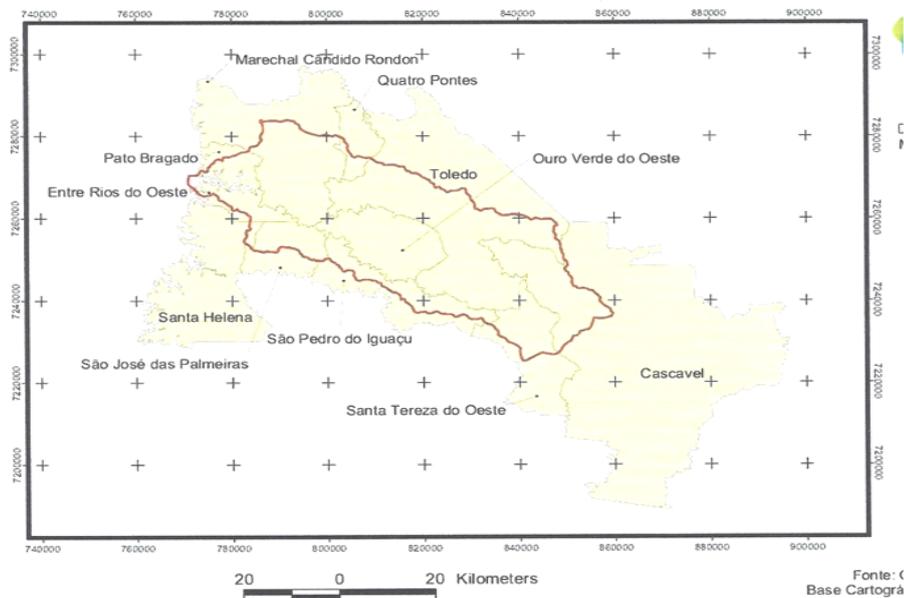


Figura 3: Representação da Bacia do São Francisco Verdadeiro e os municípios adjacentes. Fonte: Compilado CIH / Original IB – base cartográfica COPEL (1996)

### 3.5.1.3 Área estimada da bacia:

- 2.219,11 km<sup>2</sup>;

## 3.6 POPULAÇÃO

### 3.6.1 População total dos municípios:

- 500.395 habitantes;

### 3.6.2 População estimada da bacia:

- 262.778 habitantes;

### 3.6.3 Densidade demográfica:

- 19 – 24 hab/km<sup>2</sup> = Ouro Verde do Oeste; São José das Palmeiras e São Pedro do Iguaçu.
- 24 – 35 hab/km<sup>2</sup> = Entre Rios do Oeste e Quatro Pontes.
- 35 – 43 hab/km<sup>2</sup> = Santa Tereza do Oeste; Santa Helena e Pato Bragado.
- 43 – 59 hab/km<sup>2</sup> = Toledo e Marechal Cândido Rondon.

- 89 – 135 hab/km<sup>2</sup> = Cascavel.

#### 4. CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA

As características fisiográficas de uma bacia hidrográfica são de grande importância na determinação dos aspectos de seu comportamento hidrometeorológico. Existem relações fundamentais entre o regime hidrológico e suas características, como a rede de drenagem, características do relevo, sinuosidade, entre outros.

Alguns dos coeficientes utilizados encontram-se detalhados na Tabela 01. A seguir é mostrado o significado de cada coeficiente e como eles podem ser calculados:

Linha 3 – Coeficiente de compacidade ou índice de Gravelius (Kc) é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à bacia;

Linha 4 – O comprimento axial da bacia é determinado pela distância entre desembocadura e a cabeceira mais distante da bacia;

Linha 5 – Fator de forma (Kf) é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Este parâmetro constitui um índice da maior ou menor tendência de ocorrência de enchentes em uma bacia hidrográfica. Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchente que outra de mesmo tamanho, porém de maior fator de forma;

Linha 7 – A densidade de drenagem é expressa pela relação entre o comprimento total dos cursos d'água (sejam eles perenes, intermitentes ou efêmeros) de uma bacia e sua área total. Este parâmetro fornece uma indicação da eficiência de drenagem da bacia, pode-se afirmar que este índice varia de 0,5 km/km<sup>2</sup>, para bacias com drenagem pobre, a 3,5 ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas (VILLELA e MATTOS, 1978);

Linha 8 – A extensão média do escoamento superficial é definida como sendo a distância média que a precipitação efetiva teria que escoar sobre os terrenos de uma bacia, caso o escoamento se desse em linha reta desde onde a chuva caiu até o ponto mais próximo no leito de um curso d'água qualquer da bacia. Este índice é dado pela razão entre a área da bacia hidrográfica e a extensão total dos cursos d'água da bacia;

Linha 11 – Sinuosidade é a relação entre o comprimento do rio principal e o comprimento de talvegue da bacia. Este índice pode ser entendido como um dos fatores controladores da velocidade de escoamento no canal, seu valor igual à

unidade indica que o rio segue exatamente a linha do talvegue, apresentando baixo grau de sinuosidade;

Linha 12 – A declividade de álveo é obtida pela diferença de altitude entre a nascente e a foz do rio principal dividida pelo seu comprimento do total, dando um indicativo da declividade média da bacia, em porcentagem;

Linha 13 – O tempo de concentração é definido como o tempo necessário, a partir do início de um evento de precipitação, para que toda a água da bacia chegue ao seu exutório.

#### 4.1 Morfometria

- Área = 2.219,11 km<sup>2</sup>
- Perímetro = 262,124 km
- Canal Principal = 239,09 km
- Comprimento Axial do Canal principal = 60 km
- Comprimento Total de Canais = 3.280,11 km
- Altitude Máxima = 725 m
- Altitude Mínima = 220 m
- Amplitude Altimétrica = 505 m
- Densidade de Drenagem = 1,4781 km/km<sup>2</sup>
- Densidade Hidrográfica = 1,8327 canais/km<sup>2</sup>
- Índice de Sinuosidade = 3,9848
- Fator de Forma = 0,2511
- Coeficiente de Compacidade = 1,558
- Índice de Circularidade = 0,406

Tabela 1 : Características fisiográficas da bacia hidrográfica do rio São Francisco Verdadeiro

N	CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA	EQUAÇÃO	PARÂMETROS	RESULTADO
1	Perímetro	P	-	262, 124 Km
2	Area de drenagem	A	-	2.219,11 Km <sup>2</sup>
3	Coeficiente de capacidade (K <sub>c</sub> )		P = 262,124 Km A = 2.219,11 Km <sup>2</sup>	1,35
4	Comprimento Axial da Bacia	L		60,0 Km
5	Fator de Forma (K <sub>f</sub> )		A = 2.219,11 Km <sup>2</sup> L = 60,00 Km	0,62
6	Extensão total dos cursos d'água	L <sub>T</sub>		3.280,1124
7	Densidade de Drenagem (D <sub>d</sub> )		L <sub>T</sub> = 3.280,11 Km A = 2.219,11 Km <sup>2</sup>	1,48 Km/Km <sup>2</sup>
8	Extensão média de escoamento		A = 2.219,11 Km <sup>2</sup>	0,68

	Superficial		$L_T = 3.280,1124 \text{ Km}$	
9	Comprimento do curso d'água Principal	$L_P$		239,19
10	Comprimento do Talvegue do rio Principal	$L_V$		60,00 Km
11	Sinuosidade do curso d'água Principal		$L_P = 239,19 \text{ Km}$ $L_V = 60,00 \text{ Km}$	0,25
12	Declividade do Alveo (D)		$H = 505,0 \text{ m}$ $L_P = 239,19 \text{ Km}$	0,15%
13	Tempo de concentração ( $T_c$ )		$H = 505,0 \text{ m}$ $L_P = 239,19 \text{ Km}$	35,2 horas

Fonte: Centro Internacional de Hidroinformática

Pela análise dos resultados da Tabela 1, conclui-se que a bacia do rio São Francisco Verdadeiro tem baixa susceptibilidade às enchentes devido a não proximidade numérica do coeficiente de compacidade ( $K_c$ ) e do fator de forma ( $K_f$ ) com a unidade.

Embora existam poucas informações sobre a densidade de drenagem, com um valor de  $1,48 \text{ km/km}^2$  a bacia do rio São Francisco Verdadeiro caracteriza-se como pouco drenada, dado que o índice varia de 0,5 para bacias com drenagem pobre a 3,5 para bacias excepcionalmente drenadas (VILLELA e MATTOS, 1978).

No referente à sinuosidade do curso d'água principal, o rio São Francisco Verdadeiro apresentou o índice igual a 0,25, o que reflete um médio grau de sinuosidade.

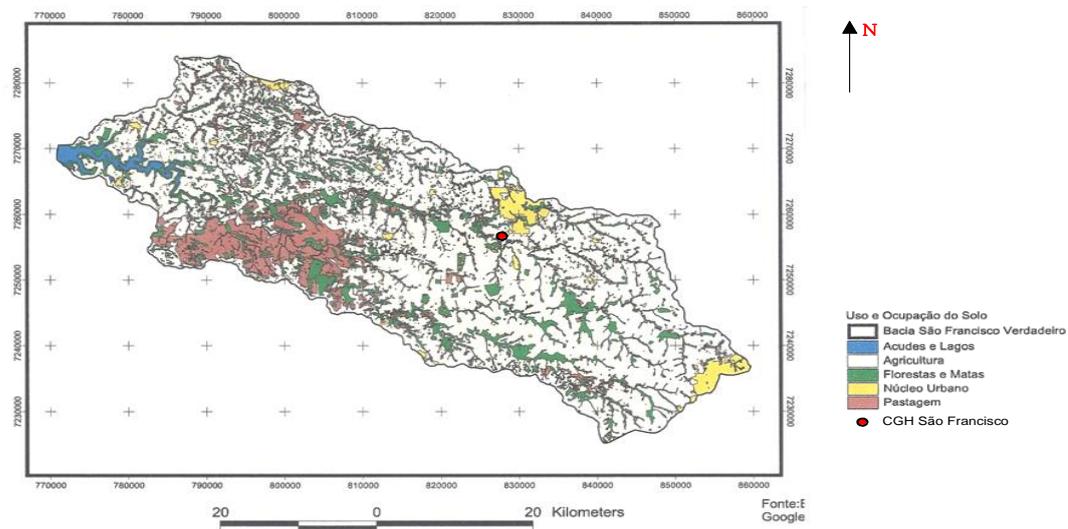
Os índices declividade de alveo e tempo de concentração ( $T_c$ ) estão relacionados, dado que quanto maior a declividade média do curso d'água principal menor é o tempo necessário para que toda a água da bacia chegue ao seu exutório.

Com tempo de concentração igual a 35,2 horas a bacia do rio São Francisco Verdadeiro apresentou-se semelhante à bacias da mesma ordem de grandeza no estado do Paraná.

#### 4.2 PAISAGEM - USO DO SOLO

- Agricultura =  $1529 \text{ km}^2$
- Área Urbana =  $86 \text{ km}^2$
- Pastagem =  $216 \text{ km}^2$
- Vegetação/Floresta =  $352 \text{ km}^2$
- TOTAL =  $2219 \text{ km}^2$

Figura 4: Uso e ocupação do solo na bacia do Rio São Francisco Verdadeiro

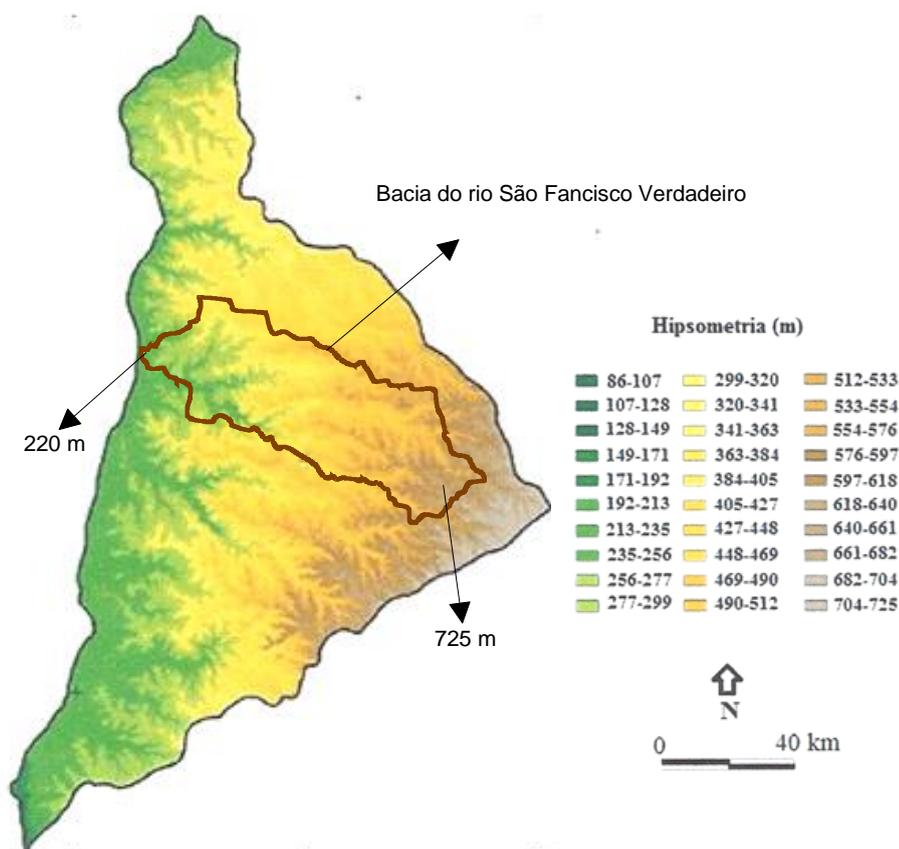


Fonte: Baseado em imagem SPOT (2005) e Google Earth (2010).

### 4.3. Hipsometria

É a representação gráfica do relevo médio de uma bacia. Representa o estudo da elevação dos vários terrenos da bacia com referência ao nível médio do mar.

Figura 5. Hipsometria da bacia hidrográfica do Paraná III com destaque a bacia do rio São Francisco Verdadeiro.



Fonte: Athayde (2008).

## 5. ÁREA A SER IMPLANTADA A CGH SÃO FRANCISCO

Empreendedor = CGH SÃO FRANCISCO

Endereço = Estrada da Usina – km 4 – Granja Troian  
TOLEDO - PR

Identificação:

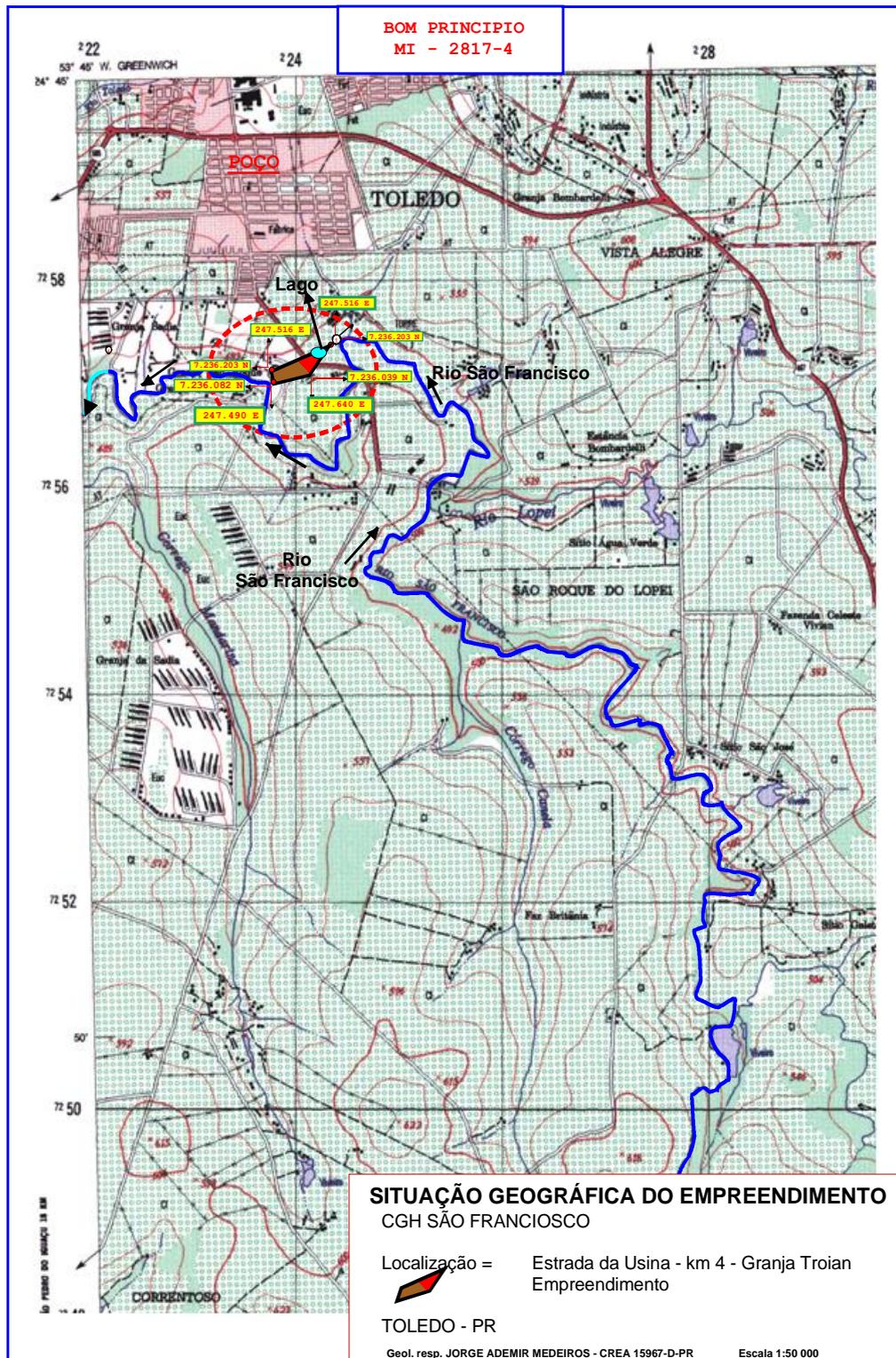
- Município = TOLEDO - PR

Localiza-se na região oeste do estado do Paraná, a 550 km de Curitiba.

- Coordenadas = Latitude 24° 42' 50" S ; Longitude 53° 44' 34" W
- Altitude média = 550,00 m (acima do nível do mar)
- Clima (Köppen - Cfa) - Sub-tropical (mesotérmico)

- Temperatura média = 22° C
- Índice pluviométrico anual = 1.700 mm
- Solo - Latossolo-vermelho (argiloso)
- Relevo ondulado a fracamente ondulado

Figura 6: Mapa de localização da CGH SÃO FRANCISCO



Fonte: Cartas do Exército / IBGE (1999).

### 5.1 Aspectos Litoestratigráficos Locais

A seqüência vulcânica sob o município de TOLEDO possui espessura superior a 700 metros. O substrato aflorante do município é composto por uma sucessão de ao menos cinco derrames superpostos de lavas básicas, capeados pelos seus produtos de intemperismo, os solos laterizados avermelhados.

Cada derrame possui características próprias individualizadas e espessuras variáveis. Suas espessuras variam de 30 a 60 metros e seus contatos por zonas amigdaló—vesiculares, feições típicas do topo de cada derrame.

### 5.2 Aspectos Estruturais

A partir do Jurássico Superior, a Bacia Sedimentar do Paraná, foi afetada por manifestações diastróficas (distensão anarogênica) denominada por Almeida (1981) de Reativação Waldeniana.

A bacia foi reestruturada por processos tectono-magmáticos, essencialmente anarogênicos, cuja intensidade demonstra estarem ligados a fenômenos infracrustais (manto) de escala continental, relacionados com a separação do Continente Gondwana. Esses eventos foram responsáveis pela reativação de antigas e surgimento de novas estruturas, sendo estas fraturas abertas (geoclasses), os canais condutores dos magmas que após sucessivas reativações formaram a atual configuração da Formação Serra Geral, isto é multi-derrames. As fraturas (diáclasses) resultantes do resfriamento coincidem com as macro-estruturas regionais, com orientação preferencial NE-SW foram também detectadas fraturamentos de direção N-S.

### 5.3 Tectônica

Os efeitos tectônicos na referida área, são dados pelo intenso fraturamento ocorrentes nas rochas basálticas.

Fraturamentos de natureza distensiva, principalmente, devido a freqüência com que se encontram diques básicos, recortando os derrames basálticos. Ocorrem também, falhas de gravidade, identificadas por evidências indiretas como anomalias estratigráficas.

### 5.4 Geotecnia

O diagnóstico da região, em relação aos aspectos de natureza geotécnica, enfoca, principalmente, o comportamento dos materiais dominantes, os quais foram incluídos no domínio geotécnico, denominado “domínio das efusivas vulcânicas”, o qual se encontra capeado por materiais terrosos de alteração “*in situ*”, à transportados, denominado “domínio das coberturas recentes”.

Como materiais derivados da intensa pedogênese sobre o regolito basáltico, encontram-se os solos de natureza argilosa, ferralítica, de cor vermelha escura ou marrom avermelhada, inseridos na classificação de solos do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná (1981), na classe Latossolo Roxo. Os mesmos configuram o domínio geotécnico, ora designado de “Domínio das Coberturas Recentes”, apresentam uma delgada espessura ou mesmo deixam de existir em alguns locais.

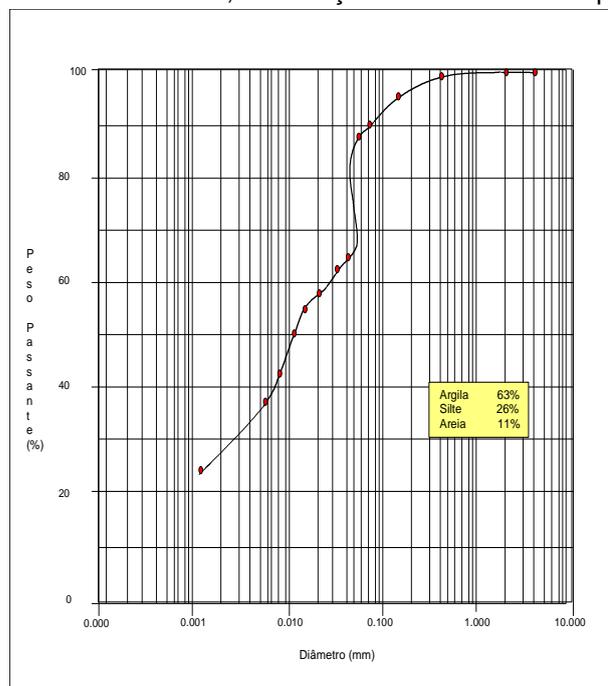
#### 5.5 Solo / subsolo

A situação atual dos solos é apta, em alguns locais, para atividades de agropecuária, constituída por solos minerais, não hidromórficos e com delgada espessura apresentando textura argilosa, relevo suave e ondulado em algumas localizações específicas.

#### 5.6 Geomorfologia

A área do empreendimento está inserida no quadro geomorfológico geral das regiões basálticas do Brasil meridional com algumas particularidades locais.

Figura 7 Gráfico da Análise Granulométrica, distribuição dos tamanhos de partículas do solo



A distribuição dos tamanhos de partículas foi determinada conforme ABNT (1982), e a curva granulométrica respectiva é apresentada na Figura X, com as frações granulométricas quantificadas por **argila (63 %)**, **silte (26 %)** e **areia (11 %)**.

## 5.7 Hidrogeologia

A localização dos aquíferos se deu quando da perfuração de dois poços tubulares profundos, pois neste tipo de litologia a água de percolação depende dos poros e interstícios, os quais quando interligados permitem a passagem da água subterrânea, assim a profundidade dos aquíferos pode variar de local para local. Conforme dados colhidos durante a perfuração de poço tubular profundo na área do empreendimento, se constatou que o topo do maciço rochoso está a aproximadamente 3,0 metros de profundidade.

## 5.8 Geologia

Na área do empreendimento e nos arredores, os afloramentos estão presentes. Os afloramentos existentes permitem uma caracterização definitiva das

rochas. Desta maneira, a caracterização litológica torna-se bastante precisa. O regolito é geralmente argiloso, com colorações entre vermelho claro e vermelho escuro, com espessuras bastantes variáveis, desde cerca de alguns centímetros até o máximo em torno de 2,0 metros, conforme sondagens.

Figura 8: Afloramento de rochas basálticas - fraturamento



24°46'35" S ; 53°43'27" W

### 5.9 Mapa potenciométrico / planialtimétrico da área

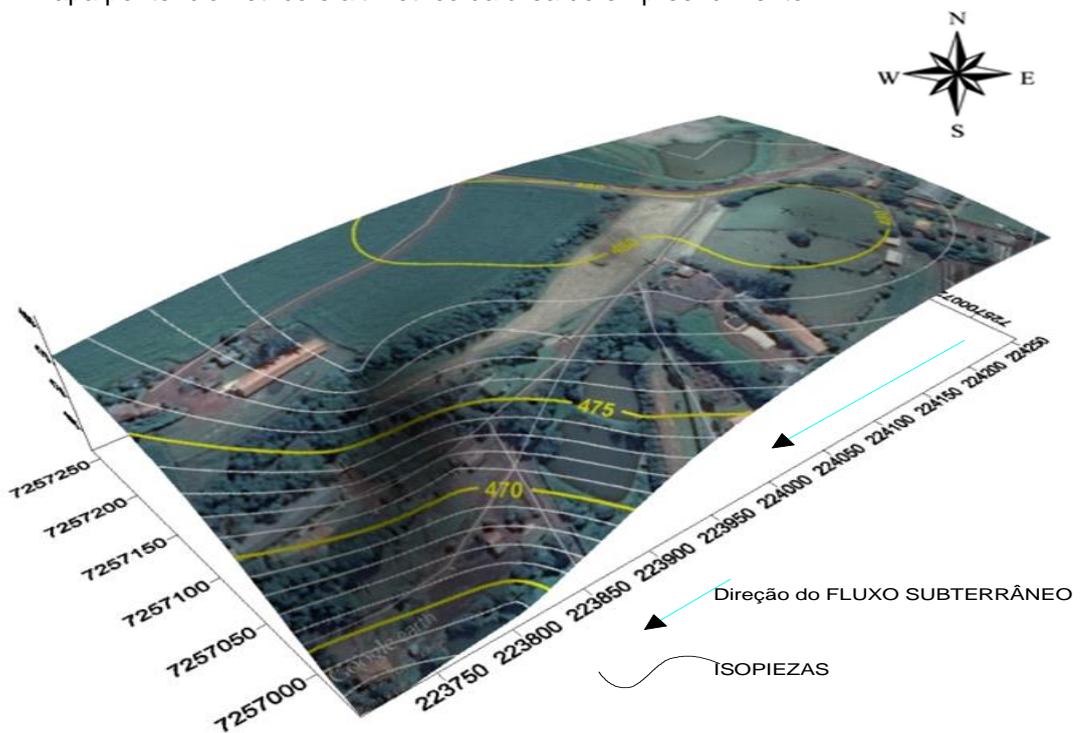
A Figura 9 apresenta o mapa potenciométrico da região do empreendimento. Sondagens realizadas na área do empreendimento não detectaram a presença de nível d'água nas perfurações. Os parâmetros de fluxo podem ser inferidos na zona vadosa (não saturada), a partir do levantamento planialtimétrico. A carga altimétrica corresponde à cota do ponto, a carga piezométrica é nula, e a carga hidráulica total é a própria carga altimétrica. Conforme o mapa potenciométrico, o fluxo subterrâneo na região do empreendimento segue a direção SW (Sudoeste).

Tabela 2: Dados utilizados para a confecção do mapa hipsométrico.

	Latitude	Longitude	Altitude
01	224.256	7.257.262	476 m
02	224.210	7.257.210	478 m
03	224.158	7.257.225	478 m
04	224.152	7.257.181	478 m
05	224.080	7.257.178	480 m

06	224.110	7.257.140	480 m
07	224.008	7.257.143	481 m
08	224.025	7.257.099	479m
09	223.905	7.257.109	478 m
10	223.933	7.257.072	478 m
11	224.121	7.257.074	482 m
12	224.015	7.257.044	479 m
13	223.926	7.256.997	475 m
14	223.811	7.256.970	464 m
15	223.724	7.256.960	462 m
16	223.703	7.256.992	464 m
17	223.748	7.257.018	467 m
18	223.777	7.257.070	474 m
19	223.832	7.257.049	471 m
20	223.817	7.257.109	479 m

Figura 9 – Mapa pontenciométrico e altimétrico da área do empreendimento



## 5.10 Infra Estrutura

A área do empreendimento conta com dois poços tubulares profundos com os quais se faz o abastecimento de água de uso doméstico, não possui rede oficial de esgoto e para a coleta dos dejetos recomendamos a construção de fossas sépticas/sumidouros.

## 6. CONCLUSÃO

Este relatório apresenta os resultados da caracterização e dos estudos geológicos e geomorfológicos da bacia do Rio São Francisco Verdadeiro e do local onde será implantado o empreendimento CGH São Francisco (Granja Troian) - município de TOLEDO – PR.

Os impactos a serem causados pela implantação e operação do empreendimento influenciarão direta ou indiretamente a região, atuando com grau, intensidade e abrangência diferenciados em relação ao meio e ao fator ambiental impactado.

**A geologia, a geomorfologia e a caracterização geotécnica da área são favoráveis para a implantação da CGH SÃO FRANCISCO.**

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHAYDE, G.B. Análise estrutural e hidroquímica do Aquífero Serra Geral na Bacia Hidrográfica do Paraná 3. Geologia ambiental: Universidade Federal do Paraná, 2008, 141p. Dissertação (Mestrado).

BERRETA, M. S. R. A qualidade das águas da lagoa do Imaruí e dos efluentes da carcinocultura – Laguna, SC. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 165p. 2007. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13542/000641411.pdf?sequence=1>>. Acesso em 21 de maio de 2012. (padronizar a data de acesso dd/mês/ano)

BRITO I. M.; BERTINI R. J. Estratigrafia da bacia do Paraná. Academia Brasileira de Ciências. v. 54, n. 2. 1982. Disponível em <[http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario\\_1981/vol\\_05\\_56\\_81.pdf](http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_1981/vol_05_56_81.pdf)>. Acesso em 16 de maio de 2012.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. 2009. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: Apêndice A – Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo. 44p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf>>. Acesso em 18 de maio de 2012.

CREPANI, E. et al. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial. São José dos Campos. INPE, 18p. 1996. (INPE-6145-PUD/028).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília-DF, 1999.

MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. 3 ed. Curitiba. 350 p. 2002.

MCNEELY, et. al.,. Water Quality Sourcebook: A Guide to Water Quality Parameters. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch. Ottawa, Canadá. 89p. 1979.

MILANI, E. J.; MELO J. H. G. de; SOUZA P. A. de; FERNANDES L. A.; FRANÇA A.

B. Bacia do Paraná: Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 15, n. 2, 2007.

MINERAIS DO PARANÁ S.A – MINEROPAR. Atlas Geomorfológico do estado do Paraná: Escala base 1:250.000 – Modelos Reduzidos 1:500.000. Curitiba, 2006.

SALAMUNI, R. Estruturas Sedimentares Singenéticas e sua Significação na Série Passa Dois. Boletim da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, v. 12, 1963.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf>>. Acesso em: 25/11/2010.

STUDART, T. M. C. Notas de Aula de Hidrologia: Cap. 2 – Bacias Hidrográficas. Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. Disponível em <<http://www.deha.ufc.br/ticianagraduacao.html>>. Acesso em 11 de junho de 2011.