UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

NOVO MARCO REGULATÓRIO PARA A PARTILHA DA COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELO USO DA ÁGUA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Angelo Marcos Santos Oliveira
Doctor Scientiæ

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

ANGELO MARCOS SANTOS OLIVEIRA

NOVO MARCO REGULATÓRIO PARA A PARTILHA DA COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELO USO DA ÁGUA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiæ*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da UFV

T
O48i
2005

Oliveira, Ângelo Marcos Santos, 1975-
Impacto econômico da implantação de áreas de preservação permanente na bacia do Rio Alegre, município de Alegre-ES. / Ângelo Marcos Santos Oliveira. – Viçosa: UFV, 2005.
xii, 62f : il. ; 29cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referência bibliográfica: f. 50-54.

1. Floresta – Conservação. 2. Áreas de preservação permanente – Alegre (ES) – Legislação. 3. Terra – Uso - Aspectos econômicos. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 649.124

ANGELO MARCOS SANTOS OLIVEIRA

NOVO MARCO REGULATÓRIO PARA A PARTILHA DA COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELO USO DA ÁGUA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiæ*.

APROVADA: 30 de novembro de 2009.

Prof º Vicente Paulo Soares (Co-orientador)	Prof º Elias Silva (Co-orientador)
Prof º Luiz Cláudio Costa	Pesquisador Antonio de Padua Nacif

Prof º Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro
(Orientador)

Dedico

A Deus;

Aos meus pais Geraldo (in memoriam) e Noeme

e sogros Antônio e Dalva;

À minha esposa Rita;

Ao meu filho Samuel.

AGRADECIMENTOS

Aqui, expresso a minha sincera gratidão àqueles que foram indispensáveis na construção deste trabalho.

Ao professor Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro, pela oportunidade, exemplo, incentivo, dignidade, coragem, solução, clareza, respeito, conselhos, amizade e, principalmente, pela concessão do partilhar do seu compromisso com a justiça e a promoção do ser humano nestes 12 anos de convivência.

Ao co-orientador, professor Vicente Paulo Soares, pela grande amizade e respeito, pela disponibilidade ímpar e pelas sugestões apresentadas. Também pela cordialidade e educação no relacionamento e, em especial, pelo seu exemplo de conduta pessoal e profissional em mais de 12 anos de convivência.

Ao co-orientador, professor Elias Silva, pelo modelo de dignidade, pela palavra "temperada" e pelo zelo nas sugestões apresentadas neste trabalho.

Ao professor Luiz Cláudio Costa e ao Pesquisador Antonio de Padua Nacif pela gentileza de aceitarem o convite para participarem do comitê de defesa e pelas sugestões apresentadas para o aprimoramento desta pesquisa.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Engenharia Florestal, berço e instrumento de projetos e conquistas acadêmico-profissionais, pela oportunidade de realizar esta especialização.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida no período de novembro de 2005 a dezembro de 2007.

Ao professor Márcio Lopes da Silva, pelo auxílio na elaboração das equações propostas neste trabalho.

Aos professores Agostinho Lopes de Souza e Márcio Mota Ramos, pela contribuição na etapa de qualificação.

Ao professor Joel Gripp Júnior, pelo incentivo e apoio financeiro.

À professora Vanda Batista Gomes, querida irmã em Cristo Jesus, da Igreja Presbiteriana Independente de Ouro Fino/MG, pela revisão do texto em língua portuguesa.

Ao professor José Hugo de Oliveira, colega do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *campus* Inconfidentes/MG (IFSM – *campus* Inconfidentes/MG), pela revisão do *Abstract*.

Aos servidores técnico-administrativos do Departamento de Engenharia Florestal, especialmente à Ritinha (secretaria do programa de Pós-Graduação), sempre eficientes quando solicitados.

Aos professores e colegas estudantes do curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal da UFV, em especial à professora Edenir Maria Serigatto e ao professor Antônio Lázaro Ferreira Santos pela convivência enriquecedora.

Ao Diretor Geral do *campus* de Inconfidentes/MG do IFSM Paulo Roberto Ceccon, ao Diretor de Desenvolvimento Educacional Isaías Pascoal, ao Coordenador Geral de Ensino Miguel Angel Isaac Toledo del Pino e à Supervisora Educacional Sheila Guidi Soares Pistelli, pela licença concedida para a defesa e entrega da Tese em Viçosa/MG.

Aos colegas do IFSM – campus Inconfidentes/MG, Lúcia Ferreira, João Olympio de Araújo Neto, Marlei Rodrigues Franco, Marcus Henriques da Silva, Jamil de Morais Pereira e Verônica Soares de Paula Morais pelo entusiasmo e motivação para a conclusão deste trabalho, sobretudo nas últimas semanas.

Enfim, aos professores que tive e ao povo brasileiro, responsável pelo custeio da educação pública, gratuita e de qualidade.

BIOGRAFIA

Angelo Marcos Santos Oliveira, filho de Geraldo Alves de Oliveira e Noeme Conceição dos Santos Oliveira, nasceu na cidade de Ipatinga, Minas Gerais, em 04 de janeiro de 1975.

Concluiu o curso primário na Escola Estadual Professora Júlia Kubitschek, o ginasial e o científico no Colégio Tiradentes da Polícia Militar de Minas Gerais, todos em Ipatinga, Minas Gerais.

Em março de 1993, ingressou no curso de Engenharia de Agrimensura da Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em outubro de 1998.

Desde 1998 trabalha na área de Geoprocessamento, em especial na estruturação de bases cartográficas temáticas (pedologia, geologia, geomorfologia, cobertura vegetal etc.), na geração de mapas e de modelos digitais de elevação hidrograficamente consistentes como subsídios para a delimitação automática de Áreas de Preservação Permanente.

Em agosto de 2003 ingressou no Programa de Mestrado em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa, na área de concentração Manejo Florestal, concluído em julho de 2005.

Em agosto de 2005 ingressou no Programa de Doutorado em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa, na área de concentração Manejo Florestal, cuja conclusão se deu em novembro de 2009.

Em dezembro de 2007 ingressa na carreira de Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul

de Minas Gerais, *campus* Inconfidentes/MG. Atualmente leciona disciplinas das áreas de Geodésia, Topografia e Geoprocessamento para o curso Técnico em Agrimensura e cursos superiores de Tecnologia em Agrimensura e Gestão Ambiental.

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO 1

2. OBJETIVOS 5

3. MATERIAIS E MÉTODOS 6

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 6

3.2. SOFTWARE 10

3.3. BASE DE DADOS 11

3.3.1. Altimetria 11

3.3.2. Limites Municipais 12

3.3.3. Usina Hidrelétrica Três Marias 12

3.3.4. Compensação Financeira 14

3.4. PROCESSAMENTO 15

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES 19

5. CONCLUSÕES 25

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 27

ANEXO I 32

RESUMO

OLIVEIRA, Angelo Marcos Santos, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2009. **Novo marco regulatório para a partilha da compensação financeira pelo uso da água para geração de energia elétrica**. Orientador: Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro. Co-orientadores: Vicente Paulo Soares e Elias Silva.

Propõe-se uma nova forma para a partilha da compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos para geração de energia elétrica. O modelo apresentado consolida a figura do *provedor de água* e abre caminho para o pagamento pela prestação de serviços ambientais. A análise conduzida para a usina hidrelétrica Três Marias, localizada no estado de Minas Gerais, expõe grave distorção no procedimento adotado no Brasil para o rateio desses recursos: longe de reparar os prejuízos financeiros supostamente imputados aos municípios que tiveram suas terras inundadas pelo reservatório da hidrelétrica, a política atual se revela perversa e promove, sobretudo, a concentração de riquezas, ampliando o fosso das assimetrias regionais. A espacialização dos fatores de produção de energia elétrica na bacia que drena para a barragem de Três Marias, fundamentada nas participações relativas da vazão e da altura da queda d'água na geração de energia elétrica, evidencia que só 12% da eletricidade produzida advem, de fato, da área ocupada pelo seu reservatório; os 88% restantes decorrem das vazões originadas a montante do reservatório. Apesar de a superfície da represa ocupar meros 2% dos quase 51.000km² da bacia de contribuição, a política em vigor para a partilha da compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos contempla apenas os oito municípios interceptados pelo reservatório. Os demais 102 municípios pertencentes à bacia de contribuição de Três Marias contribuem com quase 90% da energia total produzida e nada recebem. Se, por um lado, os comitês de bacias hidrográficas instituem a cobrança pelo uso consuntivo da água, viabilizando a alocação ótima desse recurso escasso entre atividades competitivas, nada mais justo que a parcela da água

produzida em uma região seja remunerada nesse mesmo patamar, dando os devidos créditos a quem a produz. Esta nova abordagem busca estimular o uso racional e a conservação da água no meio rural, fomentando as atividades de preservação e recuperação de bacias hidrográficas, priorizando-se as áreas de preservação permanente.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Angelo Marcos Santos, D. Sc. Universidade Federal de Viçosa, November 2009. **New regulatory mark for the sharing of financial rewards for the use of water in the generation of electric power.** Adviser: Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro. Committee members: Vicente Paulo Soares and Elias Silva.

This research puts forward a new procedure as for the sharing of the financial rewards for the use of water for generating electric power. The new model consolidates the figure of "water provider" and creates an opportunity for the back-payment for environmental services rendering. The analysis developed for the Três Marias hydroelectric power plant, which is located in the state of Minas Gerais, points out a serious distortion in the procedure adopted in Brazil for the apportioning of such resources: far from repairing the financial loss supposedly attributed to municipalities which had their lands flooded by hydroelectric reservoirs, the present policy reveals itself as a perverse one and promotes, above all, wealth concentration, increasing the gaps in the regional non-symmetrical wealth distribution. The spatialization of the electric power production factors within the Três Marias dam's watershed, based on the relative participations of both rate of flow of water and head of water in the process of electric power generation, makes it clear that only 12% of the generated electricity is due, in fact, to the area taken by its reservoir; the remaining 88% comes from rates of flow of water originated in the upper regions of the watershed. Despite the dam's reservoir surface occupying mere 2% of the nearly 51.000km^2 of the watershed, the current policies controlling the sharing of the financial rewards for the use of water contemplates just the eight municipalities intercepted by the reservoir. The remaining 102 municipalities belonging to the Três Marias drainage area contribute with almost 90% to the total of generated energy, not profiting from such contribution, thou. If, on

the one hand, the watersheds committees enforce the payment for the consumptive use of water, allowing for the optimum allocation of such scarce resource among competitive activities, on the other hand it would be only fair that the water parcel produced in a certain region be rewarded on the same basis, thus giving the due credits to those who produce it. With this new approach, encouraging rational use and preservation of water in rural areas is aimed, fostering preservation and reclamation plans of these lands, with permanent preservation areas as a priority.

1. INTRODUÇÃO

Em que pesem as inúmeras tentativas para se promover a conciliação entre preservação ambiental e produção econômica e haver um consenso em nível mundial de que não se pode mais permitir a destruição do pouco que ainda resta de nossos biomas, o avanço da agropecuária sobre os remanescentes florestais aponta no sentido oposto (HOUGHTON, 1994; HENRIQUES, 2003; BICKEL, 2004). Neste sentido, diversos estudos demonstram a significância do uso da terra nos processos erosivos (CERRI, 1999; FUJIHARA, 2002; SILVA, 2004; CASTRO *et al.*, 2006), na capacidade de retenção da água no solo (COGO *et al.*, 2003; GUADAGNIN *et al.*, 2005), na produção e seqüestro de gases efeito estufa – nomeadamente o CO_2 e o CH_4 (GOMES *et al.*, 2005) – e na intensidade e freqüência de desastres naturais (SILVA e DIAS, 2003; REIS *et al.*, 2005).

Analisando a pobreza no meio rural, observa-se que, às condições sócio-econômicas geograficamente heterogêneas, associa-se um meio ambiente extremamente degradado, principalmente em termos de solos e recursos hídricos (VALDÉS e MISTIAEN, 2001). A proposta que ora se delineia parte da hipótese de que essa associação não é acidental. Ela postula que a degradação ambiental é produto da ação antrópica, que se revela predatória face à inexistência de alternativas econômicas que respeitem a capacidade de suporte das áreas de produção (LEPSCH, 1991; GARCIA e ESPÍNDOLA, 2001; FUJIHARA, 2002; GARCIA *et al.*, 2005). Essa exploração descompromissada com a preservação ambiental, que não respeita a capacidade de suporte da bacia hidrográfica, reduz a disponibilidade e a qualidade dos seus recursos naturais, restringindo, ainda mais, o espaço sócio-econômico e intensificando a pressão sobre o meio ambiente (REBOUÇAS, 2001). As populações de baixa renda que praticam agricultura de subsistência são as maiores beneficiadas pelos programas de

conservação ambiental, pois são elas as que mais dependem da fertilidade natural do solo, da disponibilidade de água e de um meio ambiente ecologicamente equilibrado (BICKEL, 2004).

O pagamento pela produção de serviços ambientais, um mecanismo que começa a ganhar força no Brasil, desponta como alternativa promissora e com o potencial necessário para alavancar os programas de preservação e restauração ambiental, concomitantemente à melhoria da qualidade de vida no meio rural (KERR, 2002; VERÍSSIMO *et al.*, 2002).

A Colômbia possui um instrumento legal onde se prevê a transferência de 6% das vendas brutas de energia por parte de usinas hidrelétricas com capacidade instalada superior a 10.000kW. Desse montante, 3% destinam-se às Corporações Autônomas Regionais e 3% a municípios e distritos (1,5% para os que estão na bacia hidrográfica e 1,5% para os que tenham áreas inundadas) (ARIAS, 2003).

No início dos anos 1990, 12 associações de agricultores da bacia hidrográfica do Rio Cauca, Colômbia, decidiram pagar (de US$ 1,5 a US$ 2,0/L) aos proprietários rurais para manejar as florestas. O crescimento urbano, industrial e agrícola levou à sedimentação do canal do Rio Cauca. O manejo sustentável das florestas favorece a perenização da água reduzindo a escassez no verão e as inundações na época chuvosa, além de reduzir o aporte de sedimentos ao fértil leito deste rio (KOCH-WESER, 2009).

Em 1996, na Costa Rica, foi criada a Lei de Silvicultura que orienta a conservação mediante pagamento de serviços ambientais aos donos de propriedades florestadas. Em 1997, para operacionalizar este projeto, foi criado o Fundo Nacional para Financiamento das Florestas (FONAFIFO). Sobre os combustíveis fósseis incide o imposto de 5% que é recolhido ao FONAFIFO. Procura-se mitigar os danos causados pelos gases de efeito estufa, proteger as bacias hidrográficas, a biodiversidade e a beleza cênica. Os repasses são da ordem de US$ $45.ha^{-1}.ano^{-1}$, para proteger, US$ $70.ha^{-1}.ano^{-1}$, para manejo sustentável e US$ $116.ha^{-1}.ano^{-1}$ para reflorestar. Empresas hidrelétricas também tem participado: Energia Global de Costa Rica, Platamar e Fuerza y Luz. A proteção dos recursos hídricos assegura o adequado funcionamento das hidrelétricas pois aumenta a regularidade do fluxo do rio e reduz a sedimentação nos reservatórios. A Energia Global de Costa Rica paga US$ $18.ha^{-1}.ano^{-1}$ e o FONAFIFO agrega US$ $30.ha^{-1}.ano^{-1}$ aos 40 proprietários da bacia hidrográfica onde a Energia Global opera.

Este montante iguala a renda que poderia ser auferida da atividade pecuária. A Platamar paga US$ 30.ha^{-1}.ano^{-1} e a Fuerza y Luz paga US$ 45.ha^{-1}.ano^{-1} para gestão florestal, conservação ou reflorestamento em sua bacia hidrográfica (KOCH-WESER, 2009).

A cidade de Nova Iorque, Estados Unidos, cobra 9% a mais nas contas de água para custear o programa agrícola das bacias hidrográficas que abastecem a cidade, situadas a 200km de distância. O recurso arrecadado paga os pecuaristas (leite), silvicultores e empresas madeireiras nas bacias hidrográficas desde 1992. Calcula-se um investimento da ordem de US$ 1,5 bilhões para os primeiros 10 anos do projeto (KOCH-WESER, 2009).

Calcada nesse princípio, destaca-se, nesse cenário, a Compensação Financeira pela Utilização dos Recursos Hídricos (CFURH) para fins de geração de energia elétrica, instituída pela Lei Federal nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Este é um instrumento que busca ressarcir, financeiramente, os municípios atingidos pela água dos reservatórios de hidrelétricas e aqueles onde se instalam as usinas (ANEEL, 2007).

A Constituição Federal de 1988, no §1º do seu art. 20, assegura, claramente, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, participação no resultado da exploração dos recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica *ou* compensação financeira por essa exploração. Certamente, mais pela simplicidade de se determinar, com exatidão e rapidez, a superfície inundada, do que pela preocupação genuína de se efetuar um rateio justo da renda auferida com a geração de energia, entre os municípios que, de fato, contribuem para tal, a grande verdade é que a Lei Federal nº 7.990 tratou de ressarcir unicamente os municípios atingidos pelas represas. Consequentemente, a norma constitucional foi apenas parcialmente contemplada, uma vez que a participação nos resultados do uso da água para geração de energia elétrica não se estendeu aos estados e municípios que integram as bacias de contribuição dos reservatórios das hidrelétricas.

Ora, a produção de energia elétrica é função tanto da altura da queda d'água – *energia potencial gravitacional* – quanto da vazão do caudal – *potencial hidráulico* – (MAHER *et al.*, 2003). A primeira variável está obviamente associada ao relevo do local de instalação da barragem; mas a segunda depende intrinsecamente da área da bacia hidrográfica que abastece a represa de uma usina hidrelétrica. Embora não tenham tido suas terras inundadas, os municípios a montante do lago da hidrelétrica também

tiveram sua capacidade de geração de renda reduzida, uma vez que estão impedidos de utilizarem a vazão total anteriormente passível de ser outorgada, haja vista a necessidade de se assegurar agora uma vazão mínima capaz de atender aos níveis estabelecidos de geração de energia elétrica.

Entretanto, apesar de terem suas economias afetadas, um número consideravelmente maior de municípios ficou excluído da justa reparação. Nestes termos, a questão que se buscou responder com a presente pesquisa foi:

Quanto da energia elétrica produzida se deve à água que vem das regiões situadas a montante do reservatório de uma hidrelétrica?

Quantificado esse percentual, torna-se evidentemente necessário rever os atuais critérios de repasse da compensação financeira pela exploração dos recursos hídricos daquela região.

2. OBJETIVOS

Desenvolver uma metodologia, alicerçada na tecnologia dos sistemas de informações geográficas e na espacialização da vazão específica, para quantificar o percentual da geração de energia elétrica que é devido 1) às áreas da bacia hidrográfica a montante da represa e 2) à altura líquida da queda d'água e, assim, calcular o quanto do repasse da compensação financeira seria devido proporcionalmente a cada município da bacia.

Com essa estratégia, busca-se estimular o uso racional e a conservação da água no meio rural, fomentando as atividades de preservação e restauração de bacias hidrográficas, priorizando-se as áreas de preservação permanente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo escolhida é a bacia hidrográfica a montante da barragem da Usina Hidrelétrica (UHE) Três Marias, localizada no Estado de Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas 18º 07' e 20º 57' de Latitude Sul e 46º 32' e 44º 00' de Longitude Oeste de Greenwich (Figura 1), que se estende por aproximadamente 51.000km^2. Os dois maiores rios que deságuam no reservatório da UHE Três Marias são o São Francisco e o Paraopeba.

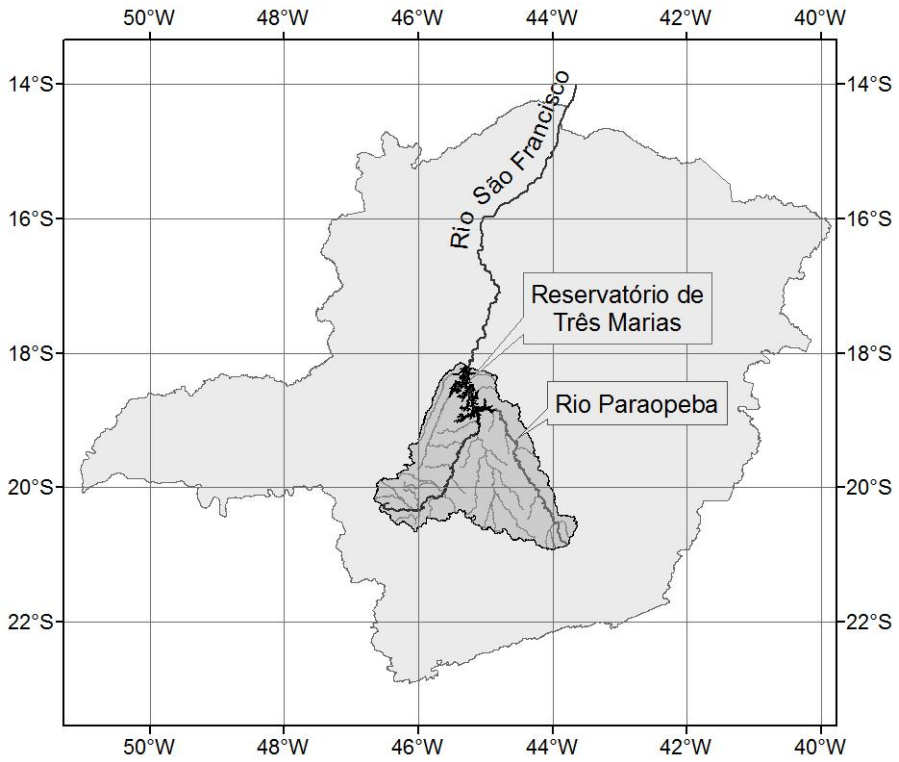


Figura 1. Localização da área de estudo, destacando-se os dois maiores afluentes do reservatório de Três Marias.

Denomina-se Alto São Francisco o trecho que vai da nascente do Rio São Francisco, na Serra da Canastra, até a sua confluência com o rio Jequitaí, no Estado de Minas Gerais (Figura 2). A região situada a montante da barragem de Três Marias pertence a esta subdivisão fisiográfica (PANOSO, 1978; OEA, 2003).

Quanto à temperatura e precipitação médias anuais, distinguem-se duas regiões: a primeira corresponde às terras com altitudes até 1.000m, onde a temperatura média anual oscila entre 20ºC e 25ºC e a precipitação média anual fica entre 1.000mm e 1.500mm; acima de 1.000m de altitude, a temperatura média anual oscila entre 18ºC e 20ºC e a precipitação média anual situa-se entre 1.500mm e 2.000mm (FIBGE, 1984).

A vegetação predominante, ocupando mais da metade da área da bacia, compõe-se de Cerrados e Cerradões. A Floresta Estacional ocorre nas áreas mais elevadas, a oeste da represa de Três Marias, no município de Patos de Minas, nos divisores topográficos da bacia hidrográfica do Rio São Francisco com a do Rio Paranaíba; também aparece nas cabeceiras do Rio São Francisco e do Rio Paraopebas, no trecho situado acima do município de Betim, MG (FIBGE, 1984).

Sob o aspecto geológico e pedológico, a leste e a oeste da represa de Três Marias, no seu terço mais próximo à barragem, ocorre a cobertura sedimentar do período Cretáceo. Acima deste limite, a área está apoiada sobre o Escudo Cristalino Pré-Cambriano do Planalto Brasileiro. Sobre a área sedimentar desenvolveram-se os Cambissolos e, sobre a área cristalina, os latossolos (FIBGE, 1984).

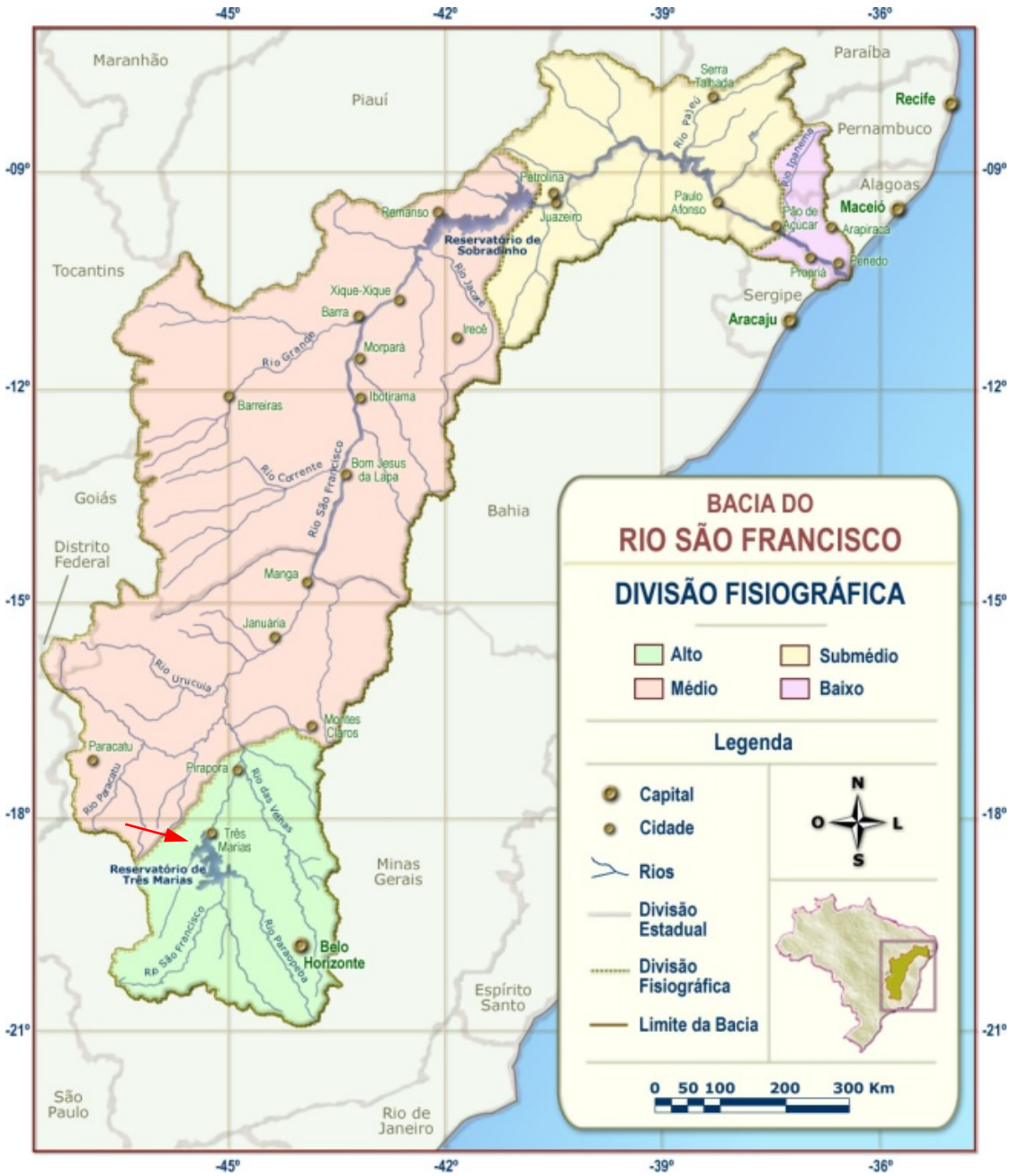


Figura 2. Divisão fisiográfica da bacia do rio São Francisco, destacando-se a localização do reservatório da UHE Três Marias (fonte: www.ana.gov.br/gefsf).

O reservatório da UHE Três Marias estende-se por oito municípios: Abaeté, Biquinhas, Felixlândia, Morada Nova de Minas, Paineiras, Pompéu, São Gonçalo do Abaeté e Três Marias, conforme ilustrado na Figura 3. Essa mesma região é apresentada na imagem de satélite CBERS2, com resolução de 20m (Figura 4).

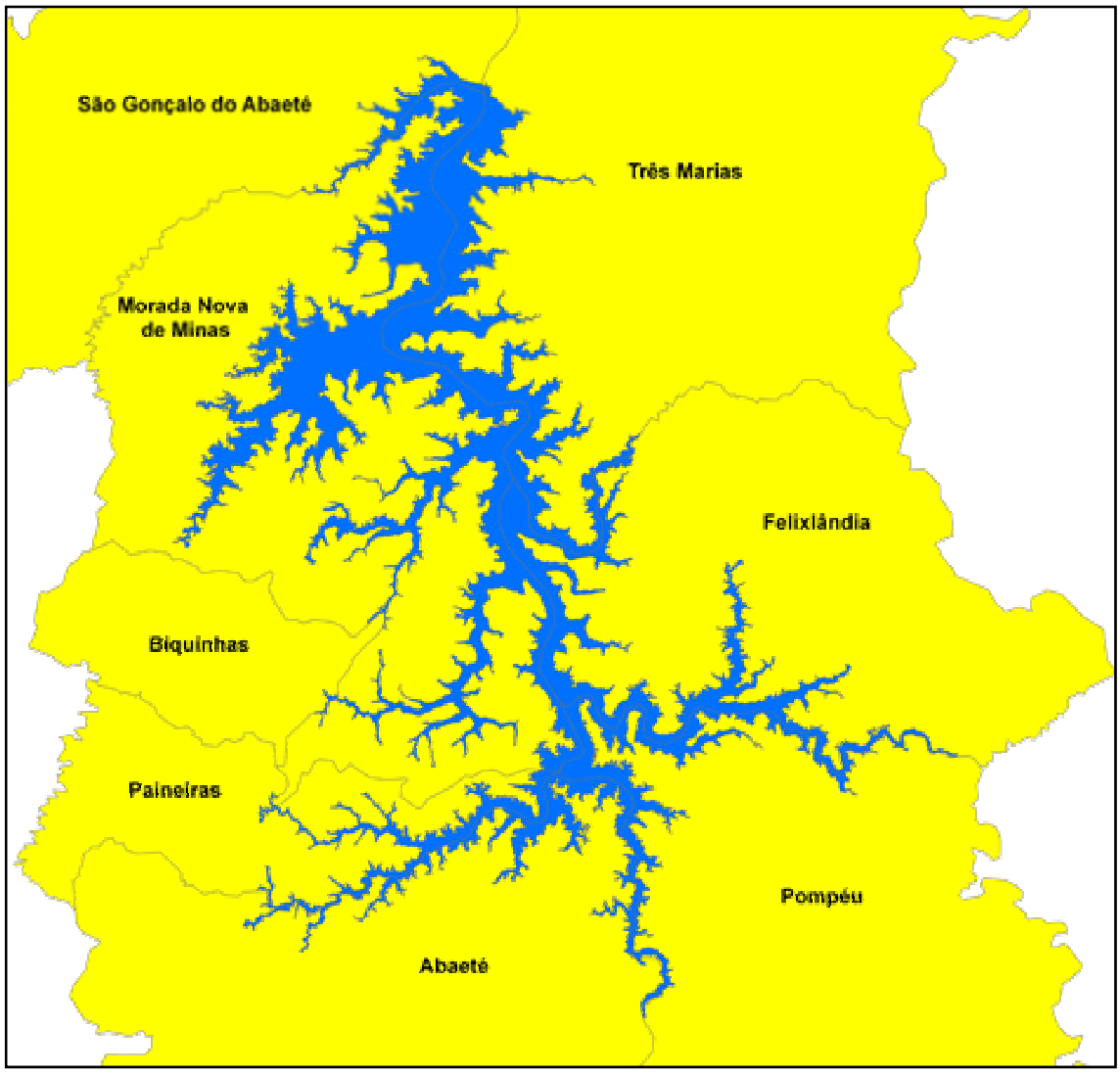


Figura 3. Municípios interceptados pelo reservatório de Três Marias (Fonte: ANEEL, 2009).

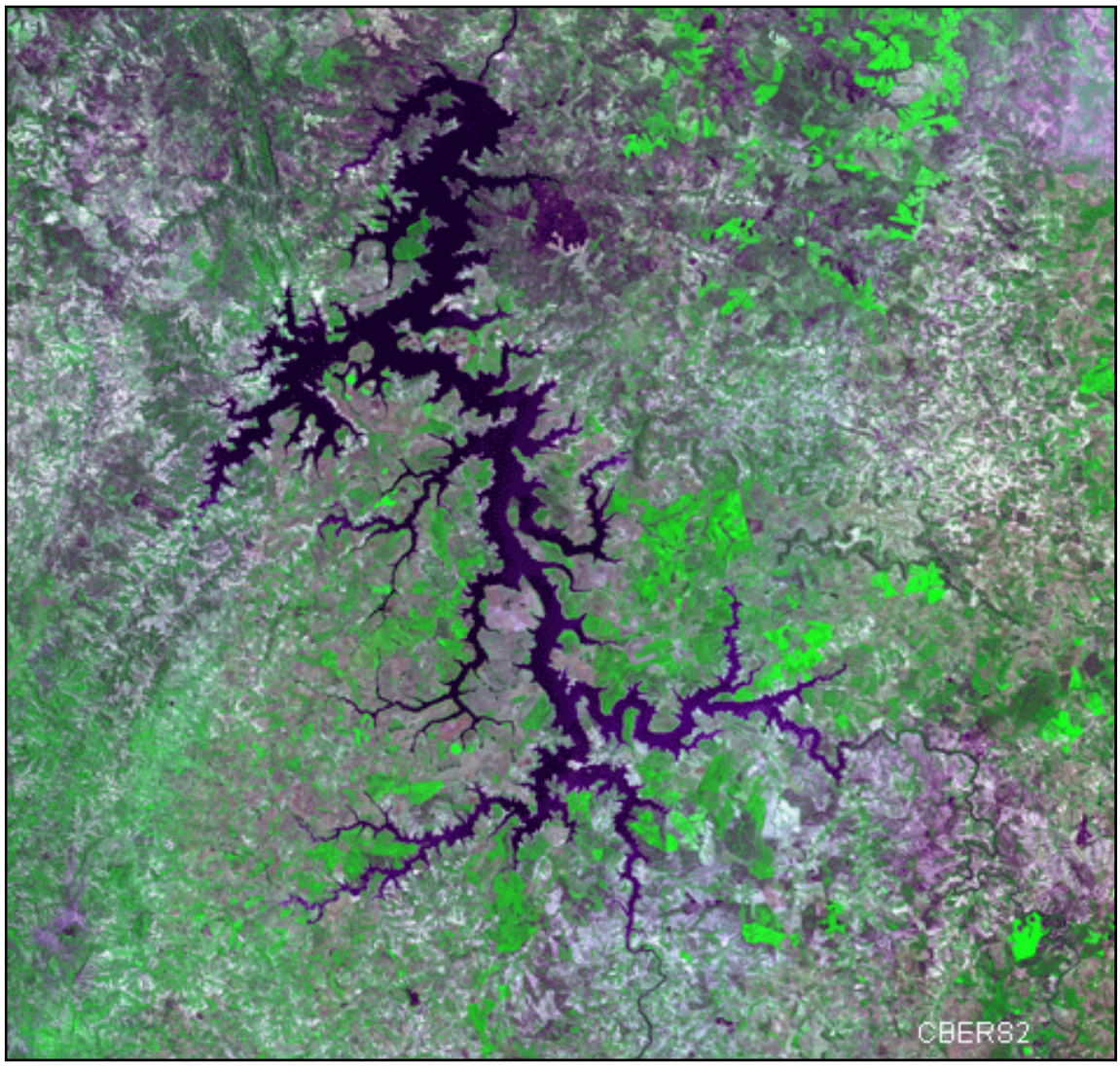


Figura 4. Imagem do satélite CBERS2 cobrindo a região do reservatório da UHE Três Marias.

3.2. Software

As análises espaciais foram efetuadas utilizando-se, principalmente, os recursos para modelagem do escoamento superficial de águas disponibilizados na extensão *Spatial Analyst* do sistema de informações geográficas ArcGIS® versão 9.3. As bases de dados foram todas armazenadas em uma geobase, estrutura nativa do sistema de informações geográficas ArcGIS.

3.3. Base de Dados

3.3.1. Altimetria

Em 29 de junho de 2009, a Agência Espacial dos Estados Unidos (NASA – *National Aeronautics and Space Administration*) e o Ministério da Economia, Comércio e Indústria do Japão (METI – *Ministry of Economy, Trade and Industry*) disponibilizaram, gratuitamente, no site https://wist.echo.nasa.gov, a primeira versão de um novo modelo digital de elevação para toda a superfície terrestre: o ASTER *Global Digital Elevation Model* (ASTER G-DEM). Essa base de dados global, com resolução geométrica de 30m (1 arco-segundo), é fruto do mapeamento executado ao longo dessa década pelo sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) instalado a bordo do satélite Terra, lançado ao espaço em dezembro de 1999. Os dados estão disponibilizados no formato GeoTIF, com sistema de coordenadas geográficas e *datum* WGS84, sendo organizados em quadrículas de 1° de longitude x 1° de latitude. Adotando-se uma metodologia totalmente automática para se selecionar os melhores pares estereoscópicos sem nuvens, o processamento de mais de 1,5 milhões de cenas ASTER, cobrindo cada uma delas cerca de 3.600km^2 (60km x 60km), demandou aproximadamente um ano. A exatidão vertical estimada dessa base de dados é de 20m e, para as coordenadas horizontais, 30m, ambas com nível de confiança igual 95% (METI, 2009). Esse modelo representa um substancial avanço em relação à base de dados global SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), que possui resolução de 90m (RABUS *et al.*, 2003; NASA, 2007).

Para se assegurar a correta delimitação dos divisores d'água da bacia de contribuição do reservatório de Três Marias, selecionou-se um conjunto de 12 quadrículas ASTER G-DEM, compreendidas pelos intervalos 18ºS a 21ºS e 43ºW a 47ºW, ilustradas na Figura 5 (RIBEIRO *et al.*, 2007).

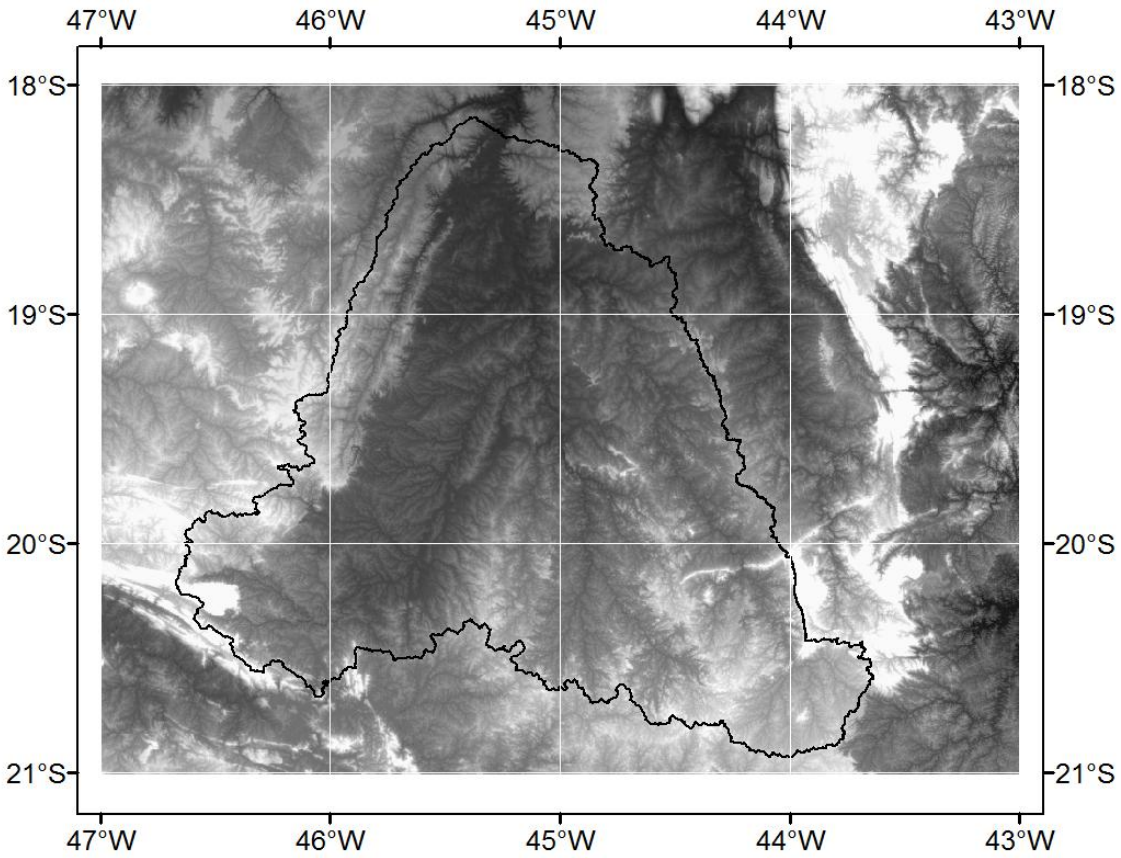


Figura 5. Mosaico do modelo digital de elevação ASTER para a área de estudo.

3.3.2. Limites Municipais

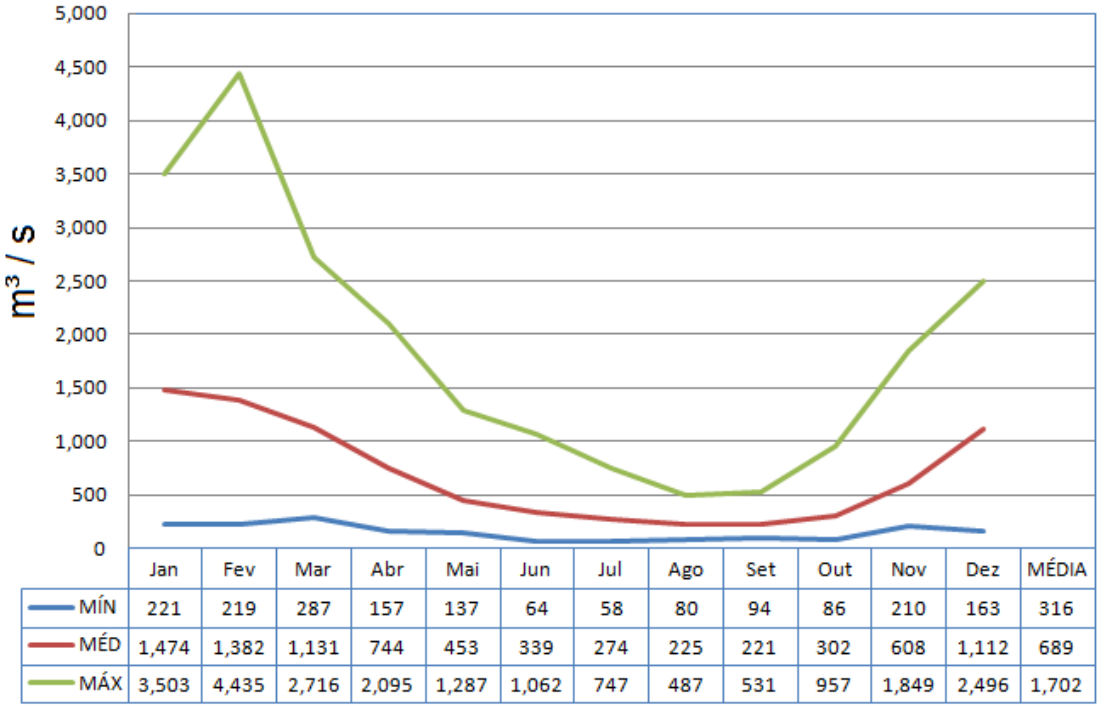
Utilizou-se a Malha Municipal Digital 2007, produzida e disponibilizada no formato digital pelo IBGE em seu site[1], contendo os limites vetoriais da divisão político-administrativa vigente para o ano base de 2007. Essa base digital é composta pelas folhas topográficas na melhor escala disponível nas diversas regiões do país (IBGE, 2009).

3.3.3. Usina Hidrelétrica Três Marias

O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) disponibiliza, em seu site[2], séries históricas atualizadas de vazões naturais médias diárias e mensais, no formato de planilhas eletrônicas, para os reservatórios das usinas hidrelétricas em operação e integrantes do Sistema Interligado Nacional (SIN). A vazão natural corresponde àquela *obtida com a retirada do efeito da operação de aproveitamentos a montante e a*

[1] ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais
[2] http://www.ons.org.br/operacao/vazoes_naturais.aspx

incorporação das vazões relativas à evaporação líquida dos reservatórios e aos usos consuntivos da água em toda a bacia, através de processos de reconstituição das vazões naturais (ONS, 2009). A evolução mensal dos valores mínimo, médio e máximo da vazão natural, tendo por base a série de dados mensais de vazões para o período de janeiro/1931 a dezembro/2007, na saída do reservatório de Três Marias, é apresentada na Figura 6.



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	MÉDIA
MÍN	221	219	287	157	137	64	58	80	94	86	210	163	316
MÉD	1,474	1,382	1,131	744	453	339	274	225	221	302	608	1,112	689
MÁX	3,503	4,435	2,716	2,095	1,287	1,062	747	487	531	957	1,849	2,496	1,702

Figura 6. Síntese das vazões naturais mensais médias na UHE Três Marias, para o período 1931-2007 (Fonte: ONS, 2009).

O reservatório de Três Marias possui uma superfície de 1.110,54km², apresentando um volume total de $1{,}9528\times10^{10}$ m^3 e um volume útil de $1{,}5278\times10^{10}$ m^3 (EUCLYDES *et al.*, 2001; FREITAS e GONDIM FILHO, 2004). Este reservatório deve operar entre as cotas altimétricas 549,2m e 572,5m, de acordo com a concessão expedida pela ANEEL. A altura de queda d'água líquida, dada pela diferença entre a cota normal de operação do reservatório e a cota normal de jusante, é de 56,9m (CEMIG, 2009). A potência instalada final é de 396 MW, com energia assegurada[3] de 239 MWh (ANEEL, 2009). A vazão regularizada na saída do vertedouro da usina

[3] Produção máxima de energia que pode ser mantida quase que continuamente, admitindo-se um risco de 5% de não atendimento à carga no período considerado (ANEEL, 2005).

hidrelétrica Três Marias é de 513m³/s e, considerando-se a vazão média de longo prazo de 689m³/s (Figura 6), tem-se um grau de regularização de 75% (ANA, 2005).

A potência gerada pelos conjuntos turbinas-geradores de uma usina hidrelétrica é calculada pela seguinte equação (RIGHETTO, 1998):

$$P = \eta \times g \times Q \times h \qquad [1]$$

em que:

P = potência gerada [kW]

η = rendimento do conjunto turbina-gerador (0,873 para Três Marias)

g = constante gravitacional (9,81 m/s²)

Q = vazão [m³/s]

h = queda líquida [m]

3.3.4. Compensação Financeira

O cálculo da compensação financeira obedece à seguinte equação:

$$CF = EG \times TAR \times 0{,}0675 \quad [2]$$

em que:

CF = valor total a ser pago pela geradora de energia elétrica [R$]

EG = energia produzida no mês [MWh]

TAR = tarifa atualizada de referência, fixada pela ANEEL [R$/MWh]

0,0675 = percentual estabelecido em lei

De acordo com a Lei Federal nº 9.433/1997, a geradora pagará mensalmente, a título de compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos para geração de energia elétrica, 6,75% sobre o valor total da energia produzida, tomando-se por base a

TAR. A TAR é fixada anualmente pela ANEEL e revista a cada quatro anos. Para 2009, seu valor foi fixado em R$ 62,33/MWh. O percentual de 6,75% é assim distribuído:

$$6{,}75\% \begin{cases} 6\% \begin{cases} 45\%\ Estados; \\ 45\%\ Municípios; \\ 3\%\ Ministério\ do\ Meio\ Ambiente; \\ 3\%\ Ministério\ de\ Minas\ e\ Energia; \\ 4\%\ Fundo\ Nacional\ de\ Desenvolvimento\ Científico\ e\ Tecnológico. \end{cases} \\ 0{,}75\% \begin{cases} Aplicação\ na\ implementação\ da\ Política\ Nacional\ de\ Recursos\ Hídricos\ e\ do\ Sistema\ Nacional\ de\ Gerenciamento\ de\ Recursos\ Hídricos. \end{cases} \end{cases}$$

3.4. Processamento

As 12 quadrículas originais ASTER G-DEM foram agrupadas em uma base contínua, que foi então projetada para o sistema de projeção UTM Zona 23S, *datum* SAD69 (*South American Datum 1969*), com as coordenadas expressas em metros. A resolução geométrica foi fixada em 30m, equivalendo a 1 arco-segundo. O *grid* resultante foi denominado MDE.

Como a maioria dos modelos digitais de elevação, a base ASTER G-DEM também contém depressões espúrias, decorrentes tanto das fontes de dados quanto do próprio processo de interpolação (HUTCHINSON, 1989; SAUNDERS, 1999; RIBEIRO *et al.*, 2002). Tais anomalias deverão ser removidas; caso contrário, o escoamento superficial será interrompido nesses pontos, introduzindo erros na delimitação das bacias de contribuição situadas a jusante das células associadas a essas depressões e nos trajetos de escoamento a montante delas (HELLWEGER, 1997). As depressões presentes na base de dados da região de estudo foram suprimidas aplicando-se o comando FILL do módulo *Spatial Analyst* do ArcGIS 9.3. Isso deu origem ao *grid* MDE_SD.

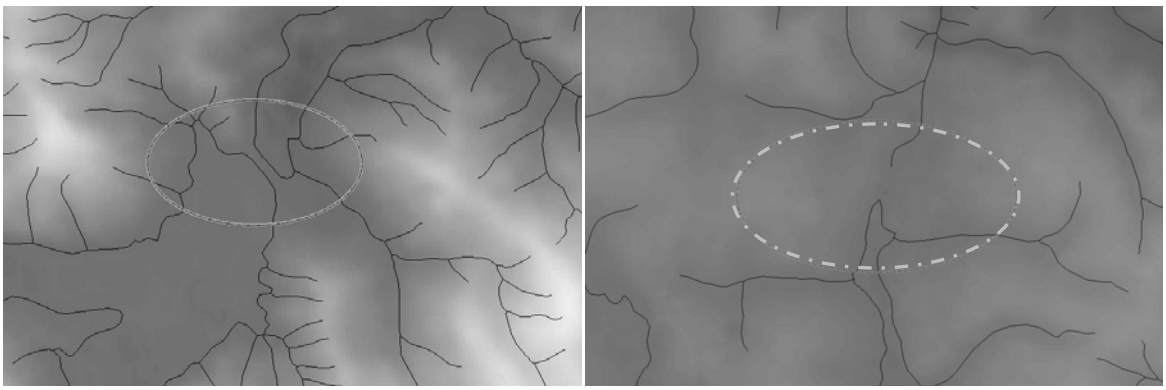
Em seguida, derivaram-se as direções de escoamento para o *grid* MDE_SD utilizando-se o comando FLOWDIRECTION, sendo o resultado denominado DIR_ESC. Com base nesse *grid*, determinou-se, para cada célula da região de análise, o valor do fluxo acumulado, aplicando-se o comando FLOWACCUMULATION. O fluxo acumulado equivale ao número de células existentes na área que drena para uma dada célula. Ademais, as células desse *grid* materializam o caminho preferencial percorrido

pelo escoamento das águas superficiais. Quanto maior o valor do fluxo acumulado de uma dada célula, maior a probabilidade de ela pertencer à rede hidrográfica. Nomeou-se esse *grid* ACUM.

A localização da barragem de Três Marias foi determinada, visualmente, com base na rede hidrográfica da carta Três Marias (SE-23-Y-B-III), produzida pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército na escala 1:100.000. O ponto para se extrair a bacia de drenagem foi especificado tendo como referencial a visualização do *grid* ACUM. A utilização do *grid* de fluxo acumulado é crucial para a correta delimitação da área de contribuição de um ponto situado ao longo de um curso d'água. O ponto associado à interseção do curso d'água com a barragem foi armazenado na classe de feições denominada FOZ, especificamente criada para essa finalidade.

Utilizando-se o comando WATERSHED, tendo por dados de entrada o *grid* de direções de escoamento DIR_ESC e o ponto FOZ, delimitou-se a respectiva bacia de contribuição, que foi, então, denominada BACIA. Esse *grid* foi convertido para o formato vetorial e armazenado na classe de feições LIMITE.

Uma inspeção visual minuciosa ao longo do perímetro da bacia de drenagem superposto ao modelo digital de elevação indicou duas regiões em que a bacia do reservatório de Três Marias extravasou o divisor d'águas, adentrando a bacia de drenagem do reservatório da hidrelétrica de Furnas. Tais situações são mostradas na Figura 7.



a b

Figura 7. Regiões limítrofes entre a bacia hidrográfica do Rio São Francisco e do Rio Grande: (a) represa de Capitólio e (b) município de Pimenta, MG.

No primeiro caso, trata-se de um dique construído no município de Capitólio, Minas Gerais, que resultou na inversão do sentido de escoamento do Rio Piumhi, originalmente pertencente à bacia do Rio Grande. As águas deste rio foram transpostas para a bacia do rio São Francisco, por intermédio de um canal que o conectou ao Ribeirão da Água Limpa. Isso foi necessário para evitar que a cidade de Capitólio fosse inundada por ocasião da construção da barragem de Furnas. O segundo caso refere-se à curva de remanso do lago de Furnas no município de Pimenta. Esse trecho situa-se, rio acima, a cerca de 120km da barragem de Furnas.

Em ambas as situações, a resolução geométrica da base de dados ASTER impossibilitou a correta caracterização do relevo ao longo desses trechos do divisor de águas dessas duas bacias. A análise do *grid* MDE_SD evidenciou a necessidade de se corrigirem os valores das suas células nessas regiões. Para tanto, construiram-se dois polígonos, armazenados na classe de feições DIQUES: o primeiro, representando o dique de Capitólio, com 60m de largura, 1.600m de comprimento e cota de 800m; o segundo, com mesma largura, 1.200m de comprimento e cota de 800m. Esses polígonos foram então rasterizados, assegurando-se que as células do *grid* resultante (DIQUES_GR) alinhassem-se perfeitamente às do *grid* MDE_SD. Em seguida, substituiram-se as células do *grid* MDE_SD pelas do *grid* DIQUES_GR, mantendo-se os demais valores inalterados. Isso foi feito utilizando-se o comando CON do Spatial Analyst. O novo *grid* foi denominado MDE_DIQUES.

Feito isso, foi necessário derivar novamente os *grids* DIR_ESC, ACUM e BACIA. Esse último foi então convertido para o formato vetorial, substituindo a classe de feições LIMITE. Esse polígono foi utilizado para selecionar, aplicando-se o comando **Select by Location** do menu **Selection** do ArcMap, as feições do tema MUNICÍPIOS_2007. Gerou-se, assim, a classe de feições MUNIC_BACIA.

Em seguida, aplicou-se o comando CLIP do utilitário ArcToolbox do ArcMap para eliminar as porções daqueles municípios que não contribuiam para a vazão do rio São Francisco imediatamente à jusante do vertedouro do reservatório de Três Marias. Essa operação resultou na classe de feições MUNIC_DENTRO.

É dentro do espaço geográfico assim definido que foram delimitadas e quantificadas as contribuições proporcionais de cada município para a vazão total imediatamente a jusante da represa de Três Marias.

O valor da vazão específica (q) foi calculado dividindo-se a vazão regularizada pela área da bacia de contribuição. A estimativa da produção de água em cada um dos municípios foi feita multiplicando o valor da vazão específica pela área de cada município dentro da bacia de drenagem da represa.

Sejam P_Q e P_h as participações percentuais relativas da vazão regularizada e da altura de queda d'água líquida na geração de energia elétrica. Pode-se então estabelecer que:

$$P_Q + P_h = 100 \qquad [3]$$

É válida a seguinte relação:

$$\frac{P_Q}{P_h} = \frac{Q}{h} \quad \Longrightarrow \quad P_Q = \frac{Q}{h} \times P_h \qquad [4]$$

Substituindo [4] em [3] tem-se:

$$\frac{Q}{h} \times P_h + P_h = 100$$

Colocando P_h em evidência, obtem-se:

$$\left(\frac{Q}{h} + 1\right) \times P_h = 100 \quad \Longrightarrow \quad \left(\frac{Q+h}{h}\right) \times P_h = 100$$

Assim, a participação relativa da altura de queda d'água na geração de energia elétrica é dada por:

$$P_h = \frac{100 \times h}{Q+h} \qquad [5]$$

Analogamente, a participação relativa da vazão regularizada na geração de energia elétrica é dada por:

$$P_Q = \frac{100 \times Q}{Q+h} \qquad [6]$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia de drenagem delimitada resultou em uma área de 50.840.683.484m², com um perímetro de 2.130.600m. Foram identificados 110 municípios interceptados pela bacia de contribuição do reservatório da UHE Três Marias (Figura 8).

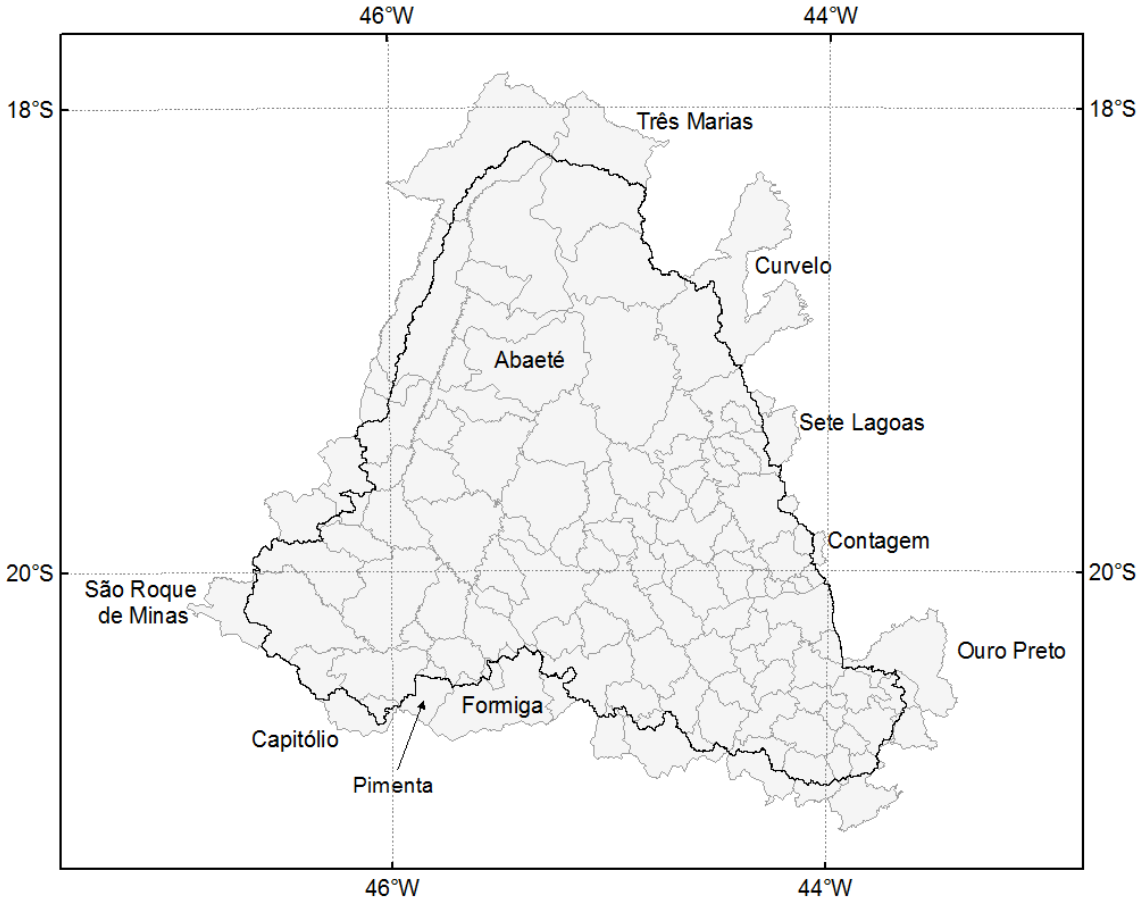


Figura 8. Municípios interceptados pela bacia de contribuição do reservatório de Três Marias.

O valor da vazão específica resultou em $1{,}009 \times 10^{-8}$ $m^3.s^{-1}.m^{-2}$ e os resultados da estimativa da produção de água em cada um desses municípios são apresentados no Anexo I. A maior contribuição em termos de vazão foi a do município de Pompéu, localizado na mesorregião Central Mineira, com 25,8m³/s, correspondendo a 5% da vazão regularizada; Carandaí, localizado na mesorregião Campo das Vertentes, apresentou a menor contribuição – $5{,}7 \times 10^{-3}$ m³/s –, representando apenas 0,001% dos 513m³/s de vazão regularizada. Os vinte municípios com as maiores contribuições individuais responderam por metade da vazão regularizada, sendo a outra metade distribuída pelos demais 90 municípios.

Substituindo-se os respectivos valores de Q e h para a UHE Três Marias nas equações [5] e [6], tem-se que:

$$P_h = \frac{100 \times 56{,}9}{513 + 56{,}9} \Longrightarrow P_h = 10\% \quad \text{e} \quad P_Q = \frac{100 \times 513}{513 + 56{,}9} \Longrightarrow P_Q = 90\%.$$

A produção mensal de energia elétrica na usina Três Marias e os respectivos valores pagos pela CEMIG a título de compensação financeira, no período de setembro de 2008 a agosto de 2009, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Produção mensal de energia elétrica na UHE Três Marias e respectiva compensação financeira paga pela geradora (Fonte: ANEEL, 2009) [4].

Mês	Energia gerada [MWh]	Compensação Financeira [R$]
Setembro/2008	209.038,70	847.171,16
Outubro	231.614,95	938.665,91
Novembro	213.921,22	866.958,52
Dezembro	221.577,23	897.986,05
Janeiro/2009	285.406,91	1.200.785,35
Fevereiro	259.666,16	1.092.486,96
Março	267.402,61	1.125.036,33
Abril	269.448,79	1.133.645,15
Maio	215.640,25	907.257,84
Junho	194.238,60	817.215,20
Julho	221.045,79	930.000,41
Agosto	268.598,84	1.130.069,19
Total	**2.857.600,05**	**11.887.278,07**

[4] Para 2008, TAR = R$ 60,04 e para 2009, R$62,33

Nesses 12 meses, a compensação financeira repassada aos oito municípios atingidos pelas águas do reservatório de Três Marias (Figura 3) totalizou R$ 4.754.911,23. O valor devido a cada município foi proporcional à sua área inundada, em relação à superfície total do reservatório. Esses valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Rateio da compensação financeira entre os municípios interceptados pelo reservatório de Três Marias (Fonte: ANEEL, 2009).

Município	Área Inundada [km²]	Percentual de Participação [%]	Compensação Financeira [R$]
Abaeté	74,07	6,67003	317.154,01
Biquinhas	1,22	0,11022	5.240,86
Felixlândia	157,90	14,21847	676.075,63
Morada Nova de Minas	495,97	44,66046	2.123.565,23
Paineiras	54,65	4,92075	233.977,29
Pompéu	93,39	8,40926	399.852,85
São Gonçalo do Abaeté	18,83	1,69579	80.633,31
Três Marias	214,51	19,31502	918.412,05
Total	**1.110,54**	**100**	**4.754.911,23**

De acordo com a Lei Federal nº 9.993/2000, o mesmo montante de recursos foi repassado, naquele período, ao governo do Estado de Minas Gerais. Esta forma de rateio considera somente a superfície inundada de cada município.

Tomando por base as contribuições relativas da vazão regularizada (90%) e da queda líquida (10%), a partilha da compensação financeira estender-se-á agora a uma área cerca de 45 vezes maior que aquela contemplada pelos critérios vigentes. Por esta nova proposta, os municípios que têm suas terras inundadas pelo reservatório serão duplamente compensados: em um primeiro momento, pelo fato de que a simples imposição de uma determinada altura para a barragem da usina hidrelétrica resultará na formação de um lago que inundará as terras desses municípios; em um segundo momento, o reservatório acumulará as águas das chuvas que caírem no seu espelho d'água, contribuindo para a elevação do seu nível e, por conseguinte, para a vazão defluente. As contribuições individuais desses municípios para a geração de energia elétrica são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Participação financeira devida aos municípios, pelas suas áreas inundadas pelo reservatório de Três Marias, segundo a metodologia proposta.

Município	Contribuição Vazão [%]	Contribuição Queda [%]	C.F. Vazão [R$]	C.F. Queda [R$]	C.F. Total [R$]
Abaeté	0,1457	6,67003	6.234,70	31.715,40	37.950,10
Biquinhas	0,0024	0,11022	102,69	524,09	626,78
Felixlândia	0,3106	14,21847	13.290,94	67.607,56	80.898,50
Morada Nova de Minas	0,9755	44,66046	41.747,35	212.356,52	254.103,87
Paineiras	0,1075	4,92075	4.600,06	23.397,73	27.997,79
Pompéu	0,1837	8,40926	7.860,93	39.985,28	47.846,21
São Gonçalo do Abaeté	0,0370	1,69579	1.584,98	8.063,33	9.648,31
Três Marias	0,4219	19,31502	18.055,98	91.841,21	109.897,19
Total	**2,1844**	**100**	**93.477,64**	**475.491,12**	**568.968,76**

Na Tabela 3, a compensação financeira devida à vazão (C.F. Vazão) é obtida multiplicando-se a contribuição percentual de cada município interceptado pelo reservatório de Três Marias à vazão regularizada pelo valor total da compensação financeira (R$ 4.754.911,23) e, finalmente, pela participação percentual relativa da vazão regularizada à energia elétrica produzida (P_Q = 90%). Considerando-se somente a área inundada pelo reservatório, esses oito municípios contribuem, todos juntos, com 11,21m³/s, correspondendo a 2,18% da vazão total regularizada ou, ainda, a 1,97% (2,1844 × 0,9) da produção de energia elétrica.

Já, a compensação financeira devida à queda líquida (C.F. Queda) é calculada multiplicando-se o percentual da superfície do reservatório pertencente a cada município pelo valor total da compensação financeira (R$ 4.754.911,23) e, finalmente, pela participação percentual relativa da queda líquida à energia elétrica produzida (P_h = 10%). O rateio, entre os municípios, da contribuição relativa da queda líquida ao total de energia elétrica produzido em dado período, é estabelecido com base no percentual da superfície do reservatório que pertence a cada município. A lógica dessa forma de distribuição alicerça-se no fato de que a imposição de uma determinada altura para a barragem implicará um nível máximo operativo para o reservatório, correspondendo à cota de inundação.

Assim, o montante devido aos oito municípios que tiveram suas terras inundadas pelo reservatório de Três Marias é de R$ 568.968,76, o que representa exatos 11,97% do total da compensação financeira para o período de set/2008 a ago/2009. Os 88,03%

restantes, i.e., R$ 4.185.942,47, deverão ser distribuídos pelos demais 102 municípios. Em termos médios, isso representa pouco mais de R$ 41.000,00 a serem repassados ao longo de um ano, por município da bacia de contribuição da UHE Três Marias não atingido pelas águas de seu reservatório.

Esses últimos resultados suscitam importante reflexão: 88%, ou seja, a maior parte da energia elétrica produzida pela UHE Três Marias advem das regiões da bacia de contribuição a montante do seu reservatório! E é exatamente nessas regiões que as políticas de restauração ambiental e de conservação de solos ainda poderão surtir algum efeito no que concerne à atenuação dos extremos das séries de vazões naturais, durante as cheias e nos períodos de estiagem. A recomposição florestal aumenta o abastecimento do lençol freático e reduz o escoamento superficial e, por conseguinte, diminui sensivelmente o aporte de sedimentos nos leitos dos rios e no reservatório. A fiel observância do Código Florestal brasileiro, no que tange às áreas de preservação permanente, com destaque para a manutenção das matas ciliares e da vegetação ao longo dos divisores d'água e ao redor das nascentes, contribui sobremaneira para o aumento do tempo de concentração da bacia; consequentemente, para a extensão da vida útil do aproveitamento hidrelétrico e para a melhoria da qualidade da água.

Entretanto, a forma adotada pelo Brasil para a partilha da compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos para geração de energia elétrica mostra-se perversa ao premiar tão somente aqueles municípios que tiveram suas terras inundadas pelo reservatório. No presente caso, esses municípios contribuem com menos de 12% do total da energia elétrica gerada! Ademais, a valorização imobiliária das propriedades às margens do reservatório e o fortalecimento de uma economia baseada no ecoturismo poderão compensar a perda daquelas terras anteriormente destinadas ao agronegócio; contudo, são externalidades positivas desconsideradas no cálculo da compensação financeira.

Essa abordagem pioneira acerca da distribuição da riqueza advinda da produção de energia em usinas hidrelétricas dá-se no exato momento em que o Brasil busca um modelo socialmente mais justo para a partilha do pré-sal entre os entes federativos. Como, se reconhece, no debate do pré-sal, a legitimidade e a necessidade de se estender a distribuição dessa riqueza a estados e a municípios não-produtores de petróleo como estratégia para se reduzirem as disparidades econômicas regionais, a presente análise

busca evidenciar e mitigar a injustiça histórica que a atual fórmula de rateio enseja, ao alijar dessa distribuição exatamente aqueles municípios que mais contribuem para a geração da energia elétrica.

5. CONCLUSÕES

"Para enxergar o que está diante do nariz é preciso um esforço constante." [5] A fórmula historicamente adotada no Brasil para o rateio da compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos ressarce apenas aqueles municípios interceptados pelo reservatório, consagrando o modelo de concentração de riquezas em que a maioria dos municípios que contribuem para a geração de energia elétrica são excluídos da justa divisão. Longe de contribuir para construção da harmonia federativa, esse modelo agrava o quadro já crítico das disparidades econômicas regionais e promove a dissociação entre os programas de fortalecimento do agronegócio nas regiões à montante do reservatório da hidrelétrica e a política nacional de energia elétrica. Especificamente, para a usina hidrelétrica Três Marias, apesar de 110 municípios pertencerem à bacia de contribuição do seu reservatório, apenas oito recebem a compensação financeira. A relação entre a superfície do reservatório (1.110,54 km²) e a área da respectiva bacia de contribuição (50.840,68 km²) mostra que esse benefício concentra-se em apenas 2% dessa região do Alto São Francisco.

A proposição de um novo modelo para a partilha da compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos baseado na participação relativa da vazão e da queda líquida na geração de energia elétrica tem, em sua essência, a preocupação genuína de se corrigirem as distorções da metodologia atual e o inegável apelo de promover a justiça social, reconhecendo a distribuição geográfica dos fatores intrínsecos a essa riqueza. Apenas 12% da energia elétrica produzida na UHE Três Marias está associada à altura da queda d'água e, por conseguinte, ao reservatório da hidrelétrica; os

---

[5] ORWELL, G. **In Front of Your Nose, 1945-1950**. Vol. 4: The Collected Essays, Journalism and Letters of George Orwell. Sonia Orwell and Ian Angus, Editors, Harcourt Brace Jovanovich,1968. p. 125.

demais 88% relacionam-se à vazão do rio São Francisco na saída da barragem e têm sua origem na área de drenagem situada a montante do reservatório.

Se, por um lado, os comitês de bacias hidrográficas instituem a cobrança pelo uso consuntivo da água, viabilizando a alocação ótima desse recurso escasso entre atividades competitivas, nada mais justo que a parcela da água produzida em uma região seja remunerada nesse mesmo patamar, dando os devidos créditos a quem a produz.

Emerge, da presente pesquisa, a construção de uma nova consciência coletiva, alicerçada em sólida argumentação científica, acerca do pagamento justo pelos serviços ambientais prestados pela preservação das matas e dos recursos hídricos ao longo de uma bacia hidrográfica. Há que se investigar a contribuição estratégica das áreas de preservação permanente no aumento do tempo de concentração e na redução das perdas de solo por erosão hídrica, para se definirem metodologias apropriadas para a valoração e o ressarcimento por esses serviços ambientais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Cadernos de Recursos Hídricos**: disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2005. 134 p.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL). **Cadernos Temáticos ANEEL**: energia assegurada. Brasília: ANEEL, 2005. 18 p.

___. **A compensação financeira e o seu município**. Brasília: ANEEL, 2007. 27 p.

___. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 05 novembro 2009.

ARIAS, A. T. Que tan claro esta el marco normativo ambiental del sector eléctrico: actividad de generacion de energía. In: JORNADAS EN DERECHO DEL MEDIO AMBIENTE, 5, 2003, Bogotá. **Anais...** Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

BICKEL, U. **Brasil**: expansão da soja, conflitos sócio-ecológicos e segurança Alimentar. 2004. 66 f.. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) – Universidade de Bonn, Alemanha.

CASTRO, L. G.; COGO, N. P.; VOLK, L. B. S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, Brasil, n. 30, p. 339-352, 2006.

CEMIG – COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (BRASIL). Disponível em: <http://www.cemig.com.br>. Acesso em: 05 novembro 2009.

CERRI, C. E. P. **Mapeamento das áreas de risco de erosão dos solos da bacia do Rio Piracicaba, utilizando geoprocessamento**. 1999. 89 f.. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declividade e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, Brasil, n. 27, p. 743-753, 2003.

EUCLYDES, H. P.; FERREIRA, P. A.; RUBERT, O. A. V.; SANTOS, R. M. Regionalização Hidrológica na Bacia do Alto São Francisco a Montante da Barragem de Três Marias, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, RS, v. 6, n. 2, p. 81-105, 2001.

FIBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (BRASIL). **Atlas Geográfico**. Elaborado pela equipe DIAT-DEGEO do IBGE. Rio de Janeiro, RJ: FAE, 1984.

FREITAS, M. A. S.; GONDIM FILHO, J. G. C. Disponibilidade hídrica do sistema formado pelos reservatórios Três Marias e Sobradinho na bacia do rio São Francisco para fins de alocação de água. In: ABRH. **VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste – São Luís, MA, Brasil.** Porto Alegre, RS: ABRH, 2004. CD-ROM.

FUJIHARA, A. K. **Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento**. 2002. 118 f.. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GARCIA, G. J.; ANTONELLO, S. L.; MAGALHÃES, M. G. M. Nova versão do Sistema de Avaliação de Terras – SIAT. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, Brasil, v. 25, n. 2, p. 516-529, 2005.

GARCIA, G. J.; ESPÍNDOLA, C. R. SIAT – Sistema de Avaliação de Terras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, Brasil, v. 5, n. 27, p. 223-228, 2001.

GEF – GLOBAL ENVIRONMENTAL FUND - São Francisco. Disponível em: <http://www.oas.org/usde/SAFUP/ brochure_san_francisco.pdf>. Acesso em: 08 novembro 2009.

GOMES, J. B. V.; LUMBRERAS, J. F.; OLIVEIRA, R. P.; BHERING, S. B.; ZARONI, M. J.; ANDRADE, A. G.; CALDERANO, S. B. Aptidão para reflorestamento das sub-bacias dos canais do Mangue e do Cunha, município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, Brasil, n. 29, p. 459-466, 2005.

GUADAGNIN, J. C.; BERTOL, I.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, Brasil, n. 29, p. 277-286, 2005.

HELLWEGER, F. L. AGREE – DEM surface reconditioning system. In: ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. **GIS Hydro 97 - Integration of GIS and Hydrologic Modeling**. Redlands, CA: ESRI, 1997. CD-ROM.

HENRIQUES, R. P. B. O futuro ameaçado do cerrado brasileiro. **Ciência Hoje**, v. 33, n. 195, p. 34-39, 2003.

HOUGHTON, R. A. The worldwide extent of land-use change. **Bioscience**, n. 44, p. 305-315, 1994.

HUTCHINSON, M. F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. **Journal of Hydrology**, n. 106, p. 211-232, 1989.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (BRASIL). **Malha Municipal Digital 2007**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/municipio_2007/ >. Acesso em: 24 outubro 2009.

KERR, J. Watershed development, environmental services, and poverty alleviation in India. **World Development**, v. 30, n. 8, p. 1387-1400, 2002.

KOCH-WESER, M. Mecanismos legales, economicos y de compensacion en el apoyo del desarrollo sostenible de montañas. In: CONSULTA ELECTRÓNICA DE LA CUMBRE GLOBAL DE MONTAÑAS EN BISHKEK, 1, 2002, Bishkek, **Anais...** Disponível em:< www.condesan.org/e-foros/Bishkek/Bishkek%20B1.htm >. Acesso em: 07 setembro 2009.

LEPSCH, I. F (Coord.). **Manual para Levantamento utilitário do meio físico e Classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** (2ª impressão, rev.). Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1991. 175 p.

MAHER, P.; SMITH, N. P. A.; WILLIAMS, A. A. Assessment of pico hydro as an option for off-grid electrification in Kenya. **Renewable Energy**, v. 28, n. 9, p. 1357-1369, 2003.

METI – Ministry of Economics, Trade and Industry of Japan. **Distribution of ASTER Global Digital Elevation Model（ASTER G-DEM)**. Disponível em: <http://www.meti.go.jp/english/press/data/20090626_03.html>. Acesso em: 24 outubro 2009.

NASA – NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **SRTM – Shuttle Radar Topography Mission**. Disponível em: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>. Acesso em: 20 novembro 2007.

OEA – ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS. Subprojeto 4.5.A – Diagnóstico Analítico da Bacia do Rio São Francisco e da sua Zona Costeira. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco. ANA/GEF/PNUMA/OEA. **Relatório Final**. Brasília, DF, 2003. 66 p.

ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (BRASIL). **Atualização de Séries Históricas de Vazões - Período 1931 a 2007**. RE-3/229/2008, Revisão 1 - nov/2008. Rio de Janeiro, 2008. 35p. Disponível em: < http://www.ons.org.br/download/operacao/hidrologia/vaz3107_Rev1.pdf>. Acesso em: 06 novembro 2009.

PANOSO, L. A. **Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos da área sob a influência do reservatório de Três Marias**. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, 1978.

RABUS, M. E; ROTH, A.; BAMLER, R. The shuttle radar topography mission - a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 57, p. 241-262, 2003.

REBOUCAS, A. C. Água e desenvolvimento rural. **Estudos Avançados**, IEA-USP, v.15, n. 43, p. 327-344, set./dez. 2001.

REIS, M. H.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, J. M. Mapeamento de áreas de risco à ocorrência à erosão hídrica no Sudoeste goiano com base na distribuição espacial das chuvas intensas. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – CONPEEX, 2, 2005. **Anais eletrônicos do XIII Seminário de Iniciação Científica**. Goiânia, GO, Brasil: CONPEEX, 2005. CD-ROM.

RIBEIRO, C. A. A. S.; CHAVES, M. A.; SOARES, V. P.; EUCLYDES, H. P. Modelos digitais de elevação hidrologicamente consistentes para a Amazônia Legal. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CENTRO-OESTE, 2. **Anais...** Campo Grande, MS, 2002. CD-ROM.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SANTOS, R. M.; SOARES, V. P.; SOARES, C. P. B. Ambiente topologicamente estruturado para extração automática de características morfométricas de bacias hidrográficas. In: SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 8, 2007, SÃO PAULO, E SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, SÃO PAULO. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2007. CD-ROM.

RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 1998. 840 p.

SAUNDERS, W. Preparation of DEMs for use in environmental modeling analysis. In: 1999 ESRI INTERNATIONAL USER CONFERENCE. **Proceedings…** San Diego, California: ESRI Press, 1999. CD-ROM.

SILVA, J. R. C.; DIAS, A. S. A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE). II – Correlação com o coeficiente de chuva e atualização do fator R no período de 1962 a 2000. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, Brasil, n. 27, p. 347-354, 2003.

SILVA, V. C. Estimativa da erosão atual da bacia do Rio Paracatu (MG / GO / DF). **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 3, p. 147-159, 2004.

VALDÉS, A.; MISTIAEN, J. A. Rural poverty in Latin America: recent trends and new challenges. In: FOOD, AGRICULTURE, AND RURAL DEVELOPMENT: CURRENT AND EMERGING ISSUES FOR ECONOMIC ANALYSIS AND POLICY RESEARCH. KOSTAS G. STAMOULIS (editor). **Proceedings…**Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (Food, agriculture and rural development), 2001. p. 87-136.

VERÍSSIMO, A.; ALVES, Y. B.; COSTA, M. P. C.; CARVALHO, C. R.; BORN, G. C. C.; TALOCCHI, S.; BORN, R. H. **Payment for Environmental Services**: Brazil. Proyecto Pago por Servícios Ambientales en las Américas. San Salvador, El Salvador: PRISMA, 2002. 82 p.

ANEXO I

Tabela 4. Contribuições proporcionais dos municípios à geração de energia na usina hidrelétrica Três Marias

Município	Área na Bacia [m²]	Vazão [m³/s]	Contrib. Q [%][1]	Posição	Contrib. Acum. [%][2]	Contrib. h [%][3]	CF atual [R$][4]	CF Q [R$][5]	CF h [R$][6]	CF Q + CF h [R$][7]
Abaeté	1.814.516.900	18,3091	3,57	3º	12,695%	6,67	317.154,01	152.733,59	31.715,40	184.448,99
Araújos	244.841.162	2,4705	0,48	69º	89,445%			20.609,07		20.609,07
Arcos	509.389.051	5,1399	1,00	32º	64,161%			42.876,86		42.876,86
Bambuí	1.452.587.321	14,6571	2,86	7º	24,450%			122.268,83		122.268,83
Belo Vale	364.489.128	3,6778	0,72	47º	76,683%			30.680,21		30.680,21
Betim	344.951.571	3,4807	0,68	51º	79,443%			29.035,67		29.035,67
Biquinhas	457.363.618	4,6150	0,90	35º	66,945%	0,11	5.240,86	38.497,73	524,09	39.021,81
Bom Despacho	1.208.441.192	12,1936	2,38	10º	31,800%			101.718,28		101.718,28
Bonfim	301.304.433	3,0403	0,59	56º	82,559%			25.361,75		25.361,75
Brumadinho	641.049.675	6,4684	1,26	22º	52,728%			53.959,19		53.959,19
Cachoeira da Prata	61.298.200	0,6185	0,12	104º	99,738%			5.159,68		5.159,68
Caetanópolis	157.400.517	1,5882	0,31	84º	95,399%			13.248,89		13.248,89
Campos Altos	144.481.173	1,4579	0,28	90º	97,176%			12.161,45		12.161,45
Capitólio	129.028.369	1,3019	0,25	91º	97,430%			10.860,72		10.860,72
Carandaí	561.678	0,0057	0,001	110º	100,000%			47,27		47,27
Carmo da Mata	339.063.189	3,4213	0,67	52º	80,109%			28.540,03		28.540,03
Carmo do Cajuru	454.294.904	4,5840	0,89	36º	67,838%			38.239,42		38.239,42
Carmópolis de Minas	399.315.668	4,0292	0,79	45º	75,237%			33.611,66		33.611,66
Casa Grande	146.111.439	1,4743	0,29	89º	96,892%			12.298,65		12.298,65
Cedro do Abaeté	279.846.996	2,8238	0,55	61º	85,400%			23.555,62		23.555,62
Cláudio	631.702.864	6,3741	1,24	25º	56,472%			53.172,41		53.172,41
Conceição do Pará	249.452.913	2,5171	0,49	67º	88,478%			20.997,25		20.997,25
Congonhas	305.345.130	3,0810	0,60	54º	81,371%			25.701,88		25.701,88

Município	Área na Bacia [m²]	Vazão [m³/s]	Contrib. Q [%][1]	Posição	Contrib. Acum. [%][2]	Contrib. h [%][3]	CF atual [R$][4]	CF Q [R$][5]	CF h [R$][6]	CF Q + CF h [R$][7]
Conselheiro Lafaiete	356.187.423	3,5941	0,70	48º	77,383%			29.981,42		29.981,42
Contagem	112.546.354	1,1356	0,22	94º	98,119%			9.473,37		9.473,37
Córrego Danta	643.631.625	6,4945	1,27	21º	51,467%			54.176,50		54.176,50
Córrego Fundo	30.069.598	0,3034	0,06	107º	99,928%			2.531,04		2.531,04
Cristiano Otoni	122.361.535	1,2347	0,24	92º	97,671%			10.299,56		10.299,56
Crucilândia	166.678.574	1,6818	0,33	83º	95,089%			14.029,84		14.029,84
Curvelo	1.209.691.282	12,2062	2,38	9º	29,423%			101.823,52		101.823,52
Desterro de Entre Rios	370.297.806	3,7364	0,73	46º	75,966%			31.169,13		31.169,13
Divinópolis	708.961.694	7,1537	1,39	19º	48,875%			59.675,55		59.675,55
Dores do Indaiá	1.109.317.613	11,1934	2,18	13º	38,503%			93.374,74		93.374,74
Doresópolis	154.133.966	1,5553	0,30	85º	95,702%			12.973,94		12.973,94
Entre Rios de Minas	462.287.441	4,6646	0,91	34º	66,045%			38.912,19		38.912,19
Esmeraldas	845.757.492	8,5340	1,66	17º	45,860%			71.190,06		71.190,06
Estrela do Indaiá	635.119.822	6,4086	1,25	24º	55,229%			53.460,03		53.460,03
Felixlândia	1.548.481.714	15,6247	3,05	4º	15,741%	14,22	676.075,63	130.340,59	67.607,56	197.948,15
Florestal	193.885.700	1,9564	0,38	79º	93,715%			16.319,97		16.319,97
Formiga	94.020.260	0,9487	0,18	98º	98,925%			7.914,00		7.914,00
Fortuna de Minas	197.535.271	1,9932	0,39	78º	93,334%			16.627,15		16.627,15
Ibirité	71.976.381	0,7263	0,14	101º	99,355%			6.058,48		6.058,48
Igarapé	109.439.464	1,1043	0,22	96º	98,551%			9.211,86		9.211,86
Igaratinga	219.385.980	2,2137	0,43	74º	91,741%			18.466,40		18.466,40
Iguatama	629.589.622	6,3528	1,24	26º	57,710%			52.994,52		52.994,52
Inhaúma	244.222.008	2,4643	0,48	70º	89,925%			20.556,94		20.556,94
Itaguara	409.970.950	4,1367	0,81	42º	72,858%			34.508,54		34.508,54
Itapecerica	823.902.808	8,3135	1,62	18º	47,480%			69.350,51		69.350,51

Município	Área na Bacia [m²]	Vazão [m³/s]	Contrib. Q [%][1]	Posição	Contrib. Acum. [%][2]	Contrib. h [%][3]	CF atual [R$][4]	CF Q [R$][5]	CF h [R$][6]	CF Q + CF h [R$][7]
Itatiaiuçu	292.747.833	2,9539	0,58	59º	84,291%			24.641,52		24.641,52
Itaúna	495.741.141	5,0022	0,98	33º	65,136%			41.728,09		41.728,09
Itaverava	13.992.283	0,1412	0,03	109º	99,999%			1.177,76		1.177,76
Japaraíba	172.182.465	1,7374	0,34	82º	94,761%			14.493,13		14.493,13
Jeceaba	235.647.820	2,3778	0,46	72º	90,852%			19.835,22		19.835,22
Juatuba	95.913.999	0,9678	0,19	97º	98,740%			8.073,36		8.073,36
Lagoa da Prata	439.382.681	4,4335	0,86	38º	69,581%			36.984,22		36.984,22
Lagoa Dourada	294.767.470	2,9743	0,58	57º	83,139%			24.811,50		24.811,50
Leandro Ferreira	353.917.981	3,5712	0,70	49º	78,079%			29.790,39		29.790,39
Luz	1.169.972.186	11,8054	2,30	11º	34,101%			98.480,22		98.480,22
Maravilhas	260.687.211	2,6304	0,51	64º	86,985%			21.942,88		21.942,88
Mário Campos	34.428.221	0,3474	0,07	105º	99,805%			2.897,92		2.897,92
Martinho Campos	1.060.228.388	10,6981	2,09	14º	40,589%			89.242,75		89.242,75
Mateus Leme	302.756.023	3,0549	0,60	55º	81,966%			25.483,92		25.483,92
Matutina	115.322.120	1,1636	0,23	93º	97,897%			9.707,03		9.707,03
Medeiros	936.165.859	9,4462	1,84	15º	42,430%			78.800,02		78.800,02
Moeda	153.849.992	1,5524	0,30	86º	96,004%			12.950,02		12.950,02
Moema	203.286.801	2,0512	0,40	77º	92,945%			17.111,28		17.111,28
Morada Nova de Minas	2.083.434.984	21,0226	4,10	2º	9,126%	44,66	2.123.565,23	175.369,29	212.356,52	387.725,81
Nova Serrana	283.971.620	2,8654	0,56	60º	84,850%			23.902,76		23.902,76
Oliveira	179.507.416	1,8113	0,35	81º	94,423%			15.109,71		15.109,71
Onça de Pitangui	246.622.736	2,4885	0,49	68º	88,963%			20.759,02		20.759,02
Ouro Branco	151.727.718	1,5310	0,30	88º	96,605%			12.771,39		12.771,39
Ouro Preto	71.561.463	0,7221	0,14	102º	99,496%			6.023,56		6.023,56
Paineiras	636.435.592	6,4219	1,25	23º	53,980%	4,92	233.977,29	53.570,79	23.397,73	76.968,52

Município	Área na Bacia [m²]	Vazão [m³/s]	Contrib. Q [%][1]	Posição	Contrib. Acum. [%][2]	Contrib. h [%][3]	CF atual [R$][4]	CF Q [R$][5]	CF h [R$][6]	CF Q + CF h [R$][7]
Pains	416.271.250	4,2003	0,82	40º	71,244%			35.038,84		35.038,84
Papagaios	551.497.334	5,5648	1,08	29º	61,006%			46.421,24		46.421,24
Pará de Minas	550.842.728	5,5582	1,08	30º	62,089%			46.366,17		46.366,17
Paraopeba	543.774.023	5,4869	1,07	31º	63,159%			45.771,16		45.771,16
Passa Tempo	429.240.565	4,3312	0,84	39º	70,425%			36.130,52		36.130,52
Pedra do Indaiá	348.038.397	3,5118	0,68	50º	78,764%			29.295,48		29.295,48
Pequi	204.287.192	2,0613	0,40	76º	92,546%			17.195,50		17.195,50
Perdigão	249.797.422	2,5205	0,49	66º	87,988%			21.026,22		21.026,22
Piedade dos Gerais	260.088.324	2,6244	0,51	65º	87,496%			21.892,46		21.892,46
Pimenta	74.218.269	0,7489	0,15	99º	99,071%			6.247,20		6.247,20
Piracema	279.839.056	2,8237	0,55	62º	85,951%			23.554,93		23.554,93
Pitangui	567.873.324	5,7300	1,12	27º	58,827%			47.799,69		47.799,69
Piumhi	897.823.436	9,0593	1,77	16º	44,196%			75.572,61		75.572,61
Pompéu	2.556.298.974	25,7939	5,03	1º	5,028%	8,41	399.852,85	215.171,70	39.985,28	255.156,99
Pratinha	32.252.158	0,3254	0,06	106º	99,869%			2.714,76		2.714,76
Quartel Geral	556.336.742	5,6136	1,09	28º	59,921%			46.828,60		46.828,60
Queluzito	153.352.742	1,5474	0,30	87º	96,306%			12.908,16		12.908,16
Resende Costa	235.718.329	2,3785	0,46	71º	90,389%			19.841,17		19.841,17
Rio Manso	232.370.523	2,3447	0,46	73º	91,309%			19.559,37		19.559,37
Santa Rosa da Serra	293.378.619	2,9603	0,58	58º	83,716%			24.694,59		24.694,59
Santo Antônio do Monte	1.128.648.371	11,3885	2,22	12º	36,321%			95.001,86		95.001,86
São Brás do Suaçuí	110.435.206	1,1143	0,22	95º	98,336%			9.295,69		9.295,69
São Francisco de Paula	22.049.239	0,2225	0,04	108º	99,971%			1.855,96		1.855,96
São Gonçalo do Abaeté	446.334.725	4,5037	0,88	37º	68,716%	1,70	80.633,31	37.569,39	8.063,33	45.632,72
São Gonçalo do Pará	264.933.497	2,6733	0,52	63º	86,472%			22.300,29		22.300,29

Município	Área na Bacia [m²]	Vazão [m³/s]	Contrib. Q [%][1]	Posição	Contrib. Acum. [%][2]	Contrib. h [%][3]	CF atual [R$][4]	CF Q [R$][5]	CF h [R$][6]	CF Q + CF h [R$][7]
São Gotardo	674.391.548	6,8048	1,33	20º	50,201%			56.765,67		56.765,67
São Joaquim de Bicas	72.510.457	0,7317	0,14	100º	99,213%			6.103,42		6.103,42
São José da Varginha	204.746.664	2,0660	0,40	75º	92,144%			17.234,19		17.234,19
São Roque de Minas	1.490.534.053	15,0400	2,93	5º	18,673%			125.462,95		125.462,95
São Sebastião do Oeste	403.774.271	4,0742	0,79	44º	74,452%			33.986,96		33.986,96
Sarzedo	61.698.279	0,6226	0,12	103º	99,617%			5.193,35		5.193,35
Serra da Saudade	335.847.357	3,3888	0,66	53º	80,770%			28.269,31		28.269,31
Sete Lagoas	180.085.661	1,8171	0,35	80º	94,069%			15.158,37		15.158,37
Tapiraí	410.887.661	4,1460	0,81	41º	72,052%			34.585,70		34.585,70
Tiros	1.318.969.729	13,3089	2,59	8º	27,044%			111.021,83		111.021,83
Três Marias	1.484.496.874	14,9791	2,92	6º	21,592%	19,32	918.412,05	124.954,77	91.841,21	216.795,97
Vargem Bonita	406.499.009	4,1017	0,80	43º	73,658%			34.216,30		34.216,30
Total	**50.840.683.484**	**513**	**100**			**100**	**4.754.911,23**	**4.279.420,11**	**475.491,12**	**4.754.911,23**

(1) Contribuição percentual da área de cada município dentro da bacia de drenagem da represa de Três Marias à vazão regularizada; (2) Contribuição acumulada de cada município à vazão regularizada em ordem crescente; (3) Contribuição percentual da superfície do reservatório da represa de Três Marias, pertencente a cada município, à altura da queda líquida; (4) Compensação financeira devida aos municípios pela legislação atual; (5) Compensação financeira devida à vazão pela metodologia proposta; (6) Compensação financeira devida à queda líquida pela metodologia proposta; (7) Compensação financeira total devida à queda líquida e à vazão pela metodologia proposta.

Municípios interceptados pelo reservatório da UHE Três Marias

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo