

ESTUDOS DE PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

Identificação e Classificação de Potenciais Reservatórios de Regularização



Empresa de Pesquisa Energética

**Ministério de
Minas e Energia**





GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia

Ministro
Carlos Eduardo de Souza Braga

Secretário Executivo do MME

Márcio Pereira Zimmermann

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Altino Ventura Filho

Secretário de Energia Elétrica

Ildo Wilson Grüdtner

Secretário Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis

Marco Antônio Martins Almeida

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Carlos Nogueira da Costa Júnior

ESTUDOS DE PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

Identificação e Classificação de Potenciais Reservatórios de Regularização no SIN



Empresa de Pesquisa Energética

Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Maurício Tiomno Tolmasquim

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Amílcar Gonçalves Guerreiro

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

José Carlos de Miranda Farias

Diretor de Gestão Corporativa

Álvaro Henrique Matias Pereira

URL: <http://www.epe.gov.br>

Sede

SAN – Quadra 1 – Bloco B – Sala 100-A
70041-903 – Brasília - DF

Escritório Central

Av. Rio Branco, 01 – 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

Coordenação Geral

Maurício Tiomno Tolmasquim
José Carlos de Miranda Farias
Amílcar Gonçalves Guerreiro

Coordenação Executiva

Oduvaldo Barroso da Silva
Edna Elias Xavier
Paulo Roberto Amaro

Equipe Técnica

Angela Regina Livino de Carvalho
Thais Iguchi
Thiago Correa César
Hermani M. Vieira
Cristiane Moutinho Coelho
Gustavo Fernando Schmidt
Paula Cunha Coutinho
Guilherme de Paula Salgado
Ana Dantas Mendez de Mattos
Silvana Andreoli Espig
Rodrigo Vellardo Guimarães
Carolina Meirinho (estagiária)
André Luiz da Silva Velloso
Guilherme Mazolli Fialho
Helena Portugal Gonçalves da Motta
Thiago Vasconcelos Barral Ferreira

Nº EPE-DEE-DEA-RE-001/2015-r0

Data: 16 de abril de 2015

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	16/04/2015	Publicação Original

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
2. INTRODUÇÃO	12
3. SELEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE RESERVATÓRIOS ENERGETICAMENTE SIGNIFICATIVOS.....	15
4.1. ASPECTOS ENERGÉTICOS.....	19
5. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS USINAS SELECIONADAS.....	23
6. AVALIAÇÃO SOCIOAMBIENTAL	27
6.1. CRITÉRIOS UTILIZADOS	27
6.1.1. IMPACTOS SOBRE OS MEIOS FÍSICO E BIÓTICO	28
6.1.2. IMPACTOS SOBRE TERRITÓRIOS DE POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS.....	29
6.1.3. IMPACTOS SOBRE POPULAÇÃO (RELOCAÇÕES).....	30
6.1.4. OUTROS IMPACTOS.....	31
6.2. DADOS BÁSICOS E PREMISSAS ADOTADAS EM SEU TRATAMENTO	31
6.2.1. IMPRECISÕES DA BASE CARTOGRÁFICA.....	33
6.2.2. AUSÊNCIA/DESATUALIZAÇÃO DE DADOS	34
6.2.3. POPULAÇÃO AFETADA	35
6.3. AGRUPAMENTO DOS PROJETOS SEGUNDO AS INTERFERÊNCIAS.....	35
6.3.1. GRUPO 1.....	35
6.3.2. GRUPO 2.....	36
6.3.3. GRUPO 3.....	38
6.3.4. GRUPO 4.....	39
6.4. RESUMO DAS CONSIDERAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS	40
7. CONCLUSÕES.....	42

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Aproveitamentos com Capacidade de Regularização Identificados.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabela 2 – Lista de Aproveitamentos Hidrelétricos Seleccionadas.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 3 – Aspectos energéticos dos aproveitamentos da bacia do rio São Francisco.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 4 – Aspectos energéticos dos aproveitamentos da bacia do rio Tocantins.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 5 – Aspectos energéticos dos aproveitamentos da bacia do rio Jequitinhonha.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 6 – Aspectos energéticos dos aproveitamentos da bacia do rio Verde.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 7 – Aspectos energéticos dos aproveitamentos da bacia do rio Uruguai.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 8 – Aspectos energéticos dos aproveitamentos na região Amazônica.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 9 – Resumo da Avaliação Econômica.....</i>	<i>25</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Distribuição das Energias Armazenáveis entre os aproveitamentos do banco de dados.....</i>	<i>Erro!</i>
<i>Indicador não definido.</i>	
<i>Figura 2 – Histograma de Energias Armazenáveis.....</i>	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
<i>Figura 3 - Evolução da capacidade de armazenamento do SIN – PDE 2023.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4 - Acréscimo anual de capacidade instalada por fonte – PDE 2023.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5 Distribuição das Energias Armazenáveis entre os aproveitamentos do banco de dados.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 6 – Histograma de Energias Armazenáveis.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 7– Localização dos aproveitamentos analisados.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 8 – Reservatório do AHE Escaramuça.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 9 – Energia armazenável por grupo de aproveitamentos.....</i>	<i>41</i>

SUMÁRIO EXECUTIVO

A participação de fontes renováveis de energia é prioridade do setor energético para garantir uma matriz limpa, como pode ser observado no planejamento energético brasileiro por meio de seus planos. Consoante a esta diretriz, busca-se atender à demanda de energia de forma segura e cumprir a meta de redução de emissões de gases de efeito estufa fixada pelo setor no Plano Decenal de Energia.

Diante disso, fica evidente a importância da hidroeletricidade na matriz brasileira, já que se trata de fonte renovável e, no geral, com emissões de GEEs desprezíveis. Entretanto, o recurso hídrico, materializado nos rios, apresenta grande variabilidade e incerteza em sua disponibilidade, seja por aspectos sazonais, seja por períodos pontuais de baixas aflúências, como observado no ciclo 2014-2015. Assim, quanto maior for a dependência de fluxos naturais para a geração de energia elétrica, menor a segurança do abastecimento.

A confiabilidade no atendimento à demanda de energia elétrica no país, em linhas gerais, pode ser alcançada de duas formas. A primeira, mais simples, porém mais cara e poluente, é a utilização de usinas térmicas, operadas permanentemente, ou seja, na base da matriz de geração, ou sendo acionadas somente em situações críticas em que os níveis dos reservatórios encontram-se muito baixos.

A outra forma de aumentar a segurança do abastecimento é a construção de reservatórios de regularização, estruturas capazes de reservar grande volume de água nos períodos úmidos e utilizá-lo nos períodos mais secos. Esse tipo de construção tem sido amplamente utilizado pelas sociedades com o intuito de aumentar a segurança hídrica possibilitando os diversos usos da água: consumo humano, dessedentação animal, irrigação de culturas, transporte hidroviário, consumo industrial, controle de cheias e geração de energia elétrica.

No Brasil, grande parte dos reservatórios de regularização foram implantados e são mantidos e operados pelo setor elétrico, o que mostra a sua importância para garantir o atendimento da demanda de energia elétrica do país. No entanto, ultimamente pode ser observada uma redução percentual na capacidade de acumulação dos reservatórios das usinas hidrelétricas do sistema elétrico brasileiro. Esse quadro evidencia uma mudança nas características do sistema elétrico, influenciando a capacidade de gestão da oferta. Não por acaso, esse tema tem sido alvo de discussões da agenda setorial.

Diante deste quadro, veio a necessidade de levantar informações de projetos hidrelétricos com reservatórios que promovam a regularização das aflúências e que gerem benefícios para todo o sistema. Em face disto, a EPE elaborou o presente estudo com o objetivo de selecionar um

conjunto de projetos hidrelétricos de regularização e avaliá-los sob a ótica energética, econômica e socioambiental, de forma a subsidiar as discussões e possíveis tomadas de decisão quanto à implantação destes projetos.

Para tanto, foram selecionados na base de dados da EPE os aproveitamentos hidrelétricos com potência instalada superior a 30 MW, que possuam a capacidade operativa de regularização das aflúncias e cujos estudos – seja na fase de Estudo de Inventário Hidrelétrico, Estudo de Viabilidade Técnica Econômica ou Projeto Básico – estejam aprovados na Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica. Logo, não foi considerada, neste momento, a possibilidade de elaboração de novos inventários hidrelétricos ou a revisão daqueles já aprovados buscando identificar novos reservatórios de regularização.

Inicialmente, foram identificados 71 aproveitamentos que operariam promovendo a regularização mensal, capazes de contribuir com 50,7 GWmed de energia armazenável, acrescentando cerca de 18% na capacidade de armazenamento total atual do SIN. Notou-se, porém, que este potencial se encontra distribuído assimetricamente, uma vez que 90% do total de energia armazenável está concentrada em 30% dos aproveitamentos.

Dessa forma, para uma análise mais detalhada, foram escolhidos aqueles projetos cuja capacidade de armazenamento supere 480 MWmed, tendo como base os principais reservatórios do SIN monitorados pelo ONS. Assim foram definidos 25 projetos, identificados na Figura 1, cujos reservatórios poderiam agregar 46.646 MWmed de Energia Armazenável ao sistema, ou seja, cerca de 16% da capacidade atual de armazenamento.

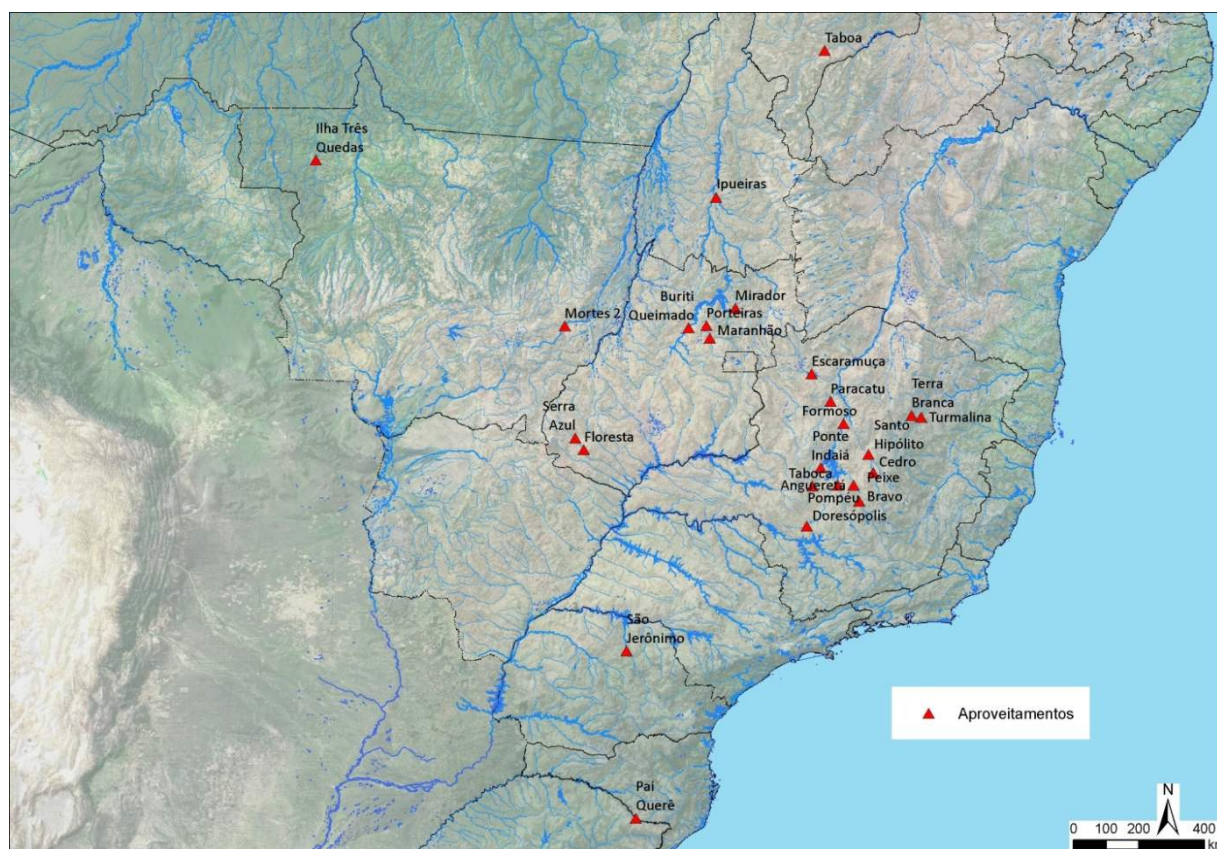


Figura 1 – Localização dos 25 aproveitamentos selecionados

Em seguida, os 25 aproveitamentos identificados passaram por uma avaliação energética, econômica e socioambiental. De forma simplificada, pode-se descrever a etapa de estudos energéticos pela identificação, através de simulações, do incremento no armazenamento de energia para o SIN propiciado pela regularização em cada reservatório analisado, considerando o universo de usinas existentes.

Quanto à avaliação socioambiental partiu-se da premissa que determinados aspectos socioambientais, considerados relevantes no contexto da análise, refletem a complexidade para a implantação dos aproveitamentos analisados. Dessa forma, foi proposto um agrupamento tendo como norte as interferências dos projetos em áreas legalmente protegidas e nas populações. Como resultado os aproveitamentos foram categorizados em 4 (quatro) grupos, segundo diferentes graus de complexidade, a saber:

- Grupo 1 - não apresentam interferências significativas com relação aos aspectos avaliados, sendo a população afetada inferior a 1.000 pessoas;
- Grupo 2 - atingem Unidade de Conservação de uso sustentável e a população afetada é inferior a 2.500 pessoas;

- Grupo 3 - atingem sede municipal e contingente populacional superior a 2.500 pessoas;
- Grupo 4 - atingem Terra Indígena ou Unidade de Conservação de proteção integral ou equivalente.

Ressalta-se que se trata de uma abordagem geral e qualitativa e que não atesta a viabilidade ambiental dos projetos. A intenção é evidenciar a complexidade que envolverá a implantação de quaisquer dos aproveitamentos analisados. Portanto, buscou-se identificar as interferências geralmente consideradas mais críticas, assumindo-se o entendimento que, de maneira geral, tais interferências refletem os principais impactos associados a empreendimentos hidrelétricos.

Cabe destacar que os aspectos socioambientais avaliados aqui, bem como outros não avaliados no âmbito desse estudo, devem ser ponderados em face dos benefícios que os reservatórios proporcionarão ao sistema elétrico: i) agregar não só a geração de energia em suas próprias casas de força, como também contribuir para aumentar a geração nas usinas que se situam a jusante, pela regularização que promovem nas aflúências dos cursos d'água onde forem implantados; ii) aumento da segurança energética de todo sistema, propiciado pela forma eficiente de se armazenar energia elétrica na forma de volume de água em usinas hidrelétricas adequadas para tal finalidade; iii) possibilidade de reduzir geração térmica no parque existente, bem como postergar a decisão pela implantação de novas usinas termelétricas, consequentemente redução de emissão de gases de efeito estufa.

A questão é complexa na medida em que contrapõe relevantes incumbências do poder público, igualmente inscritas na Constituição Federal (CF): o uso dos potenciais hidroenergéticos e a oferta da eletricidade, a defesa e a preservação do meio ambiente e a garantia dos direitos das populações atingidas.

Nesse sentido, essa Nota Técnica visa trazer à tona informações para subsidiar a discussão da sociedade brasileira sobre o aproveitamento do potencial de regularização do país, representado aqui pelos 25 projetos estudados.

Tabela 1 – Aproveitamentos com Capacidade de Regularização Identificados

Grupo	Aproveitamento	EARM (MWmed)	Pot. Instalada (MW)	Área (km ²)	ICB (R\$/MWh)
Grupo 1	Maranhão Baixo	3.677	125	180	100-150
	Porteiras 2	1.581	86	123	>200
	Taboca	973	35,8	67,5	150-200
	Ponte Indaiá	952	51,4	42,5	150-200
	Serra Azul	915	37,9	77,1	100-150
	Angueretá	876	53,9	101,1	150-200
	Floresta	701	37,8	83,3	<100
	Peixe Bravo	671	46	61	150-200
	Doresópolis	493	60	25,5	>200
Grupo 2	Terra Branca	3.598	143	169	100-150
	Formoso	2.752	342	305	150-200
	Ipueiras	2.337	480	1.066	150-200
	Santo Hipólito	2.178	95	196	100-150
	Mirador	1.709	80	52	150-200
	Turmalina	1.226	96	80	100-150
	Taboa	514	98	220,8	>200
Grupo 3	Escaramuça	5.254	50	558	<100
	Cedro	2.368	80	164	100-150
	Paracatu	1492	75	345,7	100-150
Grupo 4	Pompéu	3.692	209	171	100-150
	Pai Querê	2.923	292	62	100-150
	Buriti Queimado	2.500	142	200	150-200
	Mortes 2 – 322	1.511	310	368	100-150
	Ilha três Quedas	1.326	116	488	<100
	São Jerônimo	427	330	65,9	100-150

2. Introdução

A água é recurso de fundamental importância para a vida humana, fato que torna essencial conhecer e gerenciar sua disponibilidade de modo a garantir o desenvolvimento sustentável das sociedades. Essas ações são especialmente relevantes se considerado um cenário de crescimento econômico e demográfico e aumento da demanda pela água.

Os regimes fluviais apresentam ciclos de sazonalidade anual, em geral caracterizados por dois períodos, um de estiagem e outro úmido. No primeiro caso as afluências ficam abaixo da média e no segundo acima. Além desses ciclos sazonais, naturalmente ocorrem variações climáticas plurianuais que podem resultar em períodos pontuais de baixas afluências, como observado no ciclo 2014-2015. Esses eventos variam de região para região, em função principalmente da localização da bacia hidrográfica em questão, de características geológicas e da interação destas com a circulação de massas de ar na atmosfera.

Assim, de forma a compensar a variação natural da disponibilidade dos recursos hídricos ao longo do tempo e garantir a manutenção dos múltiplos usos da água nos momentos de escassez, a solução mais usual adotada é a implantação de reservatórios de regularização. Estes têm como função armazenar água nos períodos úmidos para uso nos períodos secos e permitir um uso mais eficiente do recurso.

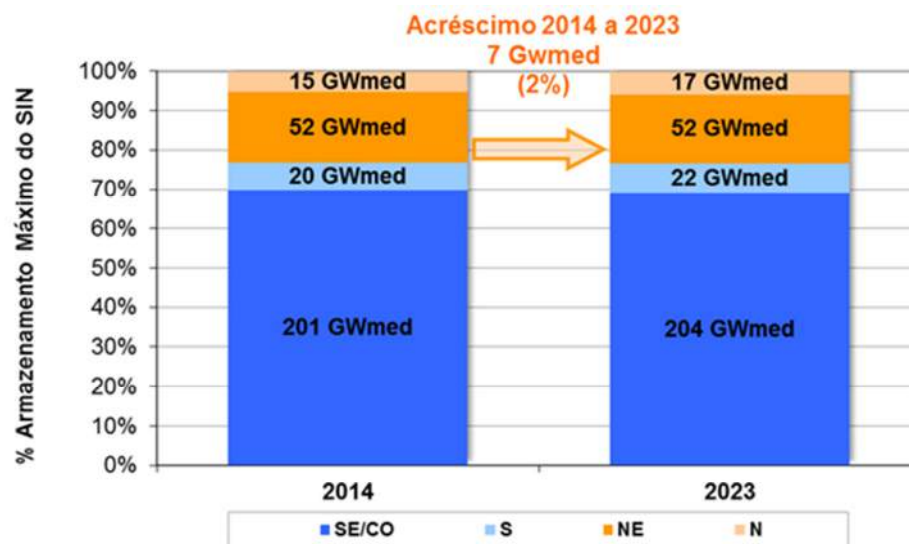
Em função das características e necessidades de cada região, a construção de um barramento pode ser projetada para possibilitar um ou múltiplos usos da água, caso em que os benefícios se amplificam. Dentre os diversos usos podemos destacar: abastecimento humano, dessedentação animal, navegação, lazer, irrigação, uso industrial, controle de cheias e geração de energia.

No Brasil, a geração hidrelétrica representa um dos usos mais significativos dos reservatórios. Nossa matriz de energia elétrica apresenta predominância da hidroeletricidade, o que a coloca como uma das mais limpas quando comparada à de outros países. Entretanto, a participação deste recurso vem caindo ao longo do tempo, embora ainda tenha representado 76% de toda a geração nos últimos 2 anos (apesar da baixa disponibilidade hídrica neste período). Além disso, dificuldades para viabilização de reservatórios de regularização, de ordem econômica e socioambiental, tem propiciado a implantação predominantemente de usinas a fio d'água, ou seja, sem capacidade de acumular o excedente de água para uso em épocas de escassez.

Dessa forma, para tentar fazer frente ao aumento da carga a ser atendida, reservatórios de regularização hoje existentes no Sistema Elétrico Nacional são deplecionados de forma cada vez mais rápida, exigindo geração complementar com outras fontes mais caras e poluentes.

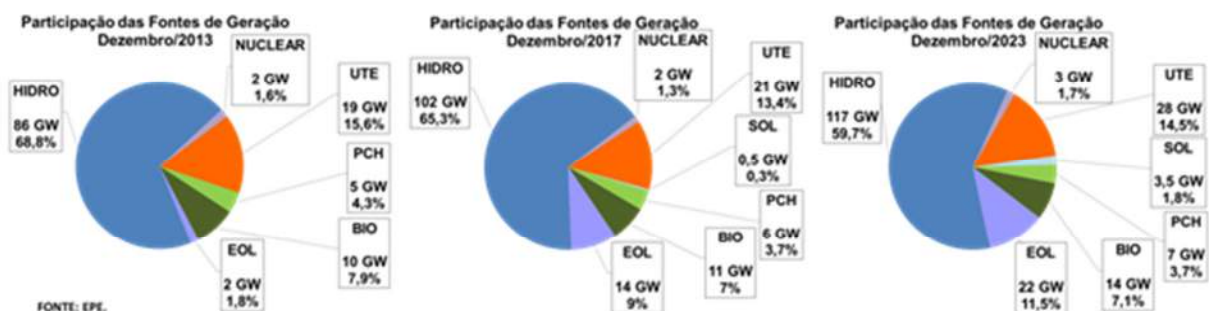
Essa situação se torna mais complexa quando a estação chuvosa atravessa momentos atípicos com chuvas distribuídas de forma espacialmente e temporalmente irregular e com valores abaixo da média histórica, como estamos vivenciando nesse ciclo (2014 – 2015).

Essa situação ainda deverá se agravar no futuro, conforme consta nos estudos de planejamento setoriais. O Plano Decenal de Expansão de Energia vem indicando a paulatina perda de capacidade de regularização do SIN e o aumento da participação de fontes intermitentes de energia, como a eólica e solar. Esta perda fica evidente no ponto em que o PDE 2023 apresenta o aumento no armazenamento no período de 2014 a 2023 de somente 2%, enquanto a capacidade de potência instalada cresce 36% no mesmo período. As Figuras a seguir extraídas do PDE 2023, ilustram tal questão.



FONTE: EPE.

Figura 1 - Evolução da capacidade de armazenamento do SIN – PDE 2023



FONTE: EPE.

Figura 2 - Acréscimo anual de capacidade instalada por fonte – PDE 2023

Tendo em vista o contexto exposto acima, de atual tendência de redução da capacidade de armazenamento de energia e da necessidade de se identificar soluções, econômica e socioambientalmente adequadas, para evitar o aumento da fragilidade do Sistema

Interligado Nacional às variações climáticas, a EPE propôs a realização do presente estudo de avaliação de reservatórios de regularização em projetos hidrelétricos.

3. Seleção e Classificação de Reservatórios Energeticamente Significativos

A partir do contexto histórico e motivacional inicial deste texto, buscou-se no presente trabalho selecionar os projetos hidrelétricos com reservatórios de regularização cujos benefícios energéticos seriam significativos para o Sistema Interligado Nacional.

Para tanto, foram avaliados os aproveitamentos hidrelétricos, com potência superior a 30MW, cadastrados na base de dados da EPE. Essa base de dados contempla um conjunto de cerca de 180 projetos possíveis de serem implantados no SIN, todos com estudos aprovados na ANEEL, em diferentes etapas:

- Inventário Hidrelétrico;
- Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica;
- Projeto Básico¹.

Destaca-se que o conjunto aqui avaliado não esgota o real potencial de implantação de reservatórios de regularização no Brasil, já que não foram considerados: i) o potencial técnico já conhecido que se apresenta inviável sob a ótica atual, por exemplo da bacia do rio Xingu²; e ii) a possibilidade de elaboração de novos inventários hidrelétricos ou a revisão daqueles já aprovados buscando identificar novos reservatórios de regularização.

Da carteira de 180 projetos, são contabilizados 71 aproveitamentos com reservatório de regularização mensal, com contribuição para o armazenamento do SIN estimada³ em 50,7 GWmed de energia armazenável, cerca de 18% do armazenamento total atual. Este montante é distribuído entre os aproveitamentos da seguinte forma:

¹ Foram considerados projetos básicos de UHE com potências entre 30MW e 50MW, que ainda serão objeto de autorização participando futuramente de leilões de energia nova.

² O inventário hidrelétrico do rio Xingu, aprovado pelo Despacho ANEEL 2.756/2008, não contempla em sua alternativa selecionada qualquer reservatório de regularização. Entretanto em outras alternativas constavam os reservatórios de regularização de Altamira e São Félix. Neste exemplo o potencial técnico destes reservatórios não foi extinto, apenas considerado inviável sob a ótica vigente à época da aprovação.

³ O cálculo de energia armazenável de cada usina considerou o volume útil cadastrado nos estudos e as produtibilidades médias de todas as usinas a jusante existentes no deck base para o Leilão A-5 de 2012, obtidas com o modelo MSUI.

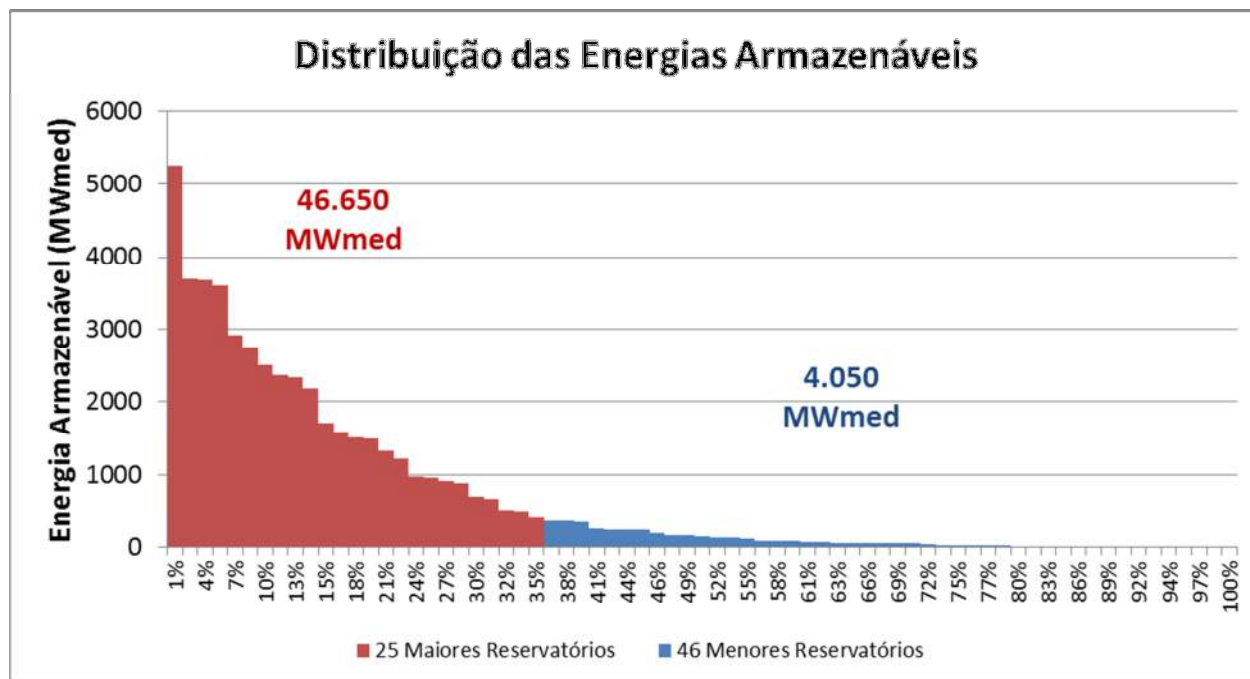


Figura 3 Distribuição das Energias Armazenáveis entre os aproveitamentos do banco de dados

A distribuição do gráfico acima é bastante assimétrica, uma vez que mais de 90% do total de energia armazenável está concentrado em 35% (25 reservatórios) do total de aproveitamentos e que apenas 23 das 71 usinas contam com capacidade de armazenamento superior a 500 MWmed. No histograma abaixo, são apresentadas as frequências dos aproveitamentos por faixa de energia armazenável:

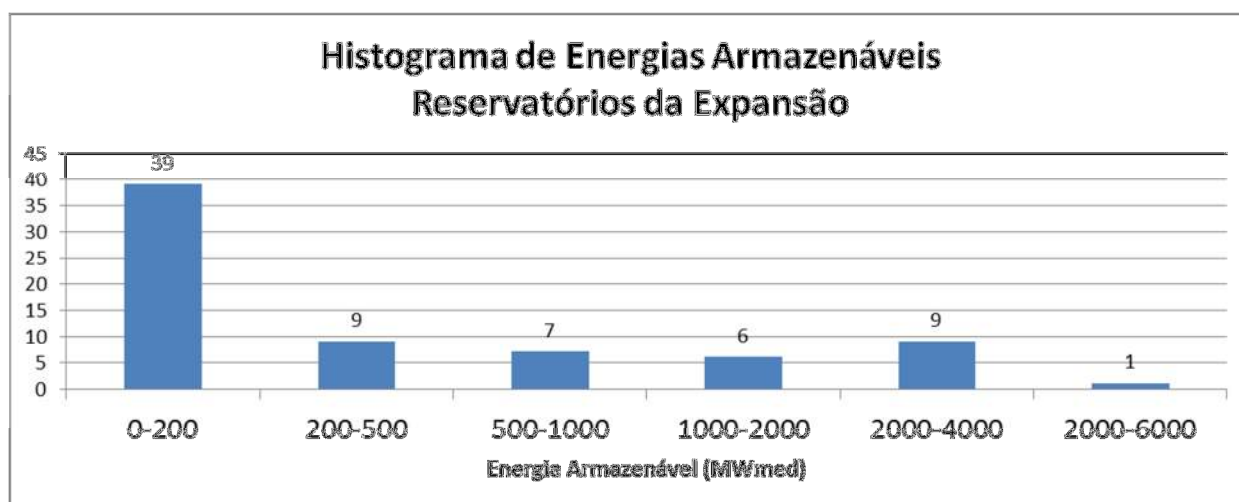


Figura 4 – Histograma de Energias Armazenáveis

Com o intuito de subsidiar a escolha dos reservatórios mais significativos a serem estudados em maior profundidade, utilizou-se adicionalmente o critério detalhado a seguir.

O Operador Nacional do Sistema (ONS) monitora e divulga diariamente, em seu sítio eletrônico na rede mundial de computadores⁴, a situação dos principais reservatórios do SIN. Portanto, é interessante que o estudo em questão contemple usinas que seriam aptas a receber tal classificação pelo ONS. O reservatório que possui a menor capacidade de armazenamento é o da UHE Segredo no rio Iguazu cujo armazenamento máximo é de cerca de 480 MWmed.

Finalmente, o presente estudo definiu 25 aproveitamentos com reservatórios de regularização que teriam relativa importância para o SIN e, portanto, caberia realizar uma análise mais detalhada de seus aspectos energéticos, econômicos e socioambientais. Tais reservatórios estão discriminados a seguir:

Tabela 2 – Lista de Aproveitamentos Hidrelétricos Selecionados

Nome	EARM (MWmed)	Estudo	Documento de Aprovação
ESCARAMUÇA	5254	Estudo de inventário do rio São Francisco	Portaria nº 259, de 09 de agosto de 1990
POMPEU	3692	Estudo de Viabilidade em aceite	Despacho nº 9, de 4 de janeiro de 2012
MARANHÃO BAIXO	3677	Estudo de Inventário dos rios Tocantinzinho, Maranhão e das Almas aprovado	Despacho nº 530, de 7 de agosto de 2001
TERRA BRANCA	3598	Estudos de Inventário Hidrelétrico do rio Jequitinhonha e de seu afluente pela margem direita rio Araçuaí	Despacho nº 4.280, de 1º de novembro de 2011
PAI QUERÊ	2923	Estudo de Viabilidade aprovado	Despacho nº 489, de 24 de julho de 2001
FORMOSO	2752	Estudo de inventário do rio São Francisco	Portaria nº 259, de 09 de agosto de 1990
BURITI QUEIMADO	2500	Estudo de Inventário dos rios Tocantinzinho, Maranhão e das Almas aprovado	Despacho nº 530, de 7 de agosto de 2001
CEDRO	2368	Estudo de inventário do rio São Francisco	Portaria nº 259, de 09 de agosto de 1990
IPUEIRAS	2337	Estudo de Viabilidade aprovado	Despacho nº 1.687, de 26 de outubro de 2005
SALTO HIPÓLITO	2178	Estudo de inventário do rio São Francisco	Portaria nº 259, de 09 de agosto de 1990
MIRADOR	1709	EVTE - Portaria 365/2005	Portaria nº 365, de 16 de agosto de 2005
PORTEIRAS 2	1581	Estudo de Inventário dos rios Tocantinzinho, Maranhão e das Almas aprovado	Despacho nº 530, de 7 de agosto de 2001
MORTES 2-322	1511	Inventario do Araguaia - EPE	Despacho nº 4.633, de 2 de dezembro de 2011

Nome	EARM (MWmed)	Estudo	Documento de Aprovação
PARACATU	1492	Estudo de inventário do rio São Francisco	Portaria nº 259, de 09 de agosto de 1990
ILHA TRÊS QUEDAS	1326	Inventário do Aripuanã - EPE	Despacho nº 1.971, de 12 de junho de 2012
TURMALINA	1226	Estudos de Inventário Hidrelétrico do rio Jequitinhonha e de seu afluente pela margem direita rio Araçuaí	Despacho nº 4.280, de 1º de novembro de 2011
TABOCA	973	Inventario do São Francisco, Indaiá e Paraopeba	Despacho nº 925, de 1º de dezembro de 2003
PONTE INDAIA	952	Inventario do São Francisco, Indaiá e Paraopeba	Despacho nº 925, de 1º de dezembro de 2003
SERRA AZUL	915	Revisão dos Estudos de Inventário Hidrelétrico do Rio Verde	Despacho nº 809, de 23 de fevereiro de 2011
ANGUERETÁ	876	Inventario do São Francisco, Indaiá e Paraopeba	Despacho nº 925, de 1º de dezembro de 2003
FLORESTA	701	Revisão dos Estudos de Inventário Hidrelétrico do Rio Verde	Despacho nº 809, de 23 de fevereiro de 2011
PEIXE BRAVO	671	Inventario do São Francisco, Indaiá e Paraopeba	Despacho nº 925, de 1º de dezembro de 2003
TABOA	514	Estudos de Inventário Hidrelétrico do Rio Parnaíba (incluindo seu principal afluente pela margem esquerda, o rio Balsas)	Despacho nº 680, de 26 de setembro de 2003
DORESOPOLIS	493	Inventario do São Francisco, Indaiá e Paraopeba	Despacho nº 925, de 1º de dezembro de 2003
SAO JERÔNIMO	427	Estudo de inventário aprovado	Despacho nº 410, de 1º de abril de 2005

4.1. Aspectos energéticos

Com o intuito de identificar benefícios energéticos adicionais, foram estudados outros importantes indicadores dos aproveitamentos hidrelétricos listados na tabela anterior. Dentre os diversos indicadores optou-se por focar nos seguintes: volume útil, vazão natural afluyente (média histórica) e tempo esperado para enchimento do reservatório.

A partir destes indicadores pode-se avaliar não apenas a quantidade de energia passível de ser armazenada, mas também a capacidade de efetivamente conseguir armazenar esta energia. Para esta análise é necessário relacionar o volume de água necessário para armazenar aquela energia e o fluxo de água no local do aproveitamento, que será o responsável por abastecer aquele reservatório.

De forma qualitativa optou-se, nesta etapa, por comparar os referidos indicadores dos aproveitamentos em estudo com reservatórios já existentes no mesmo rio ou bacia hidrográfica, comparando locais de mesmas características hidrológicas. Uma vez que no presente estudo há uma certa concentração de aproveitamentos em determinadas bacias – São Francisco, Jequitinhonha, Tocantins e Verde – as análises a seguir foram elaboradas agrupando as usinas por bacia.

Tabela 3 – Aspectos energéticos dos aproveitamentos da bacia do rio São Francisco

	EARM (MWmed)	Vol. Útil (hm ³)	Vazão MLT ⁵ (m ³ /s)	Tempo Enchimento ⁶ (meses)
Escaramuça	5.254	4.550,7	200,6	8,6
Pompéu	3.692	2.704	393,9	2,6
Formoso	2.752	2.385,4	837,1	1,1
Cedro	2.368	1.953	115,7	6,4
Sto Hipólito	2.178	1.862,6	208,6	3,4
Paracatu	1.492	1.335	411,8	1,2
Taboca	973	662,5	24,5	10,3
Ponte Indaiá	952	674,3	39,7	6,5
Peixe Bravo	671	469,3	110,1	1,6
Doresópolis	493	355,1	88,8	1,5
Total	20.825	16.951,9	-	4,8
Total (s/ Escaramuça)	15.571	12.401,2	-	3,5
Três Marias	16.076	15.278	691,8	8,4

⁵ MLT: Média de Longo Termo, corresponde a média de todo histórico.

⁶ O tempo de enchimento foi estimado pela razão entre o volume útil do reservatório e vazão MLT no local do aproveitamento.

Os indicadores mostram que todos os aproveitamentos na bacia do rio São Francisco, no estado de Minas Gerais, contabilizam cerca de 21 mil MWmed de armazenamento com tempo médio de enchimento de 4,8 meses. Caso não se considere o aproveitamento de Escaramuça obtém-se um total de 15.571 MWmed com tempo médio de enchimento 3,5 meses e volume útil total de 12.401 hm³. Este montante equivale a toda contribuição do reservatório de Três Marias, no rio São Francisco em Minas Gerais, com menos da metade do tempo de enchimento. Desta forma, pode-se concluir que este conjunto de reservatórios contribui com a mesma quantidade de energia armazenável de Três Marias, com maior disponibilidade de armazenamento e menor volume de água necessário.

É importante destacar que a bacia do rio São Francisco tem, atualmente, apenas 50.230 MWmed de armazenamento e, portanto, estes aproveitamentos são capazes de elevar em cerca de 40% esta capacidade, o que mostra a grande relevância destes aproveitamentos para a regularização desta bacia em específico.

Tabela 4 – Aspectos energéticos dos aproveitamentos da bacia do rio Tocantins

	EARM (MWmed)	Vol, Útil (hm ³)	Vazão MLT (m ³ /s)	Tempo Enchimento (meses)
Maranhão Baixo	3.677	2.773	134,1	7,9
Buriti Queimado	2.500	1.983	271,9	2,8
Ipueiras	2.337	4.926	2.282,0	0,8
Mirador	1.709	1.092	69,5	6,0
Porteiras	1.581	1.278	184,9	2,6
Total	11.804	12.052	-	3,4
Serra da Mesa	42.516	43.250	775,3	21,2

Na bacia do rio Tocantins a situação é semelhante, o conjunto de usinas estudadas agrega 11.804 MWmed de armazenamento com tempo de enchimento médio de 3,4 meses e 12.052 hm³ de volume útil. Desta forma, este conjunto tem contribuição equivalente a 28% do total de Serra da Mesa, sendo capaz de encher os reservatórios cinco vezes mais rapidamente que esta usina em operação. Apesar de Serra da Mesa contribuir com 42.516 MWmed, apenas 6.888 MWmed são associados ao subsistema Norte⁷, da mesma forma, os 5 aproveitamentos estudados contribuem com 3.489 MWmed neste subsistema, correspondendo a 23,5% da capacidade atual do subsistema.

⁷ De forma a compatibilizar com os valores de armazenamento oficiais do ONS do subsistema Norte, considerou-se como a parcela de contribuição de Serra da Mesa para este subsistema o 55% de seu volume útil e as produtibilidades das usinas de Tucuruí e Estreito.

Tabela 5 – Aspectos energéticos dos aproveitamentos da bacia do rio Jequitinhonha

	EARM (MWmed)	Vol. Útil (hm ³)	Vazão MLT (m ³ /s)	Tempo Enchimento (meses)
Terra Branca	3.598	3.047	96,7	12,0
Turmalina	1.226	1.946	60,7	12,2
Total	4.824	4.993	-	12,1
Irapé	2.900	3.696	150,9	9,3

A bacia do rio Jequitinhonha tem dois aproveitamentos a serem implantados no estado de Minas Gerais, esta bacia hoje tem pequena capacidade de armazenamento, contando apenas com o reservatório da UHE Irapé. Os dois aproveitamentos em estudo são capazes de elevar esta capacidade em 166%, porém com um tempo de enchimento superior ao de Irapé.

Tabela 6 – Aspectos energéticos dos aproveitamentos da bacia do rio Verde

	EARM (MWmed)	Vol. Útil (hm ³)	Vazão MLT (m ³ /s)	Tempo Enchimento (meses)
Serra Azul	915	800	65,8	4,6
Floresta	701	642	99,3	2,5
Total	1.616	1.442	-	3,7
Corumbá IV	1.320	688	132,5	2,0

A bacia do rio Verde atualmente não conta com nenhum reservatório de regularização, desta forma optou-se por comparar os aproveitamentos nesta bacia com a UHE Corumbá IV, localizado no rio Corumbá, em uma bacia vizinha, também afluente do rio Paranaíba. Os dois aproveitamentos inventariados na bacia do rio Verde juntos tem capacidade equivalente 122% da UHE Corumbá IV, mas com tempo de enchimento ligeiramente superior.

Tabela 7 – Aspectos energéticos dos aproveitamentos da bacia do rio Uruguai

	EARM (MWmed)	Vol. Útil (hm ³)	Vazão MLT (m ³ /s)	Tempo Enchimento (meses)
Pai Querê	2.923	1.544	155,4	3,8
Passo Fundo	1.740	1.404	56,1	9,5

O subsistema Sul tem apenas 19.873 MWmed de energia armazenável, enquanto o aproveitamento de Pai Querê é capaz de aumentar esta capacidade em cerca de 15%. Ademais, é importante destacar que comparativamente à UHE Passo Fundo, maior reservatório existente na bacia do rio Uruguai, Pai Querê apresenta menos da metade do tempo de enchimento e capacidade de armazenamento 68% superior.

Tabela 8 – Aspectos energéticos dos aproveitamentos na região Amazônica

	EARM (MWmed)	Vol. Útil (hm³)	Vazão MLT (m³/s)	Tempo Enchimento (meses)
Ilha Três Quedas	1.325	3.151	342,6	3,5
Balbina	8.482	10.223	596,8	6,5
Tucuruí	7.632	38.982	10.998,0	1,3

O aproveitamento Ilha Três Quedas, com 1.325 MWmed de capacidade de armazenamento pode elevar a capacidade do subsistema Norte em 8,9% com um tempo de enchimento baixo, tendo características compatíveis com os reservatórios existentes na região amazônica, caracterizando-se como o único reservatório do rio Aripuanã.

As análises apresentadas acima mostram que, apesar do montante total de energia armazenável do conjunto de usinas avaliados ser correspondente a apenas 15,7% da capacidade atual do SIN, estes aproveitamentos são muito importantes para as bacias e regiões em que estão localizados. Os percentuais, em termos locais, são bastante significativos, como no caso da bacia do rio São Francisco, que pode ter sua capacidade acrescida de 40% ou o subsistema Norte que pode aumentar em 23,5% seu armazenamento total. Neste contexto é importante destacar a importância do aproveitamento Pai Querê, que sozinho é capaz de aumentar a capacidade do subsistema Sul em 8,9% e, caso seja construído, será o maior reservatório de acumulação na bacia do rio Uruguai, que hoje se caracteriza com uma bacia com capacidade de armazenamento muito baixa.

Outro indicador relevante é o baixo tempo de enchimento da maioria dos aproveitamentos estudados, ou seja, eles necessitam de um volume de água pequeno em relação às respectivas vazões afluentes médias em seus locais. Em vários casos, os tempos são inferiores aos de importantes reservatórios existentes no SIN. Isso é bastante positivo haja vista que há maior probabilidade do SIN poder contar de fato com a capacidade de armazenamentos destes aproveitamentos.

5. Avaliação Econômica das Usinas Selecionadas

Os custos de implantação das usinas selecionadas foram estimados a partir da avaliação dos orçamentos integrantes dos respectivos projetos, considerando seu estágio de desenvolvimento, em nível de Estudos de Inventário Hidrelétrico ou de Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica - EVTE. Cabe destacar que, para utilização no cálculo dos ICB, todos os valores estimados foram referenciados a junho de 2014.

Por abranger projetos em diferentes fases de desenvolvimento e elaborados em épocas distintas, foi verificada grande heterogeneidade na disponibilidade, confiabilidade e atualização das informações avaliadas. Por esta razão, houve a necessidade de adoção de dois critérios distintos para a realização das estimativas de custos de implantação dos empreendimentos, conforme descrição a seguir.

Destaca-se ainda que grande parte dos orçamentos dos projetos avaliados foram elaborados há mais de 10 anos e os custos apresentados relativos aos aspectos socioambientais certamente não refletem as condicionantes estabelecidas nos licenciamentos mais recentes. Nesse sentido, como forma de adequar os custos ambientais a este novo cenário, adotou-se um percentual para a Conta 10 dos orçamentos da ordem de 30% do Custo Direto Total da obra.

- **Critério 1: Atualização a partir do orçamento dos EVTEs e dos Estudos de Inventário considerando custos unitários médios praticados nos leilões.**

Usinas: **Pai Querê, Ipueiras, Mirador, São Jerônimo, Pompeu, Maranhão Baixo, Mortes2-322, Ponte Indaiá, Doresópolis, Terra Branca, Buriti Queimado, Porteiras II, Ilha Três Quedas, Turmalina, Taboca, Serra Azul, Angueretá, Floresta, Peixe Bravo e Taboa**

Para a estimativa do custo total com juros dos empreendimentos foram considerados os quantitativos de serviços originais dos orçamentos (oriundos do EVTE ou Inventário) associados a custos unitários médios de projetos participantes nos leilões de energia. Os custos unitários de obras civis foram obtidos por meio do SISO RH (Sistema para Elaboração de Orçamentos de Obras Civis de Usinas Hidrelétricas) e os custos dos equipamentos eletromecânicos orçados a partir do banco de preços de equipamentos da EPE com base em empreendimentos hidrelétricos de características similares.

- **Critério 2: Estimativa a partir do custo em R\$/kW praticado nos leilões**

Usinas: Escaramuça, Formoso, Cedro, Santo Hipólito e Paracatu

Este critério foi aplicado às usinas constantes dos Estudos de Inventário do rio São Francisco, elaborados pela CEMIG em 1984 e que não apresentam os orçamentos finais das alternativas. Dessa forma, em virtude da pouca confiabilidade das informações de quantitativos apresentadas nos estudos, não foi possível realizar a estimativa do custo das usinas com base no critério anterior. Diante do exposto, com base nas informações dos últimos leilões de compra de energia nova, foi calculado o valor médio, em R\$/kW, verificados em empreendimentos hidrelétricos com características similares, de forma a permitir a estimativa do custo final a partir das potências das usinas avaliadas.

A Tabela 9 traz, usina a usina, a fonte das informações utilizadas, data de referência dos orçamentos originais, o critério adotado para atualização e os valores obtidos.

Tabela 9 – Resumo da Avaliação Econômica

Usina	Rio	EARM (MWmed)	Potência Instalada (MW)	Fonte do Orçamento	Orçamento Original	Orçamento Atualizado	ICB (R\$/MWh)	Critério de Atualiz.
					Data Base	Custo Total com JDC (R\$ mil) ⁸		
Escaramuça	Urucuia	5254	50,00	Inventário do rio São Francisco elaborado por CEMIG	jun/84	392.755,69	<100	2
Pompeu	São Francisco	3692	209,10	Inventário do rio São Francisco, a montante da UHE Três Marias (revisão) elaborado por Concremat	dez/01	1.279.540,37	100-150	1
Maranhão Baixo	Maranhão	3677	125,00	Inventário dos rios Tocantinzinho, Maranhão e das Almas elaborado por Furnas	jun/99	739.017,77	100-150	1
Terra Branca	Jequitinhonha	3598	142,50	Inventário dos rios Jequitinhonha e Araçuaí elaborado por Intertechne	dez/08	1.199.334,81	100-150	1
Pai Querê	Pelotas	2923	290,00	EVTE elaborado por Desenvix/Engevix	ago/00	2.157.610,93	100-150	1
Formoso	São Francisco	2752	340,00	Inventário do rio São Francisco elaborado por CEMIG	jun/84	2.670.738,67	150-200	2
Buriti Queimado	das Almas	2500	142,00	Inventário dos rios Tocantinzinho, Maranhão e das Almas elaborado por Furnas	jun/99	1.000.010,89	150-200	1
Cedro	das Velhas	2368	80,00	Inventário do rio São Francisco elaborado por CEMIG	jun/84	628.409,10	100-150	2
Ipueiras	Tocantins	2337	480,00	EVTE apresentado por Ipueiras Energia S.A.	dez/01	4.508.766,82	150-200	1
Santo Hipólito	das Velhas	2178	95,00	Inventário do rio São Francisco elaborado por CEMIG	jun/84	746.235,80	100-150	2
Mirador	Tocantinzinho	1709	80,00	EVTE elaborado por FURNAS / SCHAHIN/ RIALMA / ENERGETICA TECH / JP Eng ^a / PCE	dez/02	721.326,39	150-200	1
Porteiras II	Maranhão	1581	86,00	Inventário dos rios Tocantinzinho, Maranhão e das Almas elaborado por Furnas	jun/99	856.965,26	>200	1
Mortes 2-322	Rio das Mortes	1511	310,40	Inventário da Bacia do Araguaia versão R0A	dez/06	1.745.452,91	100-150	1

⁸ Referência: junho de 2014.

Usina	Rio	EARM (MWmed)	Potência Instalada (MW)	Fonte do Orçamento	Orçamento Original	Orçamento Atualizado	ICB (R\$/MWh)	Critério de Atualiz.
					Data Base	Custo Total com JDC (R\$ mil) ⁸		
Paracatu	Paracatu	1492	75,00	Inventário do rio São Francisco elaborado por CEMIG	jun/84	589.133,53	100-150	2
Ilha Três Quedas	Aripuanã	1326	115,50	Inventário do rio Aripuanã elaborado por EPE	dez/08	773.210,52	<100	1
Turmalina	Araçuaí	1226	95,50	Inventário dos rios Jequitinhonha e Araçuaí elaborado por Intertechne	dez/08	691.406,69	100-150	1
Taboca	Indaiá	973	35,80	Inventário do rio São Francisco, a montante da UHE Três Marias (revisão) elaborado por Concremat	dez/01	423.988,76	150-200	1
Ponte Indaia	Indaiá	952	51,44	Inventário do rio São Francisco, a montante da UHE Três Marias (revisão) elaborado por Concremat	dez/01	423.209,69	150-200	1
Serra Azul	Verde	915	37,91	Inventário Hidrelétrico do Rio Verde elaborado por Intertechne	dez/09	313.939,69	100-150	1
Angueretá	Paraopeba	876	53,90	Inventário do rio São Francisco, a montante da UHE Três Marias (revisão) elaborado por Concremat	dez/01	466.778,81	150-200	1
Floresta	Verde	701	37,79	Inventário Hidrelétrico do Rio Verde elaborado por Intertechne	dez/09	170.504,23	<100	1
Peixe Bravo	Paraopeba	671	45,96	Inventário do rio São Francisco, a montante da UHE Três Marias (revisão) elaborado por Concremat	dez/01	401.723,57	150-200	1
Taboa	Balsas	514	98,00	inventário do rio Parnaíba (incluindo o rio Balsas) elaborador por Chesf e CNEC	dez/95	1.078.920,20	>200	1
Doresópolis	São Francisco	493	60,00	Inventário do rio São Francisco, a montante da UHE Três Marias (revisão) elaborado por Concremat	dez/01	491.833,60	>200	1
São Jerônimo	Tibagi	427	330,00	EVTE elaborado por Intertechne	abr/97	1.948.776,47	100-150	1

6. Avaliação Socioambiental

Barramento de cursos d'água é recurso que as sociedades têm utilizado desde sempre com vistas ao aproveitamento dos recursos hídricos. Inicialmente voltados para a agropecuária e para o abastecimento dos núcleos urbanos, barragens tiveram sua utilidade ampliada para atender demandas ligadas à navegação, à estética da paisagem e ao lazer e, em tempos mais modernos, cresceram significativamente de importância em face da hidreletricidade.

Contudo, barragens significam alterações no ambiente. Não por acaso, impactos ambientais provocados pela implantação de barragens têm sido discutidos de modo cada vez mais intenso e demandado extensos e complexos estudos técnicos de caráter multidisciplinar, que visam avaliá-los.

Impactos provocados por barragens, como, de resto, por qualquer grande projeto de investimento, sobretudo na área de energia, são tipicamente de duas naturezas: ambientais e socioeconômicos. Os primeiros estão, em geral, associados às interferências nos meios físico e biótico. Os impactos socioeconômicos estão associados às interferências com as pessoas, suas formas de organização, seus modos de produção e à infraestrutura. Uma vez identificados e, na medida do possível, quantificados, esses impactos são objeto de programas ditos ambientais, formulados para mitigá-los ou compensá-los.

Os projetos hidrelétricos cujos barramentos são objeto desta nota técnica encontram-se em diferentes estágios de investigação e a maioria deles não dispõe de um estudo de impacto detalhado. Assim sendo, considerações quanto a seus impactos somente serão realizadas sob uma abordagem geral e qualitativa, o que, contudo, não afasta que indicações importantes possam ser extraídas.

6.1. Critérios utilizados

A implantação de um projeto hidrelétrico envolve diversos aspectos que implicam em uma série de impactos socioambientais. Para este estudo, buscou-se identificar as interferências geralmente consideradas mais críticas, assumindo-se o entendimento que, de uma maneira geral, tais interferências refletem os principais impactos associados a empreendimentos hidrelétricos. Para o nível e abordagem proposto, considerou-se que essas interferências são indicadores adequados da complexidade que compreende a implantação de um projeto.

Nesse sentido, a análise dos 25 projetos tratados nesta nota técnica e dos aspectos socioambientais a eles associados seguiu uma abordagem geral e qualitativa, considerando impactos sobre os meios físico e biótico, impactos sobre territórios de povos e comunidades tradicionais e impactos sobre a população em geral. A questão que se coloca então é identificar quais são esses impactos e em que medida serão considerados.

Por fim, mas não menos importante, deve-se destacar que os aspectos socioambientais considerados, bem assim a análise aqui desenvolvida, não devem ser interpretados como avaliação da viabilidade ambiental dos projetos.

6.1.1. Impactos sobre os meios físico e biótico

Uma medida da relevância de uma área do ponto de vista ambiental é o reconhecimento formal que o próprio Estado e a sociedade conferem a ela através dos mecanismos que hoje oferece a legislação.

Com efeito, tendo em vista a necessidade ou a conveniência das iniciativas de preservação ambiental, vários países têm formalmente delimitado áreas de seu território para as quais são definidos termos de proteção, restrições ao uso do solo e planos de manejo específicos, com a organização espacial da área em zonas com diferentes graus de proteção e regras de uso. Medidas como essas visam à conservação da ecologia da paisagem e da biodiversidade encontrada em determinada região ou bioma. Ou seja, delimitar assim uma área é reconhecer que ela possui elementos naturais de importância ecológica ou ambiental que devem ser objeto de gestão especial do território e dos recursos ali existentes.

No Brasil, essas áreas são as unidades de conservação – UC, as quais são categorizadas dentro do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC segundo os objetivos da proteção e as estratégias de manejo. Para cada categoria está estabelecido um grau de restrição à intervenção antrópica, sendo as de grau de restrição mais elevado as UC de proteção integral e as de grau de restrição menor as UC de uso sustentável⁹. Em qualquer caso, porém, mediante uma lei e tendo em vista o interesse nacional, uma UC pode ser redelimitada.

⁹ Segundo o SNUC, são UC de proteção integral: estação ecológica, reserva biológica (Rebio), parque nacional (Parna), monumento natural e refúgio da vida silvestre. São UC de uso sustentável: área de proteção ambiental (APA), área de relevante interesse ecológico (ARIE), floresta nacional (Flona), reserva extrativista (Resex), reserva de fauna, reserva de desenvolvimento sustentável (RDS) e reserva particular do patrimônio natural (RPPN).

Além dessas UC, o SNUC trata ainda das Reservas da Biosfera¹⁰, cujas áreas núcleo são destinadas à proteção integral, ou seja, a elas pode ser conferido tratamento equivalente ao de uma UC de proteção integral do mais alto grau de restrição à intervenção antrópica, como o é uma estação ecológica.

Assim, um projeto que apresentar interferência com UC tem naturalmente uma maior complexidade na medida em que apresenta impacto em área de relevante interesse ecológico e sua implantação deverá, ainda, enfrentar o desafio de compatibilizar-se com a conservação da biodiversidade.

6.1.2. Impactos sobre territórios de povos e comunidades tradicionais

A atual Constituição Federal – CF incorporou o reconhecimento formal do direito dos povos indígenas e das comunidades quilombolas a porções do território nacional, identificadas a partir do autorreconhecimento, de estudos históricos, etnográficos e antropológicos, apoiados por informações cartográficas, fundiárias, agrônômicas, ecológicas, geográficas e socioeconômicas¹¹. Após processo cujo andamento é marcado, muitas vezes, por controvérsias e contestações, podem ser identificadas áreas conhecidas como Terras Indígenas – TI ou Terras Quilombolas – TQ.

A proteção garantida pela CF aumenta, sem dúvida, a complexidade para a implantação de projetos que atinjam diretamente esses territórios. No caso das TI, é do entendimento comum

¹⁰ De acordo com o art. 41 da Lei nº 9.985/2000, que instituiu o SNUC:

“Art. 41. A Reserva da Biosfera é um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações.

§ 1º A Reserva da Biosfera é constituída por:

I - uma ou várias **áreas-núcleo, destinadas à proteção integral da natureza**; (grifo nosso)

II - uma ou várias zonas de amortecimento, onde só são admitidas atividades que não resultem em dano para as áreas-núcleo; e

III - uma ou várias zonas de transição, sem limites rígidos, onde o processo de ocupação e o manejo dos recursos naturais são planejados e conduzidos de modo participativo e em bases sustentáveis.

(...)

§ 5º A Reserva da Biosfera é reconhecida pelo Programa Intergovernamental "O Homem e a Biosfera – MAB", estabelecido pela Unesco, organização da qual o Brasil é membro.”

¹¹ Para a demarcação de uma TI é elaborado relatório circunstanciado de identificação e delimitação do território (Portaria nº 14, de 9 de janeiro de 1996, do Ministério da Justiça); para a demarcação de TQ, é elaborado Relatório Técnico de Identificação e Delimitação – RTID (Instrução Normativa nº 57, de 20 de outubro de 2009, do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – Incra, do Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA).

a necessidade de se ter previamente regulamentado o art. 231 da CF. Em qualquer caso, tem crescido a reivindicação, sobretudo da parte do Ministério Público e de movimentos sociais, de que sejam promovidas junto às comunidades as consultas de que trata a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho – OIT, da qual o Brasil é signatário.

O Estatuto do Índio define diferentes modalidades de TI: i) terras ocupadas ou habitadas pelos silvícolas; ii) áreas reservadas e iii) terras de domínio das comunidades indígenas ou de silvícolas. Na primeira categoria, há aquelas já declaradas, podendo estar homologadas e/ou demarcadas ou não. É dessas TI que trata o art. 231 da CF¹². As áreas reservadas são as estabelecidas pela União para usufruto dos índios, não sendo necessariamente de uso tradicional. Entre elas se incluem reservas indígenas e parques indígenas. As de domínio são as terras adquiridas por intermédio de compra e venda ou usucapião.

No caso de TQ, a maior parte das comunidades que têm Certidão de Autorreconhecimento expedida pela Fundação Palmares não possui ainda o título da terra, o que aumenta o potencial de conflitos.

Considerando o exposto, a implantação de um projeto que apresenta interferência direta com TI ou com TQ tem naturalmente uma maior complexidade na medida em que envolverá negociações longas e que, por certo, será elevado o risco de judicialização.

6.1.3. Impactos sobre população (relocações)

Difícilmente a implantação de reservatórios formados por grandes barragens não afetará algum contingente populacional mesmo em face de soluções como a construção de diques ou a imposição de restrições operativas. Por óbvio, a complexidade da questão tende a crescer na medida em que aumentar o número de pessoas diretamente atingidas.

Além disso, a complexidade também será maior na medida em que o contingente populacional atingido estiver mais organizado, seja na forma de assentamentos rurais, em geral estabelecidos de ações do próprio Estado, como os programas federais de reforma agrária ou

¹² “Art. 231. São reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições e o direito originário sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens.

(...)

§ 3º O aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei.

(...)”

mesmo iniciativas no âmbito estadual, seja na forma de núcleos urbanos. Em qualquer caso, serão devidas indenizações pela aquisição de terras e benfeitorias e em vista dos resultados das atividades econômicas atingidas. Isso não só aumenta os custos do projeto como, e principalmente, introduz incertezas e eleva o risco em sua implantação. A complexidade é claramente maior quando, para além de núcleos urbanos, é impactado um grande contingente populacional e/ou são atingidas porções de uma sede municipal.

6.1.4. Outros impactos

Na implantação de projetos hidrelétricos ainda poderão ser identificadas outras interferências relevantes como, por exemplo, afetação da infraestrutura viária, aumento da tensão social na área de influência do projeto etc. Se por um lado, algumas dessas interferências podem contribuir para tornar a implantação de um projeto hidrelétrico mais complexa, por outro, programas ambientais adequadamente formulados podem fazer com que as demandas e as soluções para seu atendimento sejam administradas com um nível de articulação eventualmente inferior ao que demanda o enfrentamento das questões inerentes aos impactos enunciados anteriormente.

Nessa condição, e apenas para efeito da análise desenvolvida nesta nota técnica, que, como já enfatizado, não deve ser interpretada como avaliação da viabilidade ambiental dos projetos, esses outros impactos não foram destacados, o que, em absoluto, não significa desconhecê-los, negligenciá-los, ignorá-los ou desqualificá-los.

6.2. Dados básicos e premissas adotadas em seu tratamento

É relevante destacar que os dados utilizados nessa análise são oriundos de estudos feitos em diferentes épocas, alguns há 25 anos. Como as condições ambientais de uma área, notadamente a ocupação do solo, se modificam com o passar do tempo, é esperado que muitas informações estejam desatualizadas e não reflitam plenamente as condições atuais. Uma evidência disto é a evolução da população no entorno dos projetos identificados. Além disso, os levantamentos de campo foram efetuados com recursos, metodologias e graus de precisão distintos, podendo afetar a avaliação que se propõe realizar.

A localização geográfica dos 25 projetos considerados é apresentada na Figura 1. Pela própria característica dos projetos pesquisados, eles se situam nas cabeceiras de bacias onde a existência de aproveitamentos hidrelétricos nos setores de jusante enseja os benefícios

energéticos buscados com os reservatórios de regularização. Há uma concentração de projetos na bacia do rio São Francisco, em Minas Gerais (11 projetos, ou 44%) e na bacia do rio Tocantins (5 projetos, 20%). Note-se que os estudos de referência para ambos os casos são os mais antigos. No caso do São Francisco, a referência são os estudos de inventário hidrelétrico aprovados em 1990 (rio das Velhas, Paracatu e calha principal) e em 2003 (trecho que compreende os rios Indaiá e Paraopeba). No caso do Tocantins, as referências são os estudos do inventário hidrelétrico de seus formadores (rios Tocantinzinho, Maranhão e Almas), aprovados em 2001, e o estudo de viabilidade técnica-econômica – EVTE da UHE Ipueiras, aprovado em 2005.

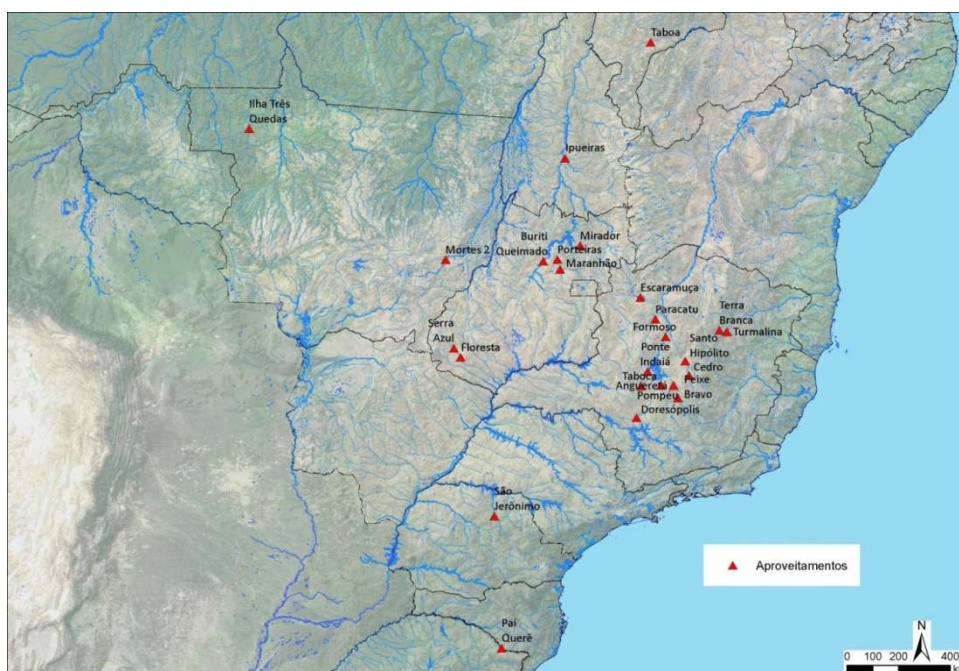


Figura 5– Localização dos aproveitamentos analisados

Nessas condições, a compilação dos dados revelou imprecisões na base cartográfica, defasagem de dados, como população nos setores censitários urbanos eventualmente atingidos pelos reservatórios, ausência de dados e divergências de informações dentro de um mesmo estudo, exigindo que fossem estabelecidas premissas de modo a permitir a avaliação dos aspectos socioambientais associados aos projetos, ainda que sob uma abordagem geral e qualitativa.

6.2.1. Imprecisões da base cartográfica

Imprecisões cartográficas na delimitação dos reservatórios foram identificadas em alguns casos. Para os aproveitamentos do inventário hidrelétrico do rio São Francisco (1990), por exemplo, não foi possível obter a planta do reservatório em meio digital. O procedimento adotado nesses casos foi digitalizar os contornos dos reservatórios a partir de um mapa cuja escala não era compatível com o grau de detalhamento do inventário. Posteriormente, esses contornos foram comparados com curvas de nível obtidas através do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), de modo a identificar eventuais interferências não visualizadas na escala original.

Para ilustrar tal situação, apresenta-se na Figura 2 o reservatório do AHE Escaramuça (NA montante na cota 510m). O contorno em azul (traço de maior espessura) representa o limite do reservatório digitalizado a partir dos estudos de inventário. Utilizando o modelo digital do terreno, obtido a partir de informações do SRTM, foi estimada a área do reservatório em SIG (Sistema de Informações Geográficas) para diferentes cotas. É possível facilmente perceber as diferenças entre as áreas plotadas num e noutro caso e suas implicações. Por exemplo, utilizando como referência a área do reservatório digitalizada (azul claro), a sede urbana de Uruana de Minas seria integralmente alagada.

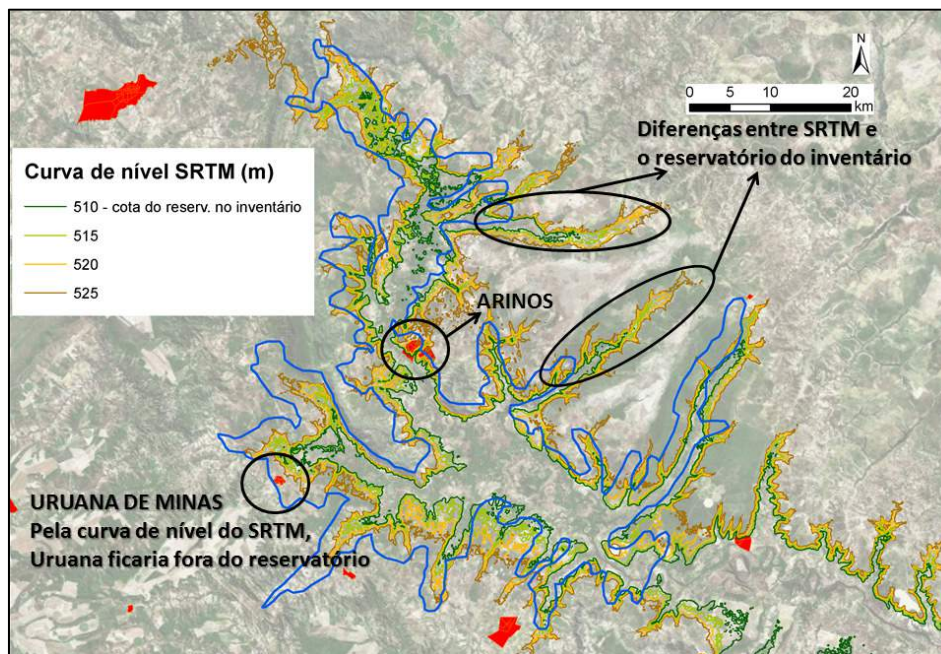


Figura 6 – Reservatório do AHE Escaramuça

6.2.2. Ausência/desatualização de dados

De uma forma geral, basicamente nos relatórios dos estudos mais antigos, não há referências consistentes, e muitas vezes, sequer há referências, com relação a UC, TI e outras áreas protegidas, mesmo considerando-se apenas aquelas existentes à época dos estudos. Nesses casos, as interferências, inclusive as interferências com áreas urbanas, foram atualizadas por meio do SIG.

Em alguns casos foram identificadas divergências de informações. Por exemplo, na revisão dos estudos de inventário hidrelétrico do rio São Francisco (2003), observou-se diferenças entre o nível dos reservatórios indicado no relatório e a cota dos mesmos reservatórios apresentada nos desenhos disponíveis no mesmo estudo. Nesses casos, para efeito desta análise, foram considerados os reservatórios definidos a partir das curvas de nível existentes nos desenhos do estudo original.

Os municípios atingidos pelos reservatórios foram identificados por meio da verificação de divisão municipal do IBGE 2010, uma vez que, em muitos casos, ocorreram desmembramentos territoriais após a data dos estudos.

6.2.3. População afetada

Uma das principais diferenças com relação aos dados originais, decorrentes, em larga medida, da defasagem temporal dos estudos, diz respeito à população afetada.

Para os reservatórios do inventário do rio São Francisco de 1990, considerou-se uma estimativa atual da população afetada, haja vista a defasagem das informações dos estudos de inventário. Considerou-se, para efeito de análise, a população de 2010 dos setores censitários, urbano e rural, que seriam alagados pelos reservatórios. Cabe salientar que essa estimativa apresenta imprecisões, uma vez que foram utilizadas as áreas dos reservatórios digitalizadas dos estudos de inventários e mesmo pequenas variações na cartografia podem representar grande alteração no quantitativo de população afetada. Além disso, considerando que os setores censitários rurais são muito extensos e que não é possível definir a localização da população neles, admitiu-se, para efeito de cálculo, como uniforme a distribuição demográfica nesses setores, o que, evidentemente, é uma simplificação.

Também com relação à população afetada, alguns estudos apontavam contingentes numericamente diferentes para um mesmo reservatório. Nesses casos, foram considerados, conservadoramente, os maiores valores indicados nos estudos.

6.3. Agrupamento dos projetos segundo as interferências

Considerando os critérios acima enunciados, assim como os dados compilados e as premissas adotadas no seu tratamento, é possível categorizar os 25 projetos analisados em 4 (quatro) grupos, segundo diferentes graus de complexidade, como a seguir apresentado.

6.3.1. Grupo 1

Foram incluídos nesse grupo aproveitamentos que, considerando os dados disponíveis, **não apresentam interferências significativas** com relação aos tópicos aqui levantados. Especificamente:

- não têm interferência direta com UC de qualquer categoria;
- não têm interferência direta com TI ou TQ;
- não têm interferência direta com núcleos urbanos ou sedes municipais;
- a população diretamente afetada é inferior a 1.000 pessoas.

Trata-se de 9 (nove) aproveitamentos (36% do total), que totalizam 10.839 MWmed (23,2% do total) de energia armazenável (EARM). São eles:

Aproveitamento	Rio	Bacia	EARM (MWmed)
Maranhão Baixo	Maranhão	Tocantins	3.677
Porteiras 2	Maranhão	Tocantins	1.581
Taboca	Indaiá	São Francisco	973
Ponte Indaiá	Indaiá	São Francisco	952
Serra Azul	Verde	Paraná	915
Angueretá	Paraopeba	São Francisco	876
Floresta	Verde	Paraná	701
Peixe Bravo	Paraopeba	São Francisco	671
Doresópolis	São Francisco	São Francisco	493

Observações relevantes sobre esses aproveitamentos:

- os aproveitamentos da bacia do rio Tocantins são objeto de um estudo equivalente a uma avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica¹³ estabelecido a partir de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado entre o Ministério Público Federal e o Estado de Goiás;
- os aproveitamentos de Angueretá e Peixe Bravo situam-se próximos da região metropolitana de Belo Horizonte, sugerindo que o preço da terra possa ser relativamente elevado, principalmente no caso de Peixe Bravo.

6.3.2. Grupo 2

Foram incluídos neste grupo aproveitamentos que, considerando os dados disponíveis, atingem diretamente UC, porém nenhuma delas classificada como de proteção integral, e aglomerados urbanos e/ou rurais, porém a população afetada é inferior a 2.500 pessoas. Com relação aos

¹³ Esses estudos específicos são denominados no âmbito do TAC por Estudos Integrados de Bacia Hidrográfica – EIBH, que têm como objetivo avaliar os efeitos cumulativos e sinérgicos do conjunto de aproveitamentos existentes e previstos para uma bacia.

demais tópicos aqui destacados, as interferências estão no mesmo nível do grupo anterior. Especificamente, os aproveitamentos deste grupamento:

- atingem diretamente UC, porém todas elas na categoria de uso sustentável;
- atingem aglomerados urbanos ou rurais, porém a população diretamente afetada não é superior a 2.500 pessoas;
- não têm interferência direta com UC de proteção integral;
- não têm interferência direta com TI ou TQ;

Trata-se de 7 (sete) aproveitamentos (28% do total), que totalizam 14.314 MWmed (30,7% do total) de energia armazenável (EARM). São eles:

Aproveitamento	Rio	Bacia	EARM (MWmed)	UC afetadas
Terra Branca	Jequitinhonha	Jequitinhonha	3.598	
Formoso	São Francisco	São Francisco	2.752	
Ipueiras	Tocantins	Tocantins	2.337	APA Foz do Rio Santa Teresa
Santo Hipólito	das Velhas	São Francisco	2.178	APA Barão e Capivara (*)
Mirador	Tocantinzinho	Tocantins	1.709	APA Pouso Alto e RPPN Campo Alegre
Turmalina	Araçuaí	Jequitinhonha	1.226	
Taboa	das Balsas	Parnaíba	514	

(*) APA municipal cuja afetação não é indicada nos estudos realizados, mas que é provável, de acordo com o desenho do reservatório a partir do SRTM.

Observações relevantes sobre esses aproveitamentos:

- o aproveitamento de Ipueiras teve seu EVTE aprovado pela ANEEL em 2005 (Despacho nº 1.687/2005) e no mesmo ano sua LP foi indeferida pelo Ibama;
- o aproveitamento de Ipueiras afeta 46% da malha urbana da cidade de Ipueiras, trechos da rodovia federal BR-242 e das rodovias estaduais TO-250 e TO-458;
- o aproveitamento de Ipueiras alaga cerca de 30% da APA Foz do Rio Santa Teresa, atingindo áreas de preservação permanente – APP dessa UC;
- o EIBH dos formadores do rio Tocantins recomendam redução da área alagada pelo reservatório do aproveitamento de Mirador, de modo a reduzir os impactos ambientais (o reservatório atinge em parte a zona de amortecimento do PARNA da Chapada dos Veadeiros);
- há controvérsia entre os números indicados nos estudos consultados para população afetada pelos aproveitamentos da bacia do rio Jequitinhonha e os

estimados a partir dos setores censitários: os primeiros indicam valores que vão de 2.200 pessoas (Turmalina) a 4.600 (Terra Branca), enquanto que, com base nos setores censitários, estima-se algo no entorno de 450 e 750 pessoas, respectivamente;

- segundo os estudos de inventário, o reservatório de Taboa atinge cerca de 3.200 pessoas no ambiente rural; estimativas a partir dos setores censitários indicam contudo número inferior a 500 pessoas;
- o aproveitamento de Formoso pode atingir a sede municipal de Três Marias (a imprecisão dos dados prejudica a avaliação); de qualquer modo, a interferência deve ser pequena, podendo ser superada com soluções dentro do projeto de engenharia ou regras operativas);
- o aproveitamento de Formoso situa-se em trecho do rio São Francisco (entre a barragem de Três Marias e a cachoeira de Pirapora) definido como de preservação permanente pela Lei Estadual nº 15.082/2004, que veda o uso de recursos hídricos no trecho, ou a execução de obras ou serviços a eles relacionados;
- o aproveitamento de Santo Hipólito está no trecho do rio das Velhas (entre a foz do ribeirão Arrudas e a confluência com o rio São Francisco) cuja revisão do Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia incorporará, por decisão do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, restrições à implantação de barramentos.

6.3.3. Grupo 3

Foram incluídos neste grupo aproveitamentos que, considerando os dados disponíveis, **atingem sede municipal e contingente populacional superior a 2.500 pessoas**. Especificamente, os aproveitamentos deste grupamento:

- não têm interferência direta com UC de qualquer categoria (a única exceção é o aproveitamento de Escaramuça);
- não têm interferência direta com TI ou TQ;
- atingem sedes municipais;
- população diretamente afetada é superior a 2.500 pessoas.

Trata-se de 3 (três) aproveitamentos (12% do total), que totalizam 9.114 MWmed (19,5% do total) de energia armazenável (EARM). São eles:

Aproveitamento	Rio	Bacia	EARM (MWmed)	Sedes municipais atingidas População afetada (*)
Escaramuça	Urucuia	São Francisco	5.254	Sedes: Arinos e Uruana de Minas 12.000 pessoas (10.000 em áreas urbanas)
Cedro	das Velhas	São Francisco	2.368	Sede: Santana do Pirapama e Jequitibá 3.300 pessoas (1.500 em áreas urbanas)
Paracatu	Paracatu	São Francisco	1.492	Sede: Brasilândia de Minas 6.200 pessoas (5.800 em áreas urbanas)

(*) Estimativa a partir da consideração dos setores censitários

Observações relevantes sobre esses aproveitamentos:

- o aproveitamento de Escaramuça atinge integralmente a UC de uso sustentável denominada RPPN Reserva Ecológica Fundação Rocha Loures;
- em todos os casos, os estudos de inventário, que são a referência básica de dados para estes aproveitamentos (e foram aprovados em 1990), indicam uma população diretamente afetada diferente, embora superior a 2.500 pessoas (com exceção de Paracatu, para o qual nesses estudos é indicada uma população de 1.700 pessoas);
- o aproveitamento de Cedro está no trecho do rio das Velhas (entre a foz do ribeirão Arrudas e a confluência com o rio São Francisco) cuja revisão do Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia incorporará, por decisão do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, restrições à implantação de barramentos.

6.3.4. Grupo 4

Foram incluídos neste grupo aproveitamentos que, considerando os dados disponíveis, **atingem TI ou UC de proteção integral ou equivalente**. Especificamente, os aproveitamentos deste grupamento:

- têm interferência direta com UC de proteção integral ou equivalente (caso do aproveitamento de Pai Querê); ou
- têm interferência direta com TI; ou
- têm interferência com comunidade quilombola.

Trata-se de 6 (seis) aproveitamentos (24% do total), que totalizam 12.379 MWmed (37,6% do total) de energia armazenável (EARM). São eles:

Aproveitamento	Rio	Bacia	EARM (MWmed)	UC ou TI afetadas
Pompéu	São Francisco	São Francisco	3.692	TI Caxixó
Pai Querê	Pelotas	Uruguai	2.923	Zona núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica
Buriti Queimado	das Almas	Tocantins	2.500	Comunidade Quilombola Porto Leocádio
Mortes 2 – 322	das Mortes	Araguaia	1.511	TI São Marcos
Ilha Três Quedas	Aripuanã	Aripuanã	1.326	TI Serra Morena e TI Aripuanã
São Jerônimo	Tibagi	Paraná	426	TI Tibagy/Mococa

Observações relevantes sobre esses aproveitamentos:

- o aproveitamento de Pompéu teve o EVTE aceito pela ANEEL em 2013 (Despacho nº 09/2012) e em novembro de 2014 o registro foi tornado inativo por desistência do titular (Despacho nº 4.371/2014);
- o aproveitamento de Pompéu interfere também com o núcleo urbano de Paredão (município de Abaeté), afetando uma população de cerca de 3.300 pessoas;
- em 2002, foi outorgada a concessão de uso de bem público para exploração do potencial hidráulico em trecho do rio Pelotas, por meio da usina hidrelétrica denominada Pai Querê; em setembro de 2013 o pedido de LP efetuado pela Companhia Energética Pai Querê (Cepaq) foi indeferido pelo IBAMA;
- o aproveitamento de Ilha Três Quedas também afeta o Parque Indígena Aripuanã;
- o aproveitamento de São Jerônimo teve sua concessão outorgada em 2001 (concessão de uso de bem público);
- o aproveitamento de São Jerônimo afeta a Reserva Indígena Apucarana e também a UC de uso sustentável RPPN Fazenda Inhô-o, além de se situar na zona de amortecimento do Parque Estadual do Penhasco Verde.

6.4. Resumo das considerações socioambientais

O Gráfico 1 relaciona os 25 projetos tratados nesta nota técnica, reunindo-os segundo a categorização enunciada nos subitens precedentes, acumulando-se, no eixo das ordenadas, a energia armazenável de cada um deles.

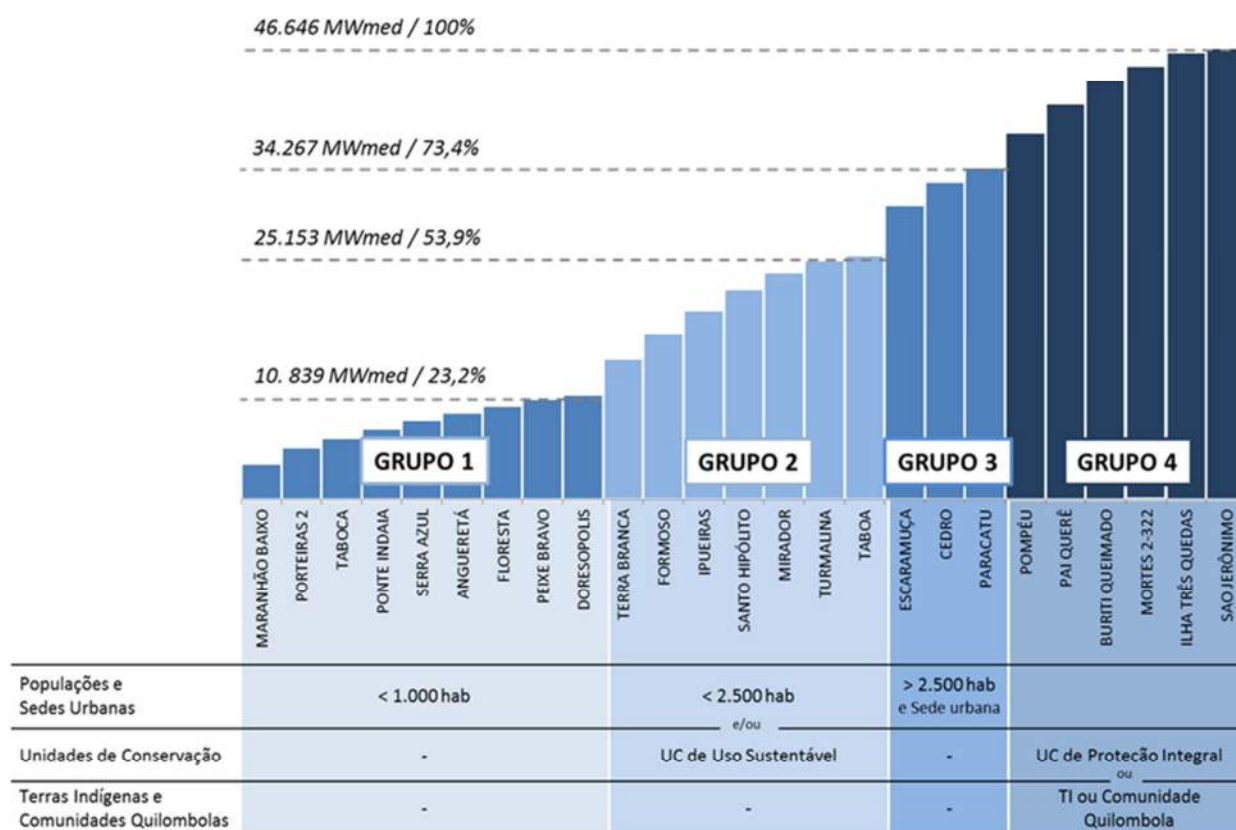


Figura 7 – Energia armazenável por grupo de aproveitamentos

Os aspectos socioambientais discutidos evidenciam a complexidade que envolverá a implantação de quaisquer dos aproveitamentos analisados. São aspectos que devem ser ponderados em face do benefício que os reservatórios em tela proporcionarão ao sistema elétrico, agregando não só a geração de energia em suas próprias casas de força como também contribuindo para aumentar a geração nas usinas que se situam a jusante, pela regularização que promovem nas aflúncias dos cursos d’água onde forem implantados.

Apesar de os 4 (quatro) grupos em que foram organizados os 25 projetos não serem necessariamente hierarquizáveis – afinal, iniciativas dessa natureza introduzem elementos de subjetividade que muitas vezes podem tirar o foco da análise que se pretende realizar – o senso comum sugere que os projetos reunidos nos grupos 3 e 4 são de implantação mais complexa.

Assim, ressaltando que se trata aqui de uma abordagem geral e qualitativa, que não atesta a viabilidade ambiental dos projetos, o agrupamento dos mesmos conforme sugerido nesta nota técnica, isto é, de acordo com as premissas, simplificações e critérios aqui assumidos, indica 9 (nove) projetos cuja implantação é relativamente menos complexa do que a dos demais, que compreendem cerca de 23% da energia armazenável de todo o conjunto (10.839 MWmed) que seria agregada ao sistema por todo o conjunto. Há um segundo grupo que compreende 7

(sete) projetos, totalizando cerca de 31% da energia armazenável de todo o conjunto (14.314 MWmed) cuja implantação seria, em tese menos complexa, do que os reunidos nos grupos 3 e 4. Tomados em conjunto, esses 16 projetos compreendem 54% da energia armazenável de todo o conjunto considerado (25.153 MWmed).

Por outro lado, há 9 (nove) projetos, que compreendem cerca de 46% da energia armazenável de todo o conjunto (21.493 MWmed), cuja implantação é, de fato, de alta complexidade, na medida em que afetam diretamente terras indígenas, áreas de proteção integral internacionalmente reconhecidas, grandes contingentes populacionais (mais de 3.000 pessoas) ou sede municipais.

7. Conclusões

Considerando a discussão recorrente da diminuição da capacidade de regularização do sistema hidrelétrico brasileiro e a necessidade de expansão da produção de energia elétrica no país, a EPE buscou neste estudo avaliar quais projetos hidrelétricos planejados possuem essa característica operativa, apresentando os aspectos energéticos, econômicos e socioambientais desse conjunto.

Da carteira de 180 projetos hidrelétricos disponíveis no banco de dados da EPE, foram selecionados os 25 cuja capacidade de armazenamento é mais representativa. Em seguida foi realizada a avaliação energética desse conjunto de aproveitamentos, por bacia hidrográfica, com o intuito de se identificar os benefícios ao SIN. Os resultados mostram que os percentuais de armazenamento, em termos locais, são bastante significativos, ou seja, que energeticamente esses projetos são muito importantes para as bacias e regiões em que estão localizados.

Foram avaliados os custos de implantação dos 25 projetos do conjunto com base na atualização dos orçamentos, de acordo com a fase em que se encontravam os estudos. O resultado apresentou o índice custo benefício (ICB) dos projetos de acordo com quatro faixas (< 100, 100-150, 150-200 e > 200 R\$/MWh).

A avaliação socioambiental categorizou os 25 projetos analisados em quatro grupos de acordo com suas principais interferências socioambientais (áreas legalmente protegidas e população afetada). Além disso, foram apresentadas outras questões importantes no âmbito do processo de licenciamento ambiental. O resultado da avaliação socioambiental indicou que 16 projetos, correspondente a 54% da energia armazenável de todo o conjunto (25.153 MWmed), apresentam, pelos critérios utilizados, grau de complexidade socioambiental menor do que os

demais. Outros nove projetos, que compreendem cerca de 46% da energia armazenável de todo o conjunto (21.493 MWmed), apresentam maior grau de complexidade.

Por fim, destaca-se que a análise apresentada não pretende esgotar todos os aspectos que permeiam a implantação dos projetos. De uma forma geral, isto acontece em função da subjetividade inerente às análises socioambientais e à deficiência de dados devido a fase em que se encontram a maioria dos projetos. Tais questões acabam por dificultar uma abordagem mais detalhada, tornando inevitável assumir simplificações e premissas. Ainda assim, acredita-se que a contextualização energética, econômica e socioambiental realizada contribui de forma significativa para enriquecer as discussões sobre a implantação de empreendimentos hidrelétricos com reservatórios de regularização.

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - “*double sided*”)

ANEXO 1

POPULAÇÃO AFETADA

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - “*double sided*”)

Aproveitamento	Bacia	Rio	População total afetada (hab)		Áreas urbanas e aglomerados rurais	Fonte:
			Estudos consultados	Estimada(*)		
Mortes 2-322	Araguaia	das Mortes	224		Sem interferência	Revisão dos Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Araguaia - EPE/Engevix - 2010
Ilha Três Quedas	Aripuanã	Aripuanã	312		Afeta o aglomerado rural de Cidade Morena (Aripuanã/MT)	Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Aripuanã - EPE/Themag-2011
Terra Branca	Jequitinhonha	Jequitinhonha	4.604	500 < P < 1.000	Afeta aglomerados rurais e o povoado de Terra Branca (Bocaiúva/MG)	Estudos de Inventário Hidrelétrico dos rios Jequitinhonha e Araçuaí - Cemig/2009
Turmalina	Jequitinhonha	Araçuaí	2.200	P < 500	Sem interferência	
Floresta	Paranaíba	Verde	82		Sem interferência	Inventário Hidrelétrico do Rio Verde - Triunfo/2010
Serra Azul	Paranaíba	Verde	75		Sem interferência	
Taboa	Parnaíba	das Balsas	3.191	P < 500	Sem interferência	Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Parnaíba - Chesf/Cnec - 2002
Cedro	São Francisco	das Velhas	3.975	2.500 < P < 5.000	Interferência na sede de Santana do Pirapama/MG e em 17 pequenos povoados e aglomerações rurais	Estudos de Inventário da Bacia do Rio São Francisco - Cemig/ 1987
Escaramuça	São Francisco	Urucuia	6.726	P > 10.000	Afeta a sede urbana de Arinos/MG e 7 povoados	
Formoso	São Francisco	São Francisco	559	1.500 < P < 2.500	Interfere 3 povoados (Aldeia dos dourados, Pontal, Barra do Rio de Janeiro). Possível interferência com a sede de Três Marias/MG na área de remanso	
Paracatu	São Francisco	Paracatu	1.659	5.000 < P < 7.500	Interferência na sede municipal de Brasilândia de Minas e também nos pequenos povoados de Caatinga e Paredão de Minas	
Santo Hipólito	São Francisco	das Velhas	1.463		Atinge 6 povoados, com destaque para a área urbana de N.S. da Glória em Santo Hipólito/MG	
Angueretá	São Francisco	Paraopeba	370		Sem interferência	
Doresópolis	São Francisco	São Francisco	230		Sem interferência	Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio São Francisco - Montante da UHE Três Marias - Concremat/2002
Peixe Bravo	São Francisco	Paraopeba	935		Afeta povoados rurais	
Ponte Indaiá	São Francisco	Indaiá	550		Sem interferência	
Taboca	São Francisco	Indaiá	840		Sem interferência	
Pompéu	São Francisco	São Francisco	3.320		Interfere no núcleo urbano de Paredão (Abaeté/MG)	EVTE do AHE Pompéu - Cemig /2011
São Jerônimo	Tibagi	Tibagi	60		Interfere em aglomerado rural	EVTE AHE São Jerônimo - Copel/2001

Aproveitamento	Bacia	Rio	População total afetada (hab)		Áreas urbanas e aglomerados rurais	Fonte:
			Estudos consultados	Estimada(*)		
Buriti Queimado	Tocantins	das Almas	967		Afeta os aglomerados rurais Porto Feliz, Lavrinha e São Patrício, em São Luís do Norte/GO, e São José, Ceres Açu e Jardim Paulista, em Nova Glória/GO	
Maranhão Baixo	Tocantins	Maranhão	538		Interfere em aglomerado rural	Inventário do Tocantins - Furnas/2000
Mirador	Tocantins	Tocantinzinho	60		Sem interferência	
Porteiras 2	Tocantins	Maranhão	595		Atinge o povoado de Quebra Linha (Niquelândia/GO). Possível interferência com o povoado de Vila Taveira	
Ipueiras	Tocantins	Tocantins	1.306		Afeta 2 sedes urbanas: Ipueiras/TO e Peixe/TO	EVTE AHE Ipueiras - Grupo Rede/Themag - 2003
Pai Querê	Uruguai	Pelotas	492		Sem interferência	Rima UHE Pai Querê - Desenvix/2001

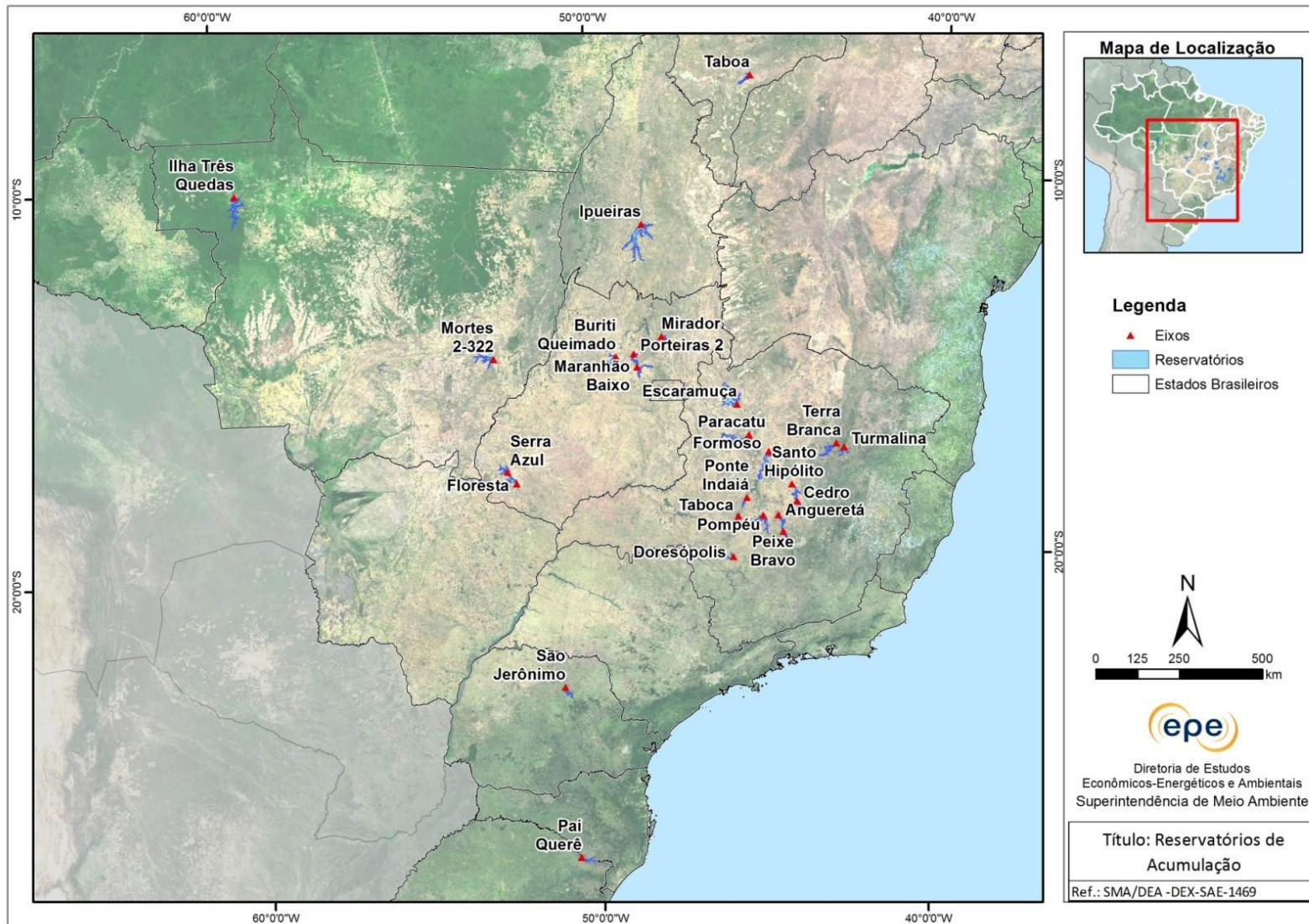
(*) Estimativa realizada com base nos setores censitários urbanos e rurais (IBGE, 2010), sobrepostos pelos reservatórios de forma proporcional à área atingida.

ANEXO 2

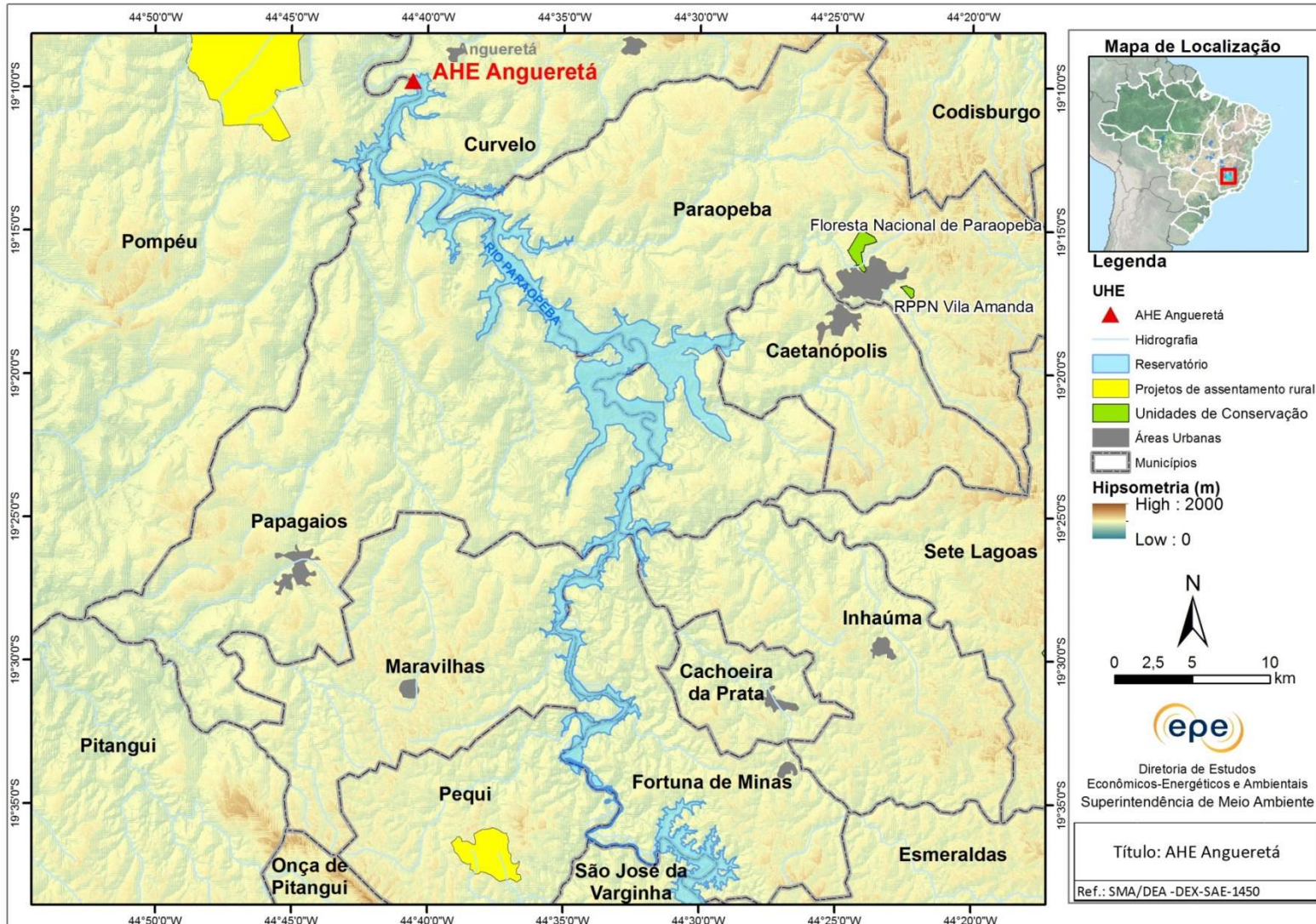
MAPAS

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - “*double sided*”)

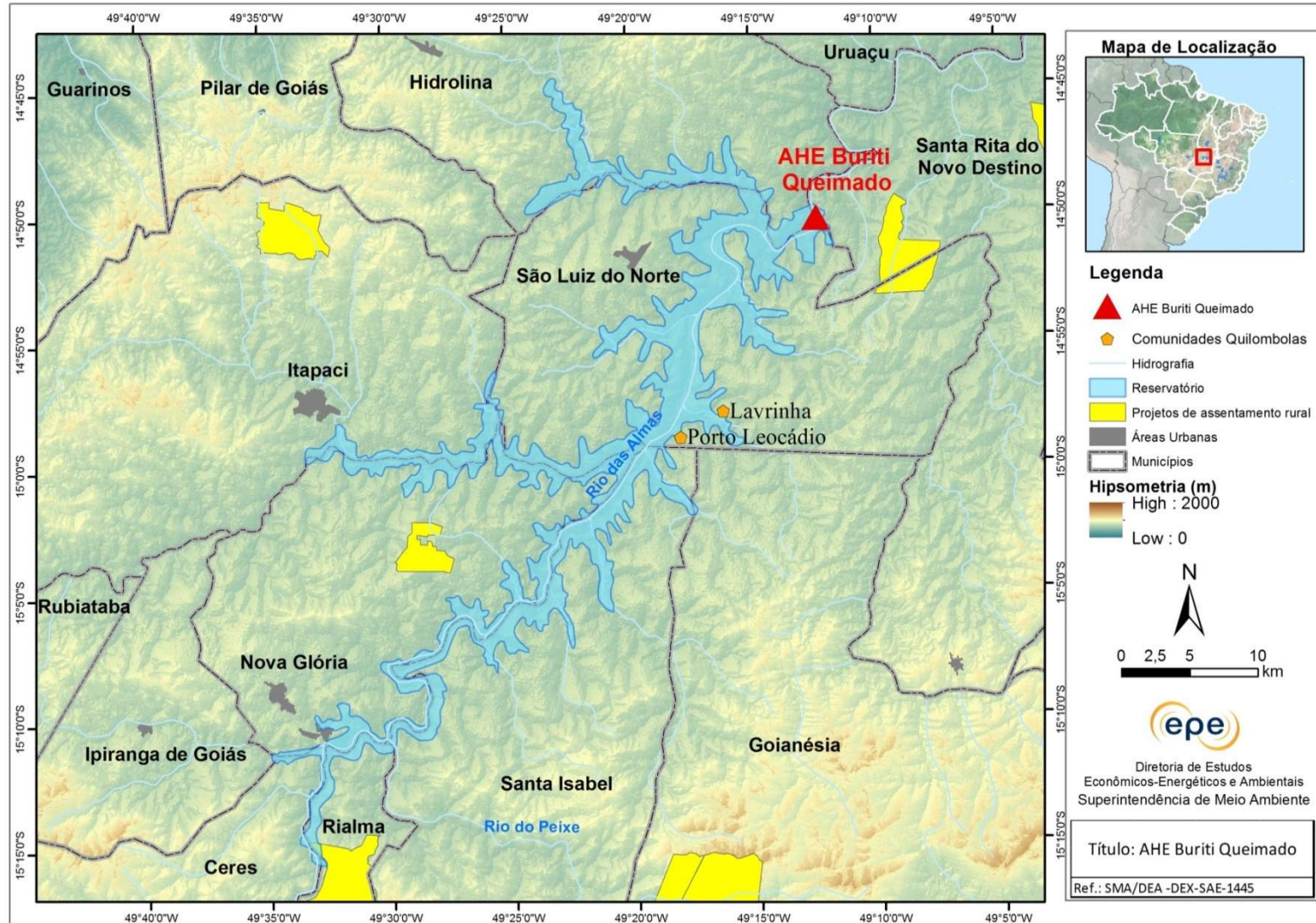
Localização dos Aproveitamentos



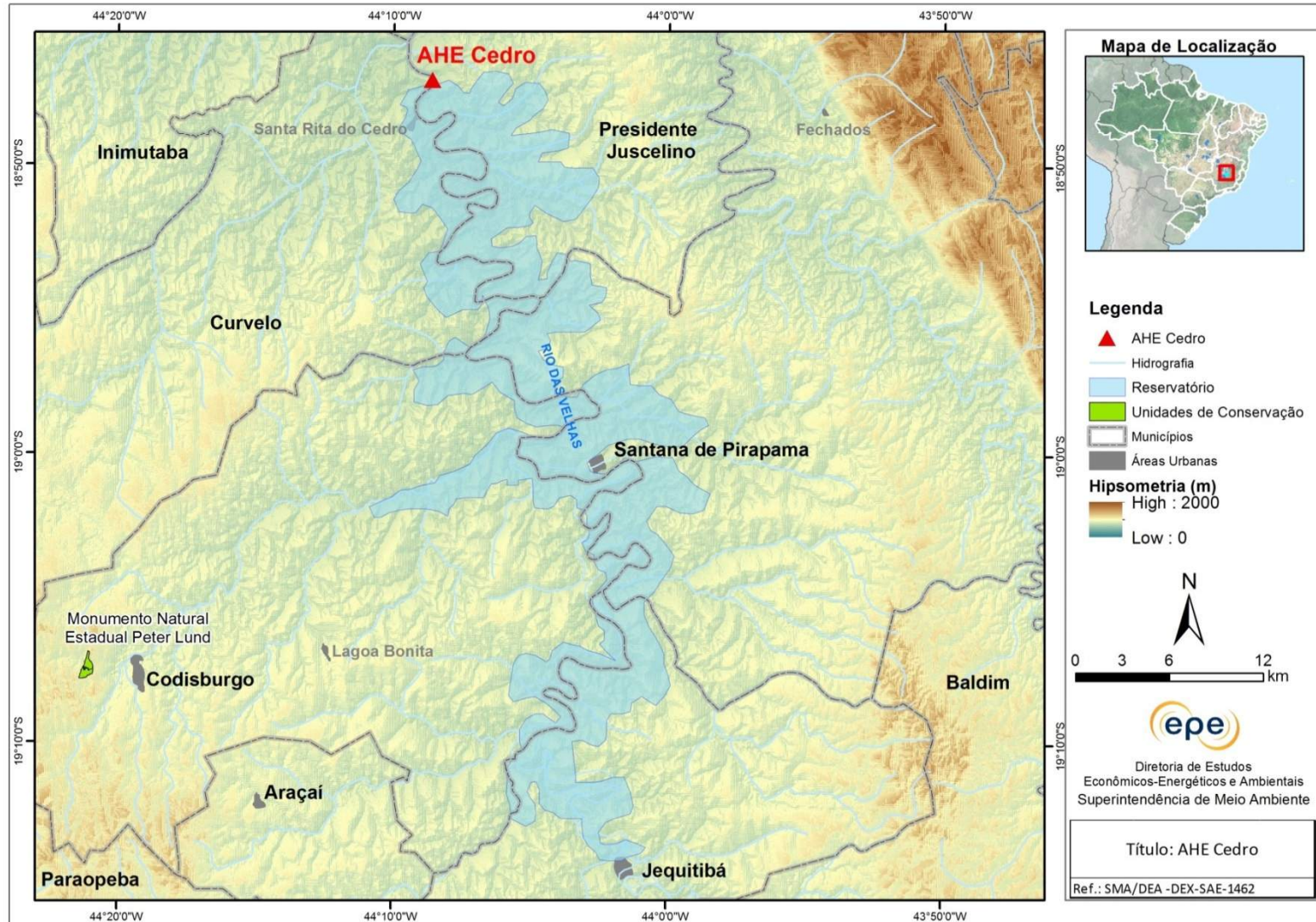
Angueretá - MG - 54 MW - 876 EARM (MWmed)



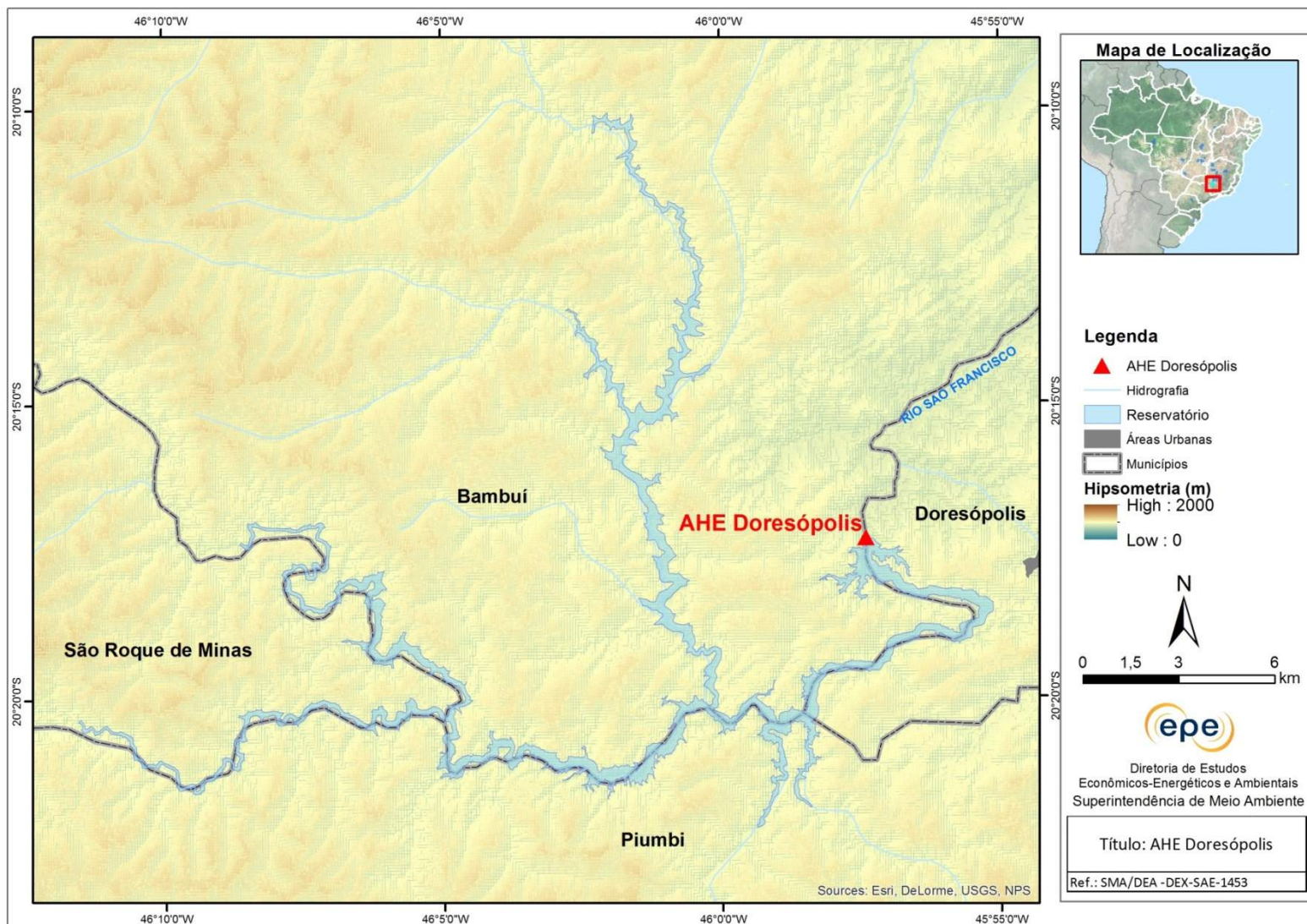
Buriti Queimado – GO – 142 MW – 2.500 EARM (MWmed)



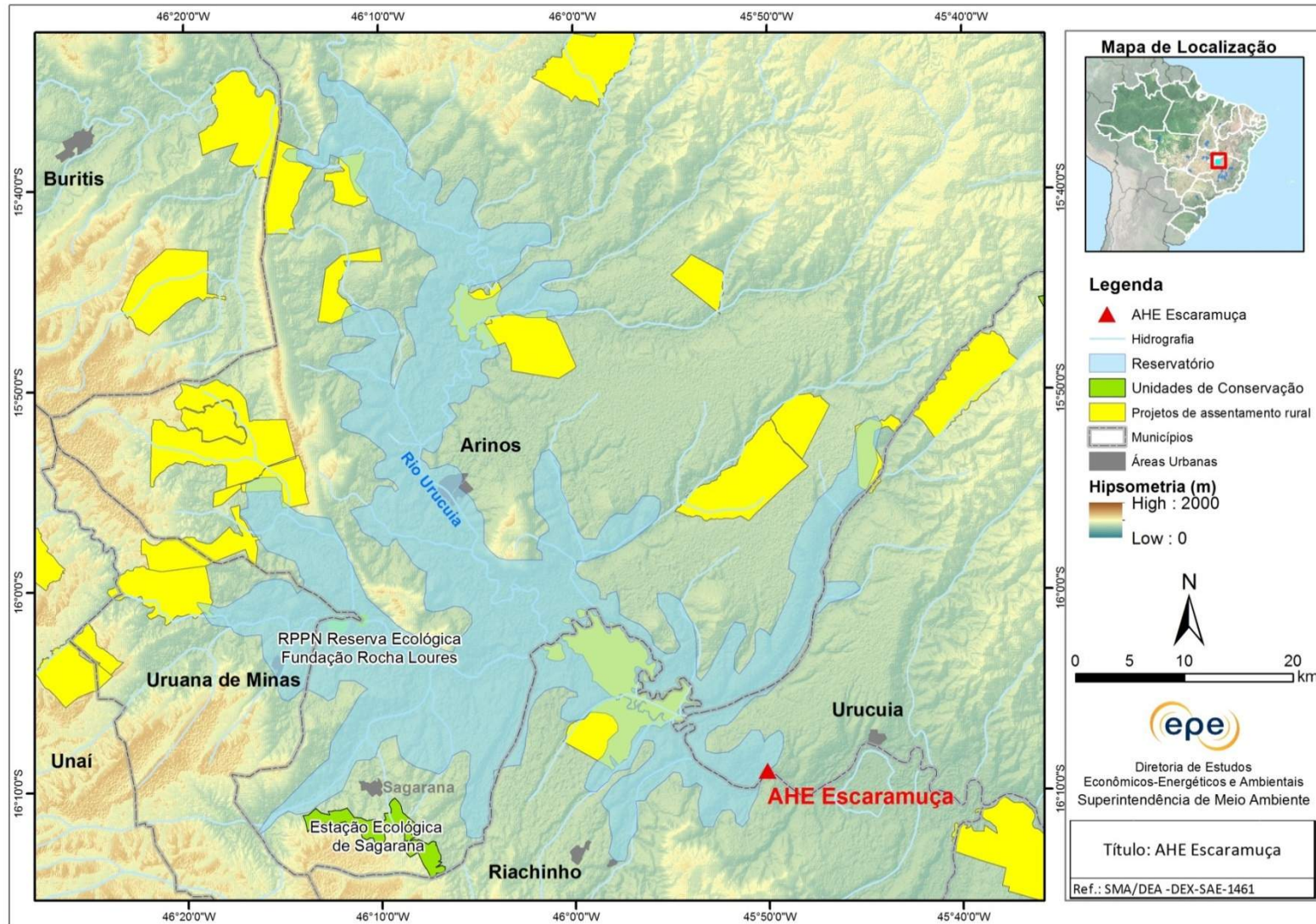
Cedro – MG – 80 MW - 2.368 EARM (MWmed)



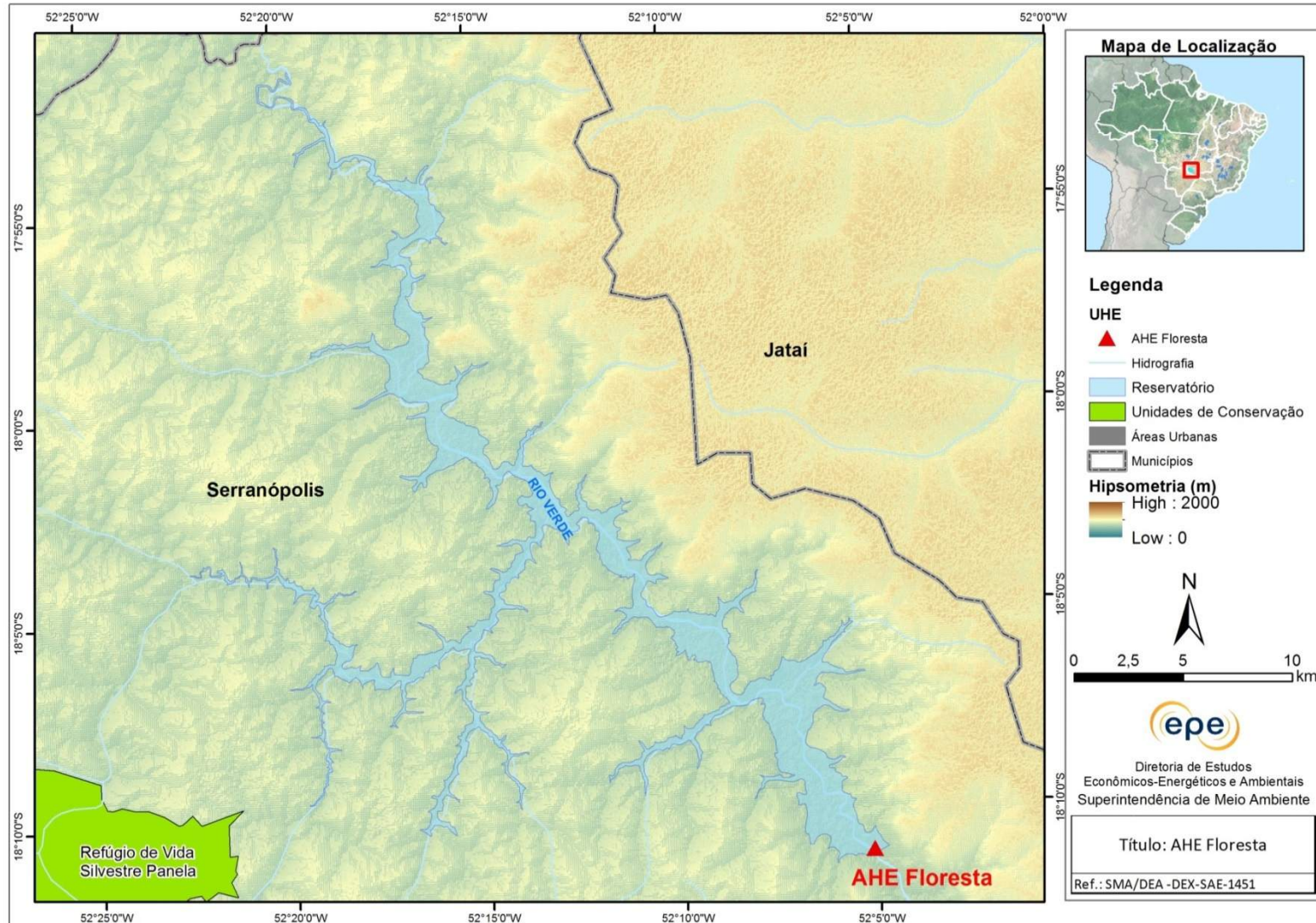
Doresópolis - MG - 60 MW - 493 EARM (MWmed)



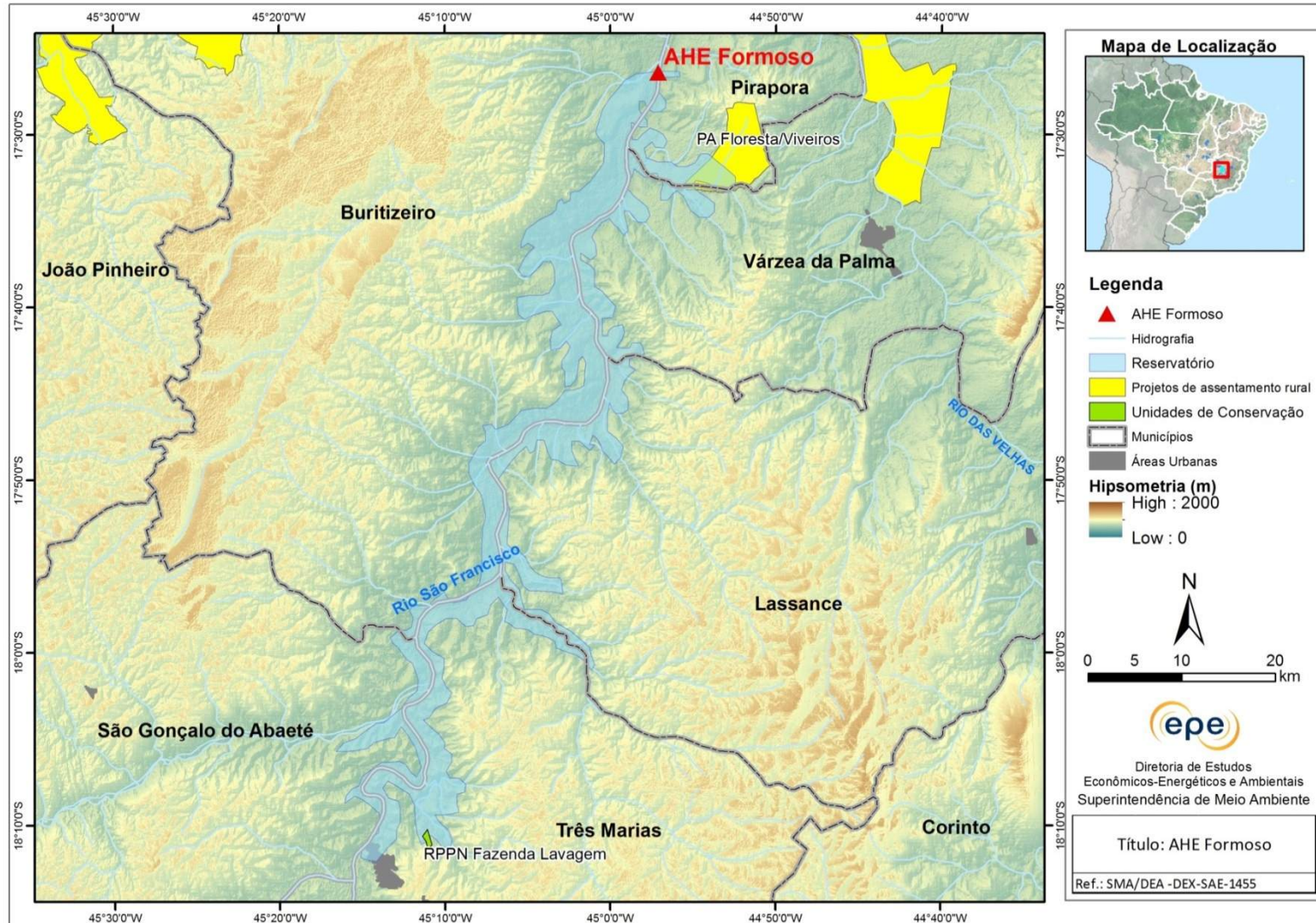
Escaramuça – MG – 50 MW – 5.254 EARM (MWmed)



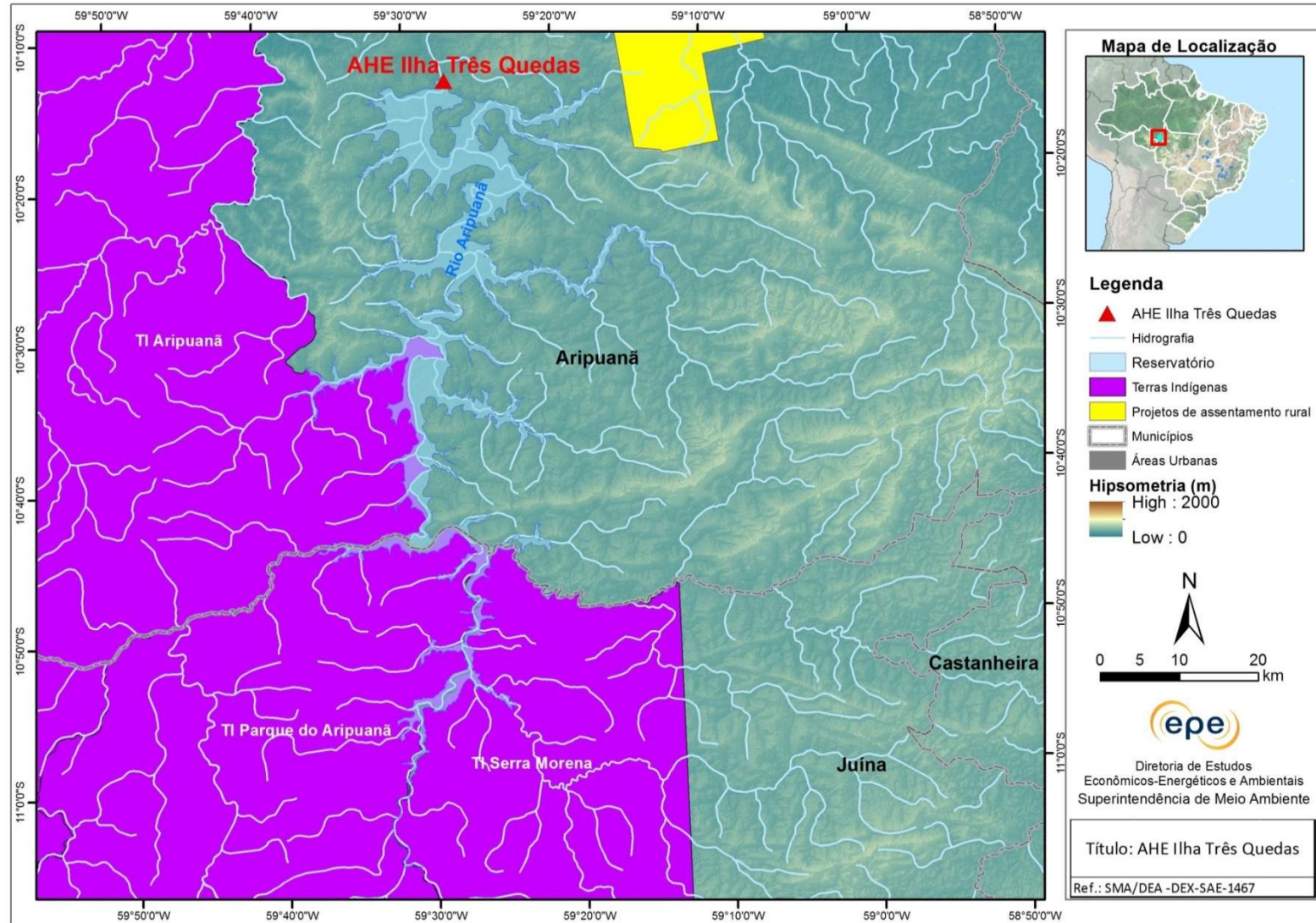
Floresta – GO – 38 MW – 701 EARM (MWmed)



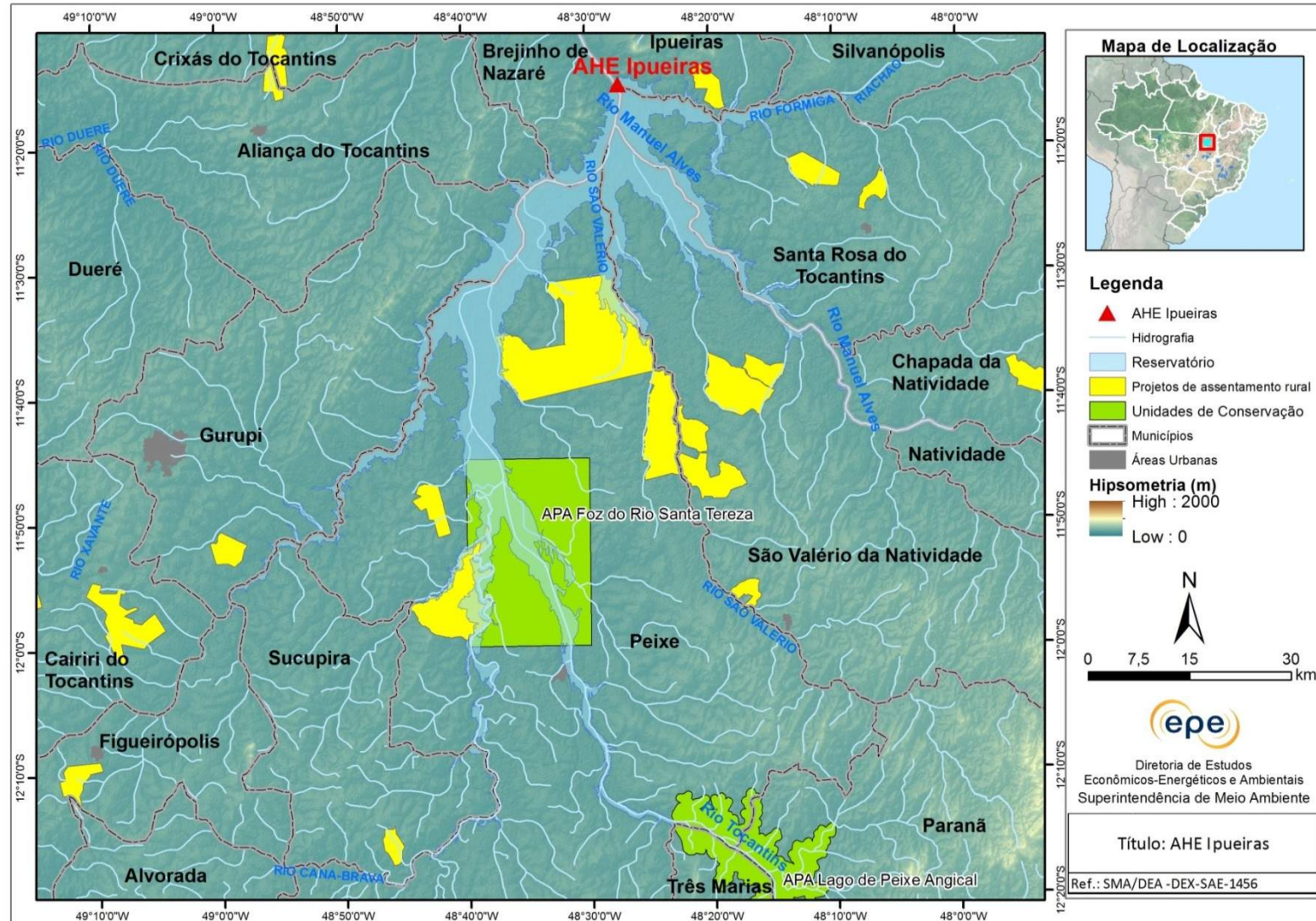
Formoso – MG – 342 MW – 2.752 EARM (MWmed)



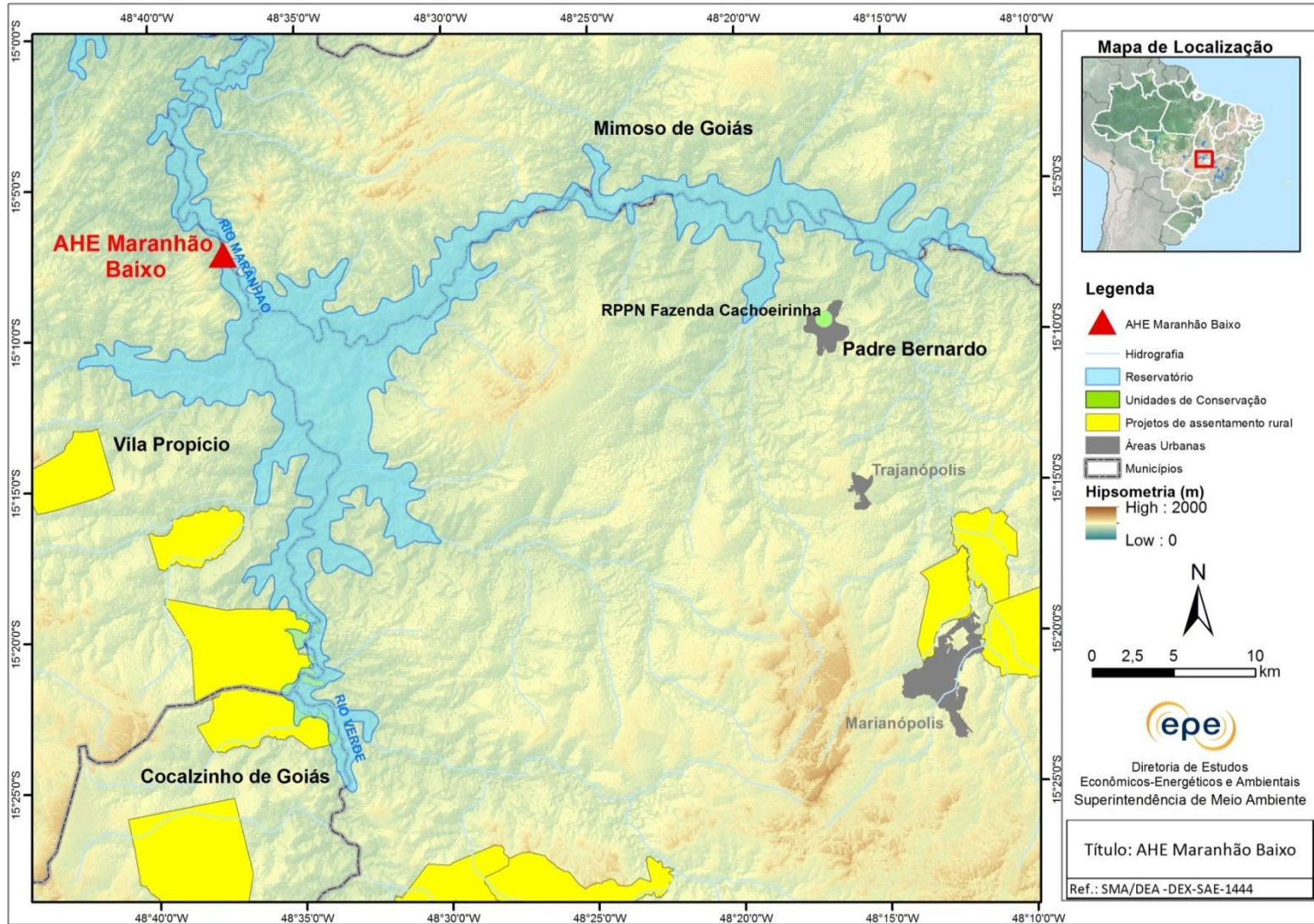
Ilha Três Quedas - MT - 115 MW - 1.326 EARM (MWmed)



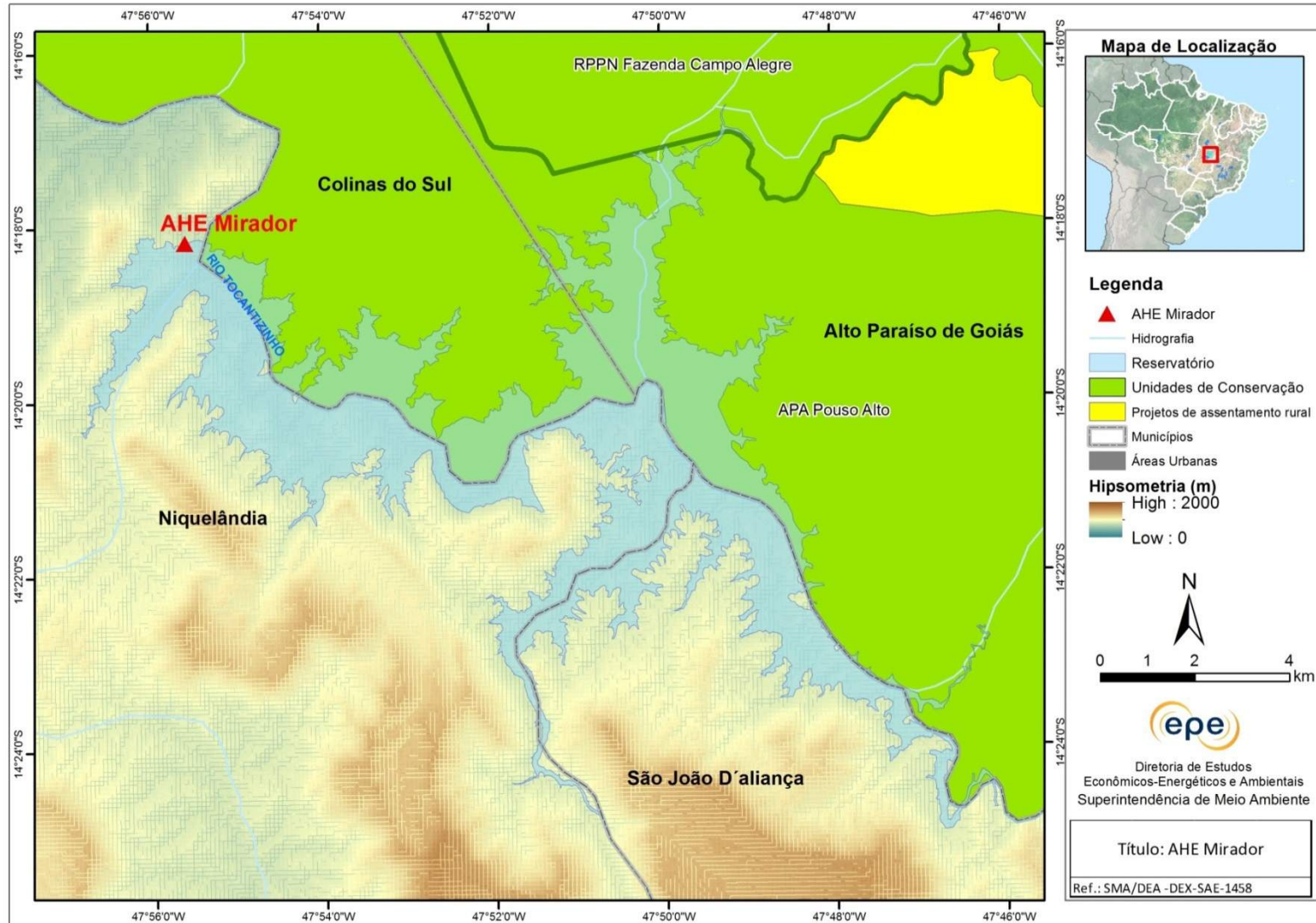
Ipueiras – TO – 480 MW – 2.337 EARM (MWmed)



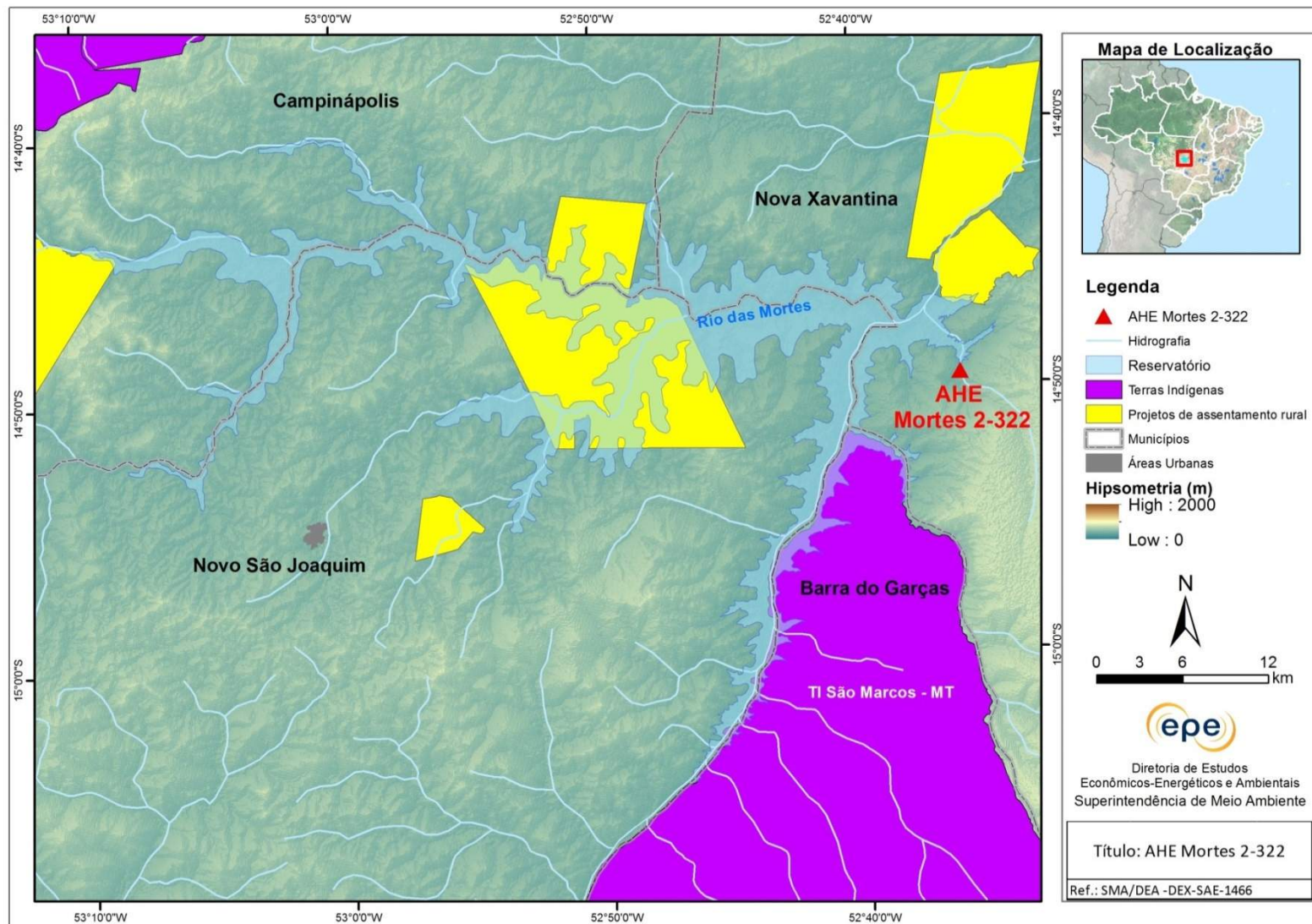
Maranhão Baixo – GO – 125 MW - 3.677 EARM (MWmed)



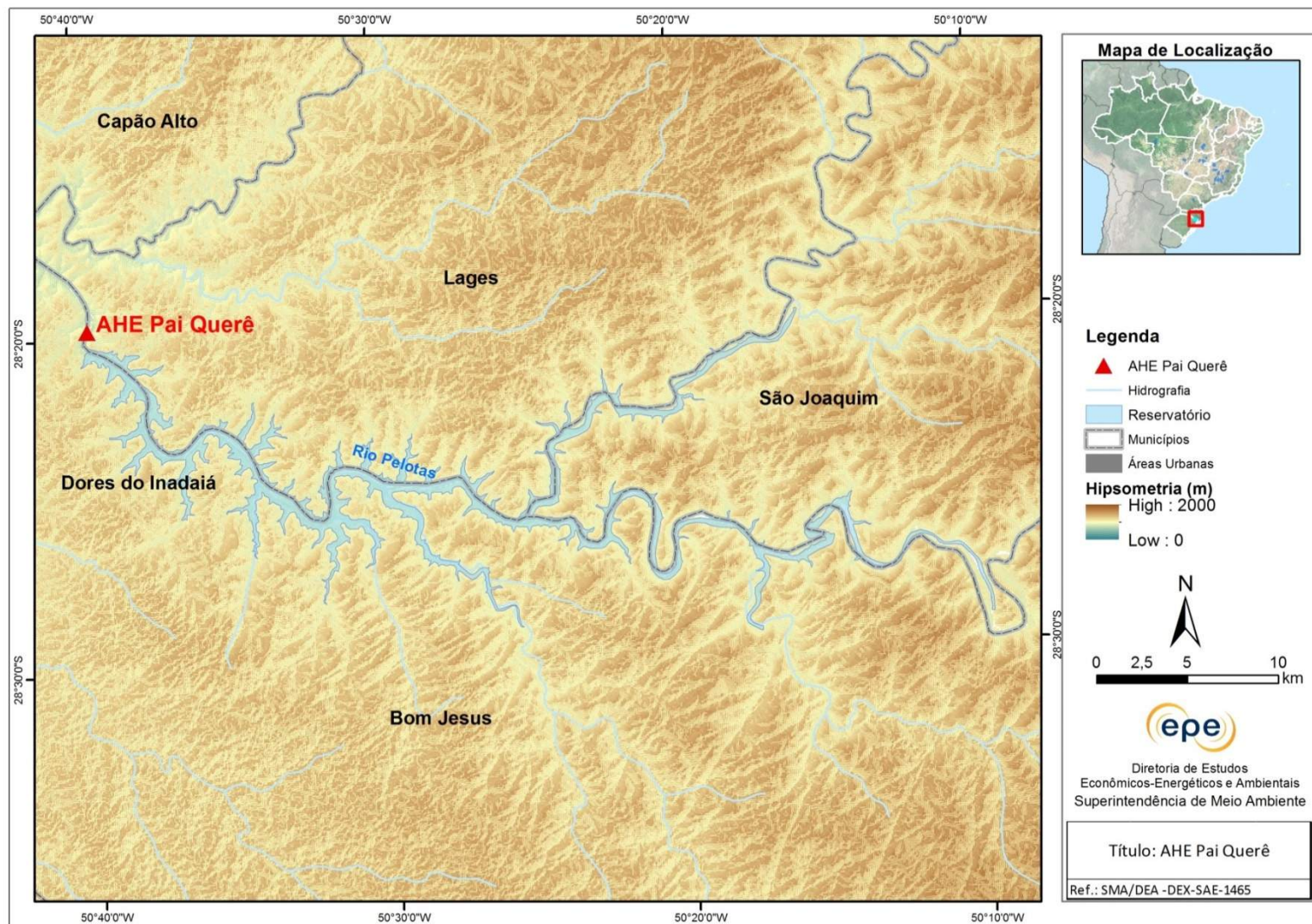
Mirador – GO – 80 MW – 1.709 EARM (MWmed)



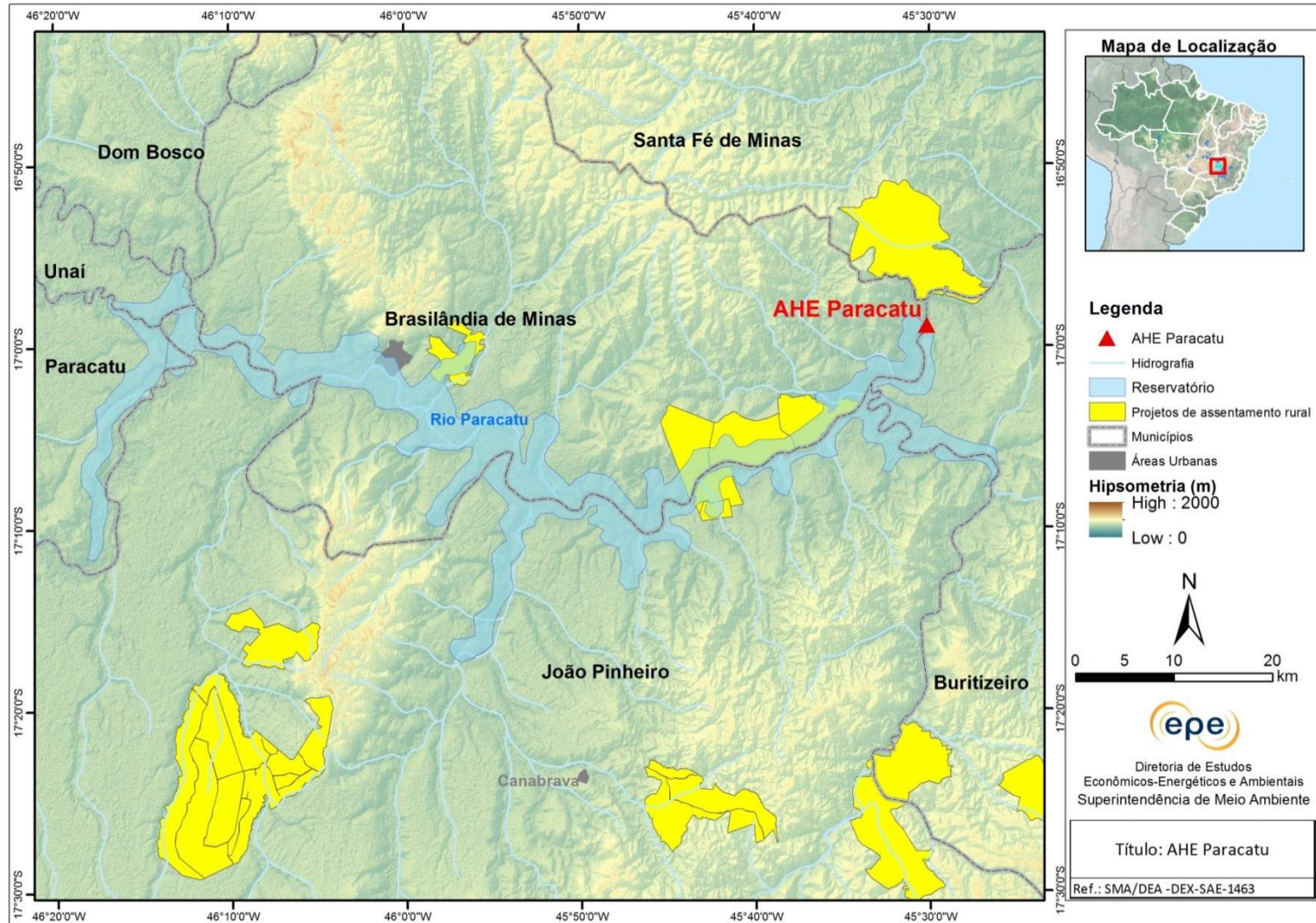
Mortes 2-322 – MT – 310 MW - 1.511 EARM (MWmed)



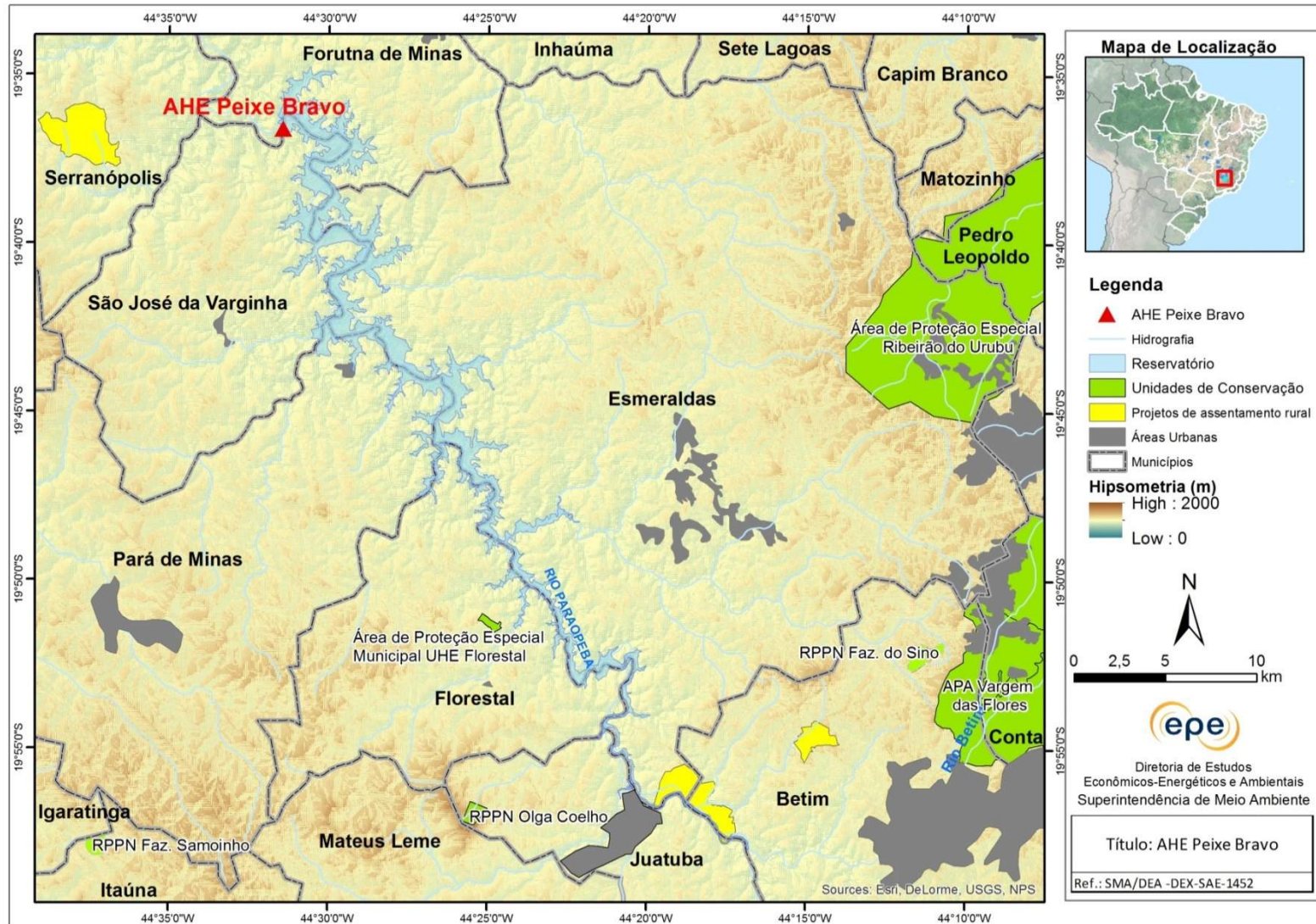
Pai Querê – SC/RS – 292 MW – 2.923 EARM (MWmed)



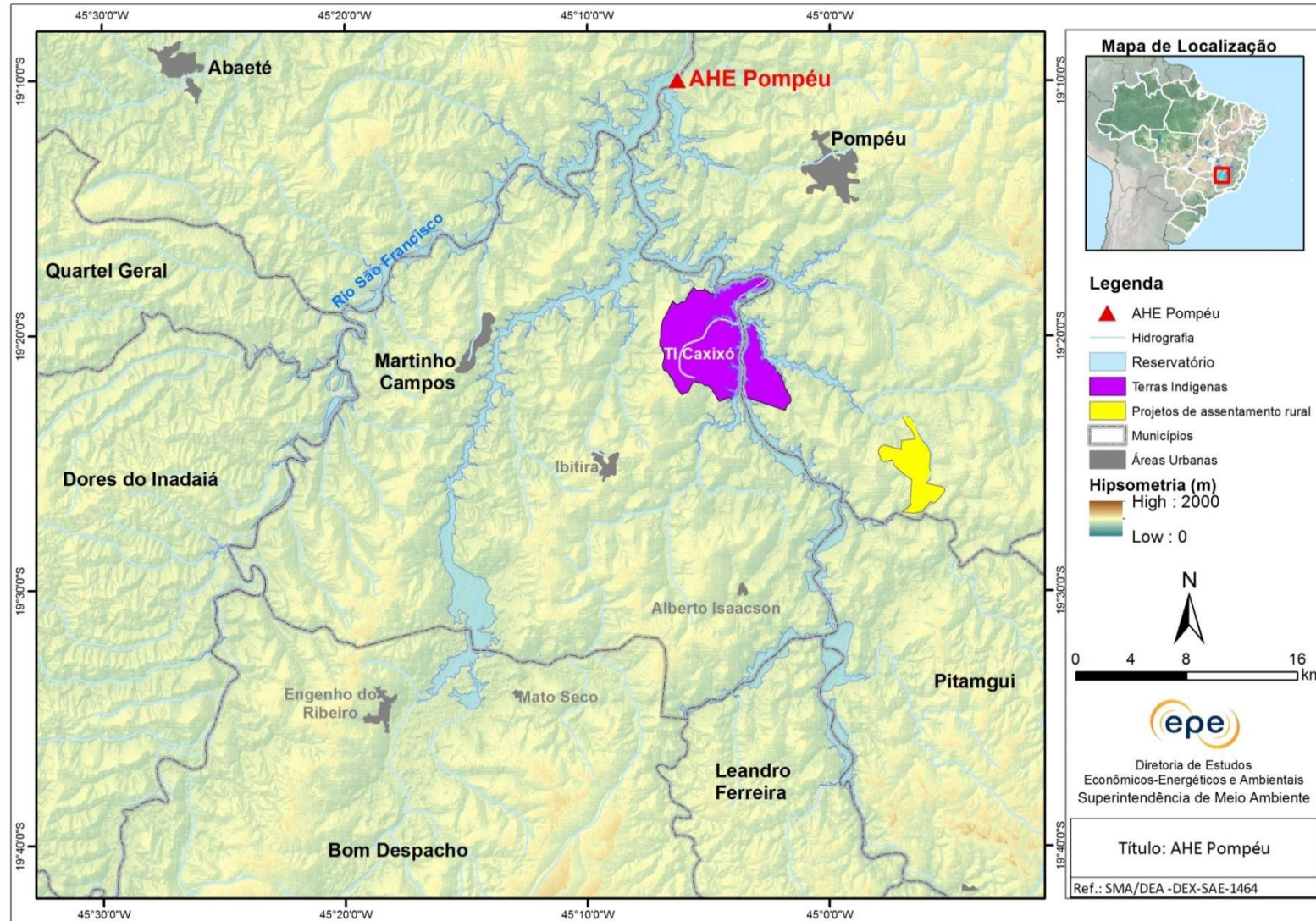
Paracatu – MG – 75 MW - 1.492 EARM (MWmed)



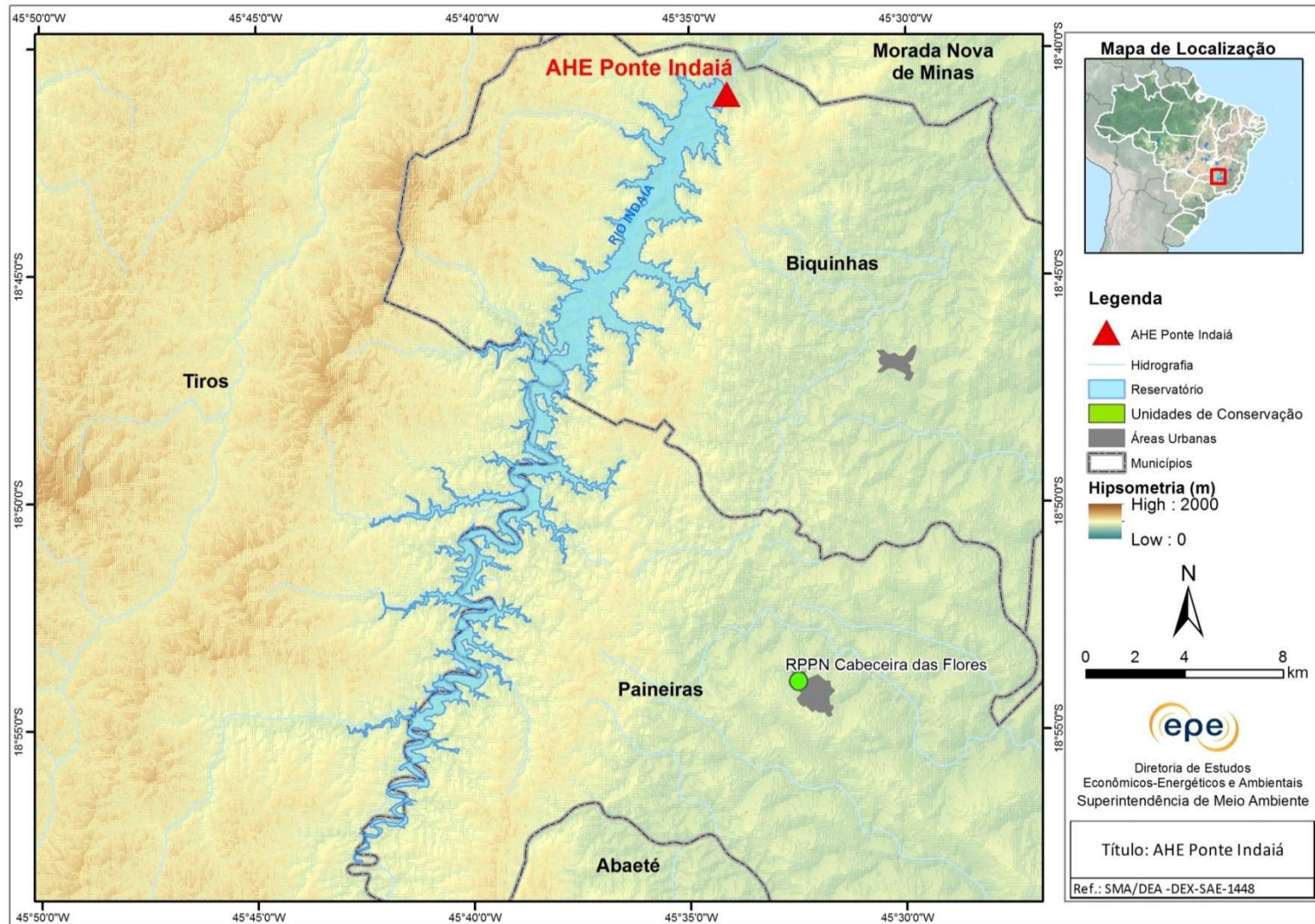
Peixe Bravo – MG – 46 MW - 671 EARM (MWmed)



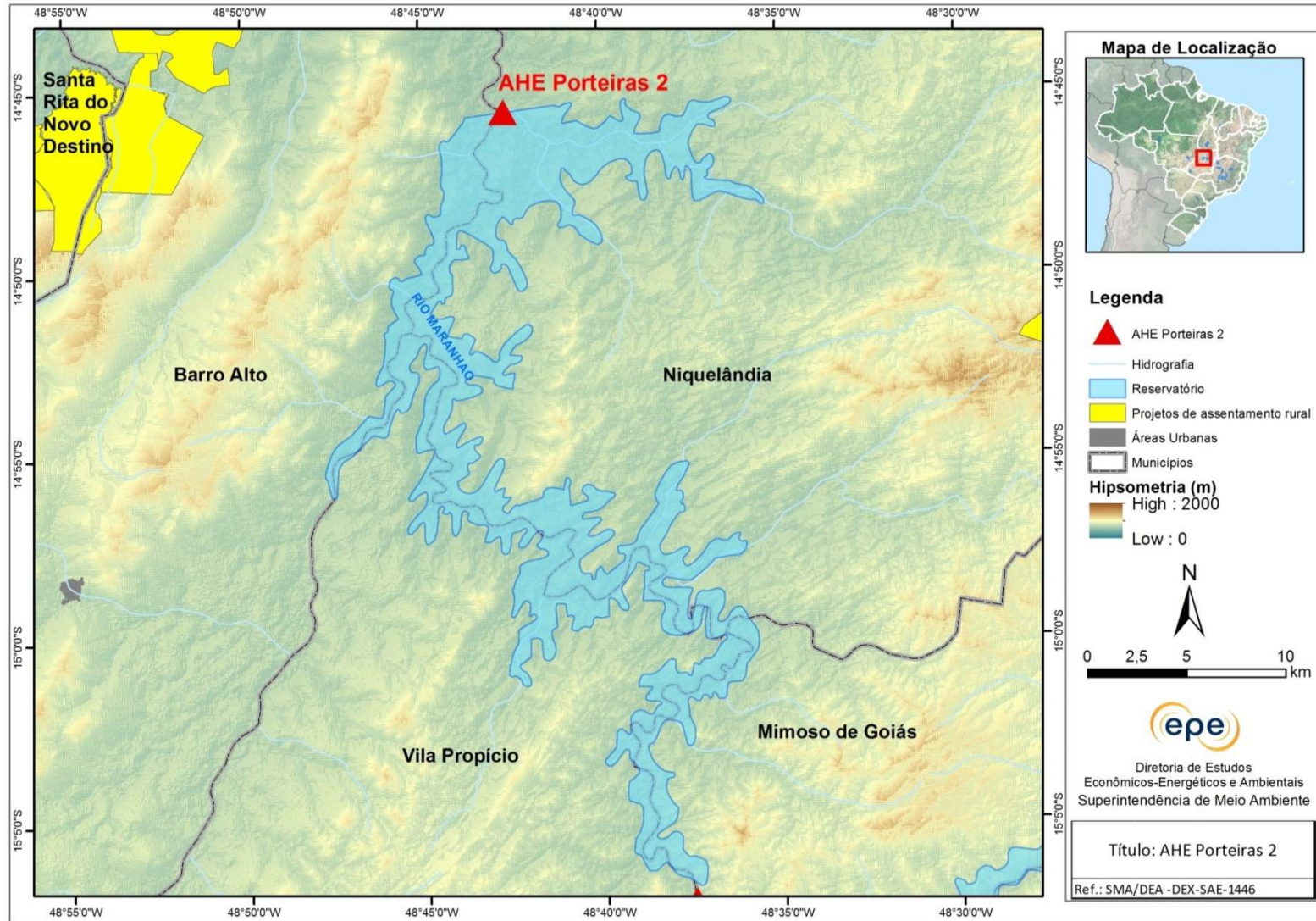
Pompéu – MG – 209 MW - 3.692 EARM (MWmed)



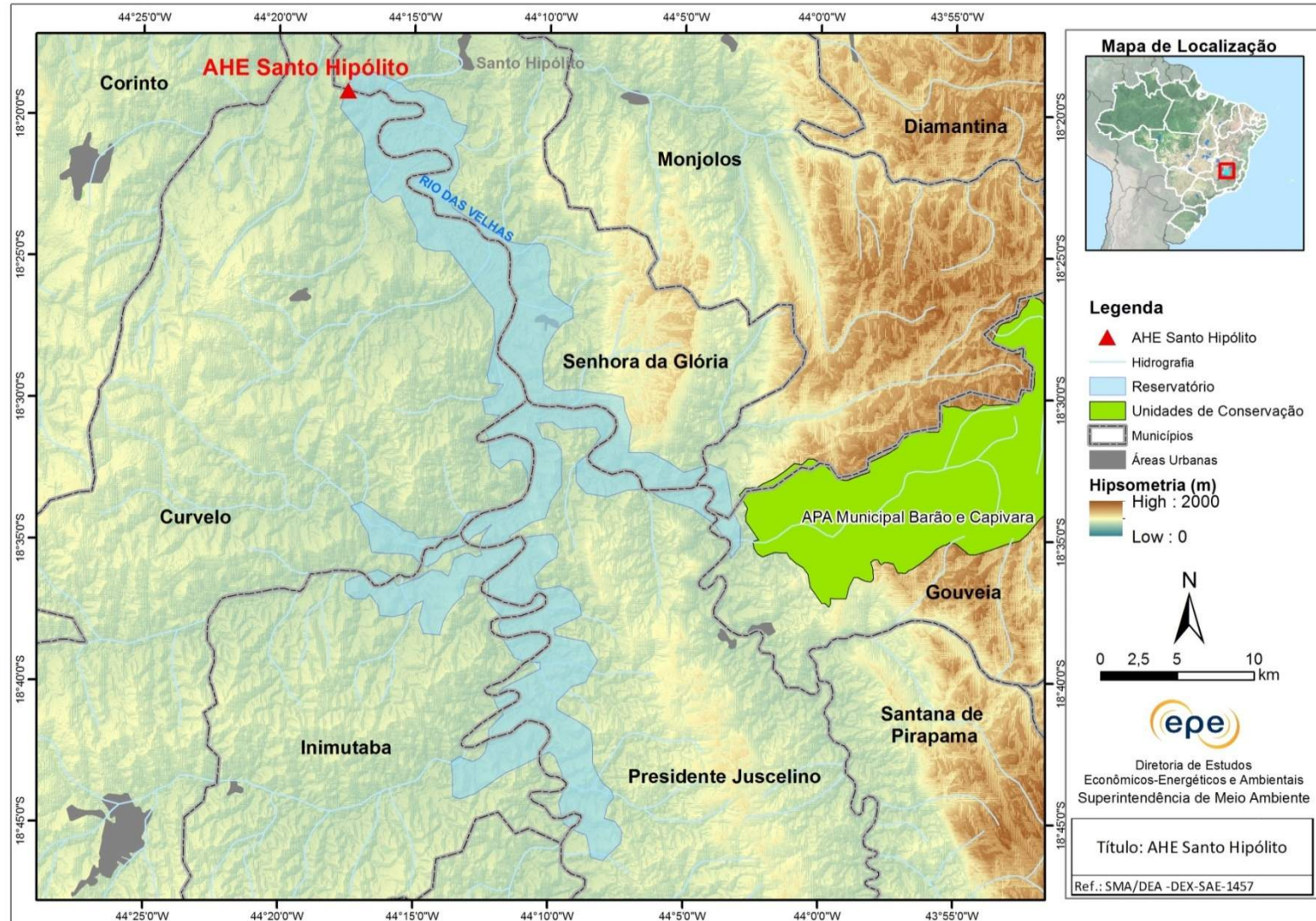
Ponte Indaiá - MG - 52 MW - 952 EARM (MWmed)



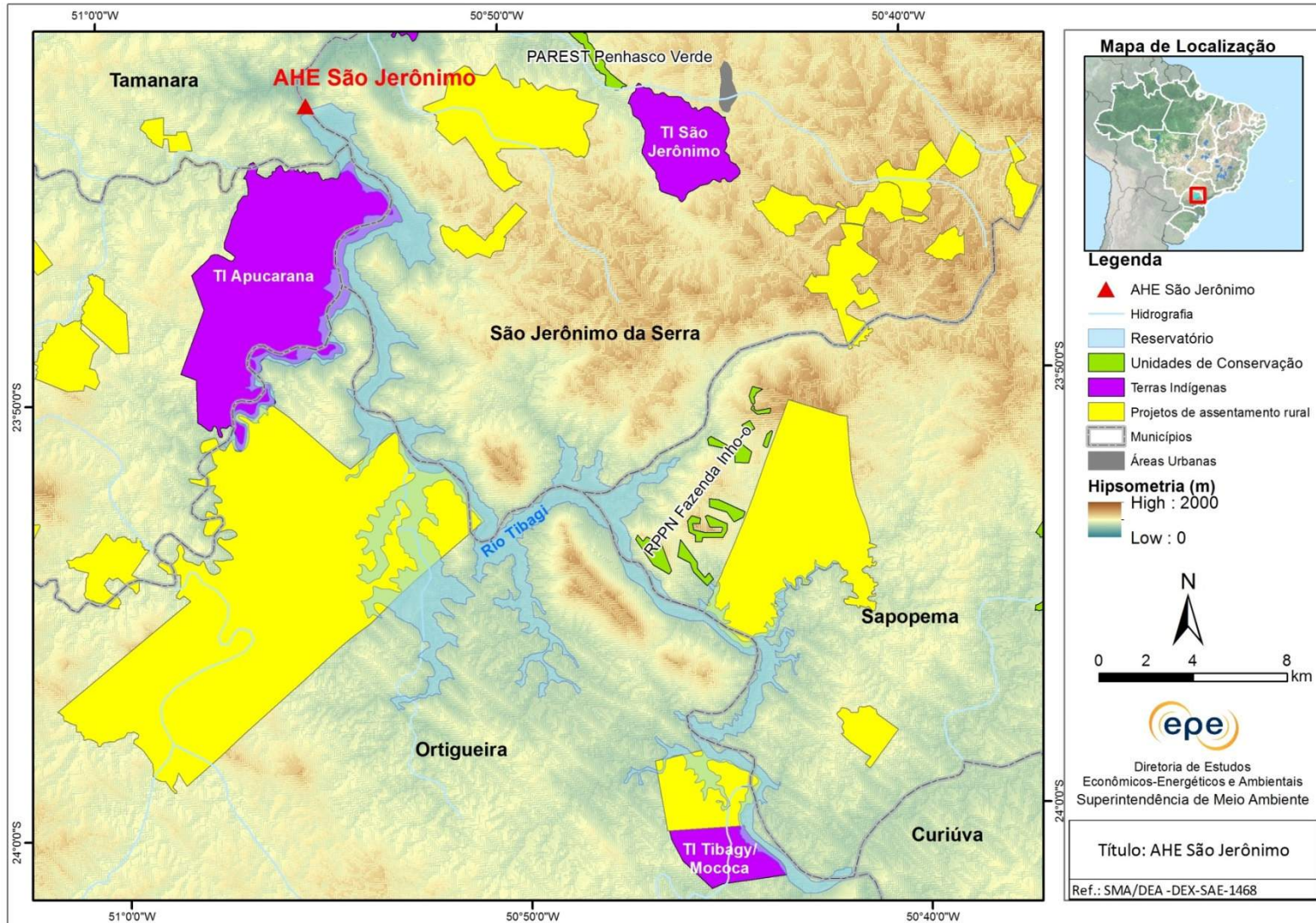
Porteiras 2 - GO - 86 MW - 1.581 EARM (MWmed)



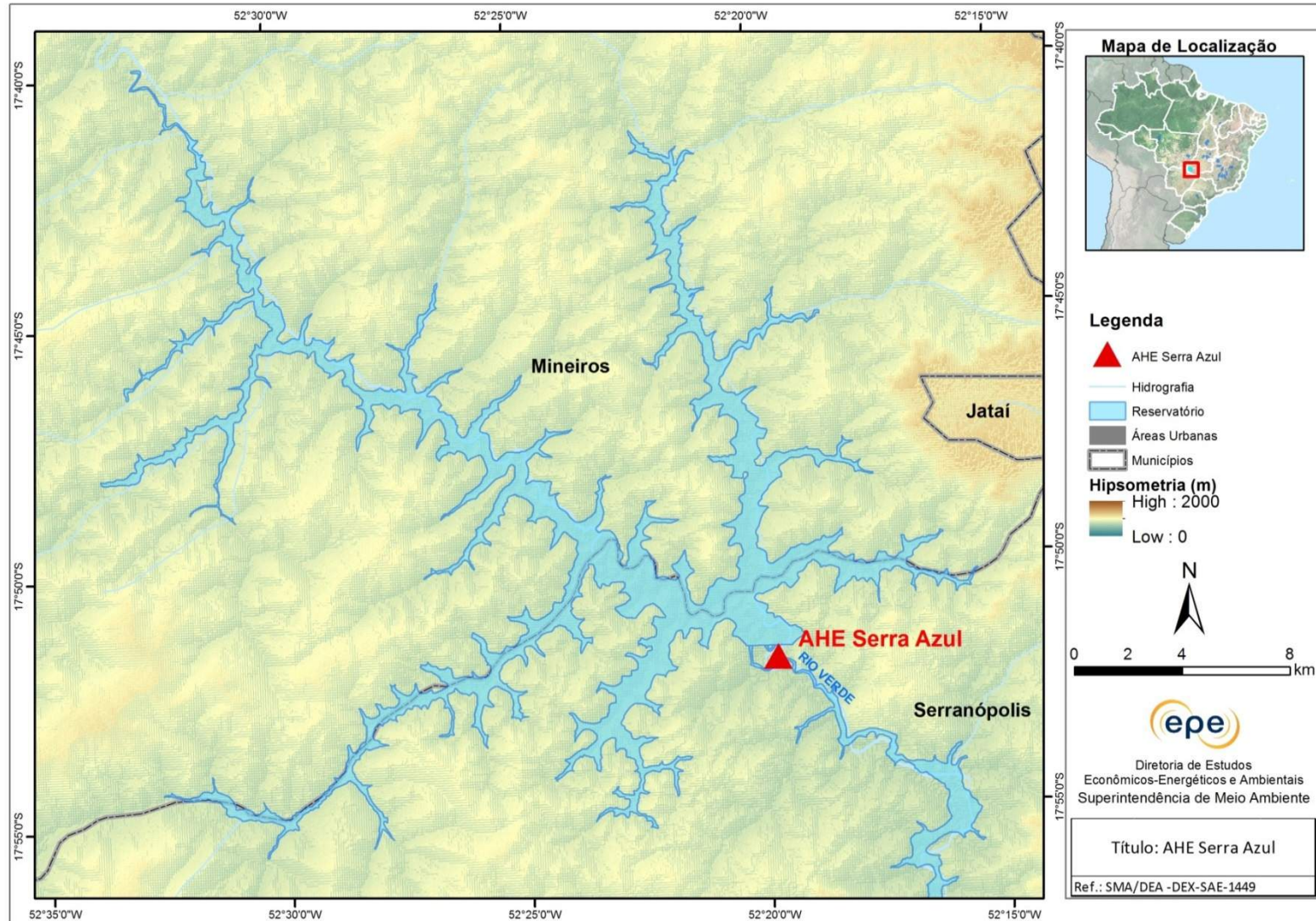
Santo Hipólito – MG – 95 MW – 2.178 EARM (MWmed)



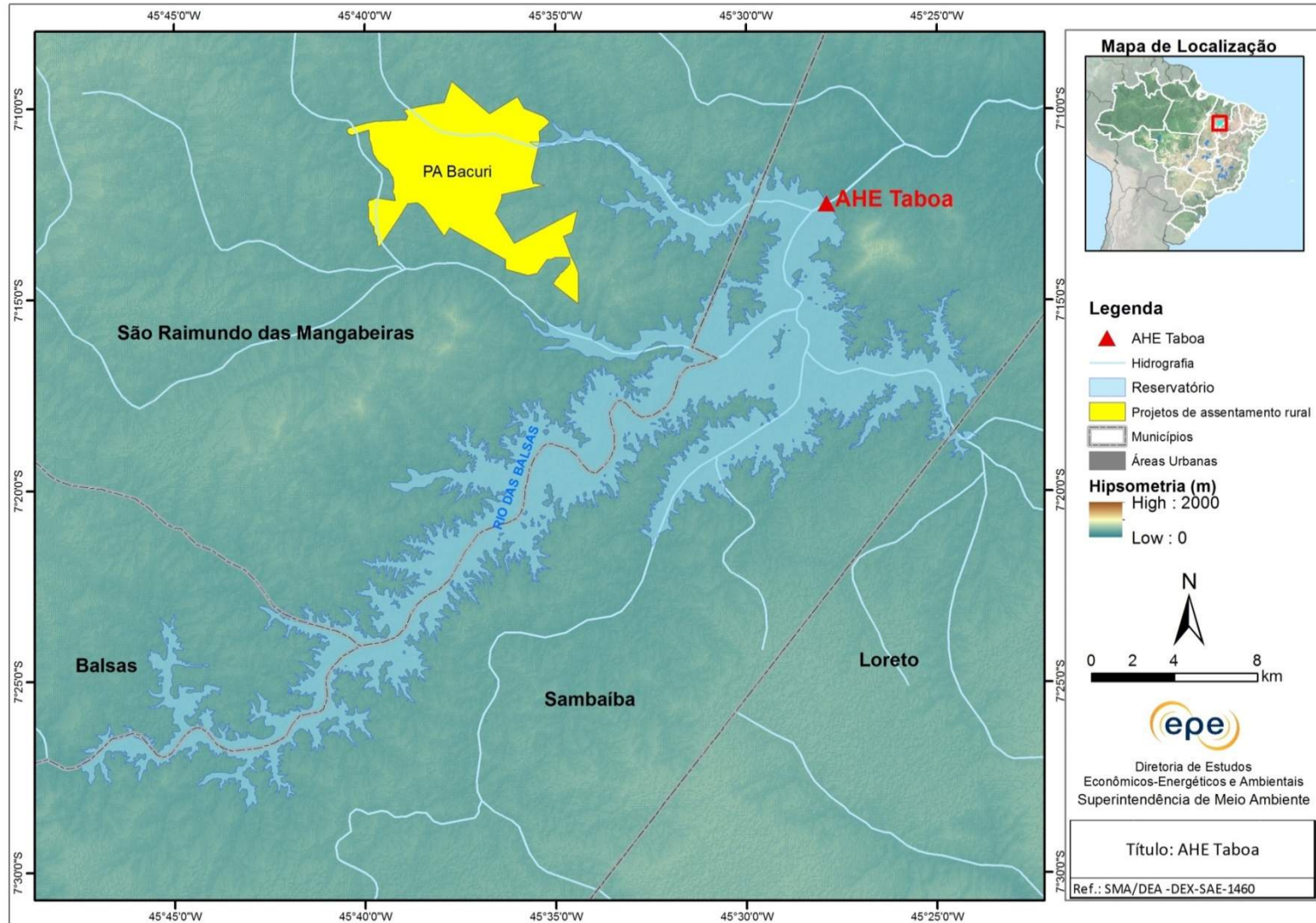
São Jerônimo - PR - 331 MW - 427 EARM (MWmed)



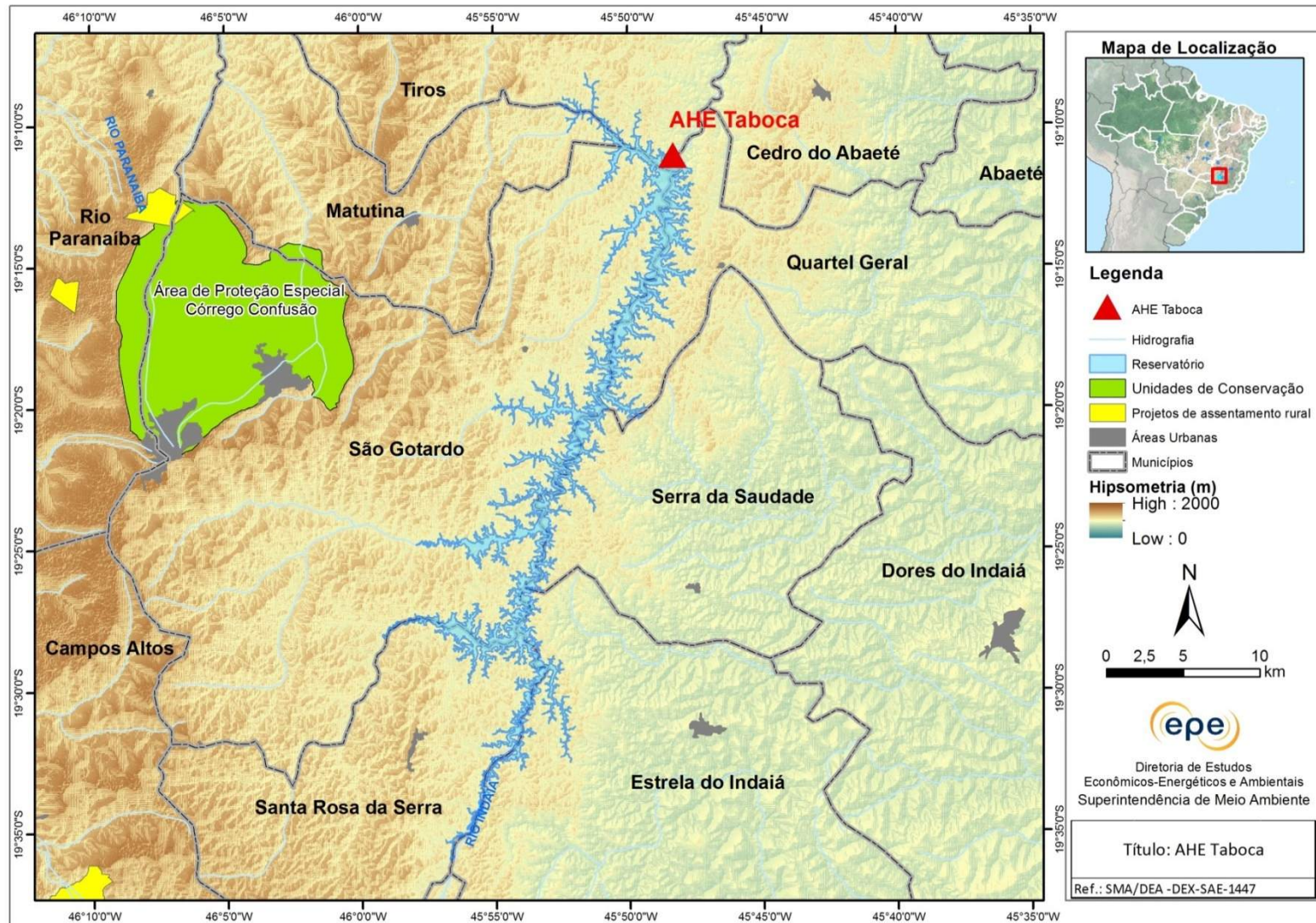
Serra Azul - GO - 38 MW - 915 EARM (MWmed)



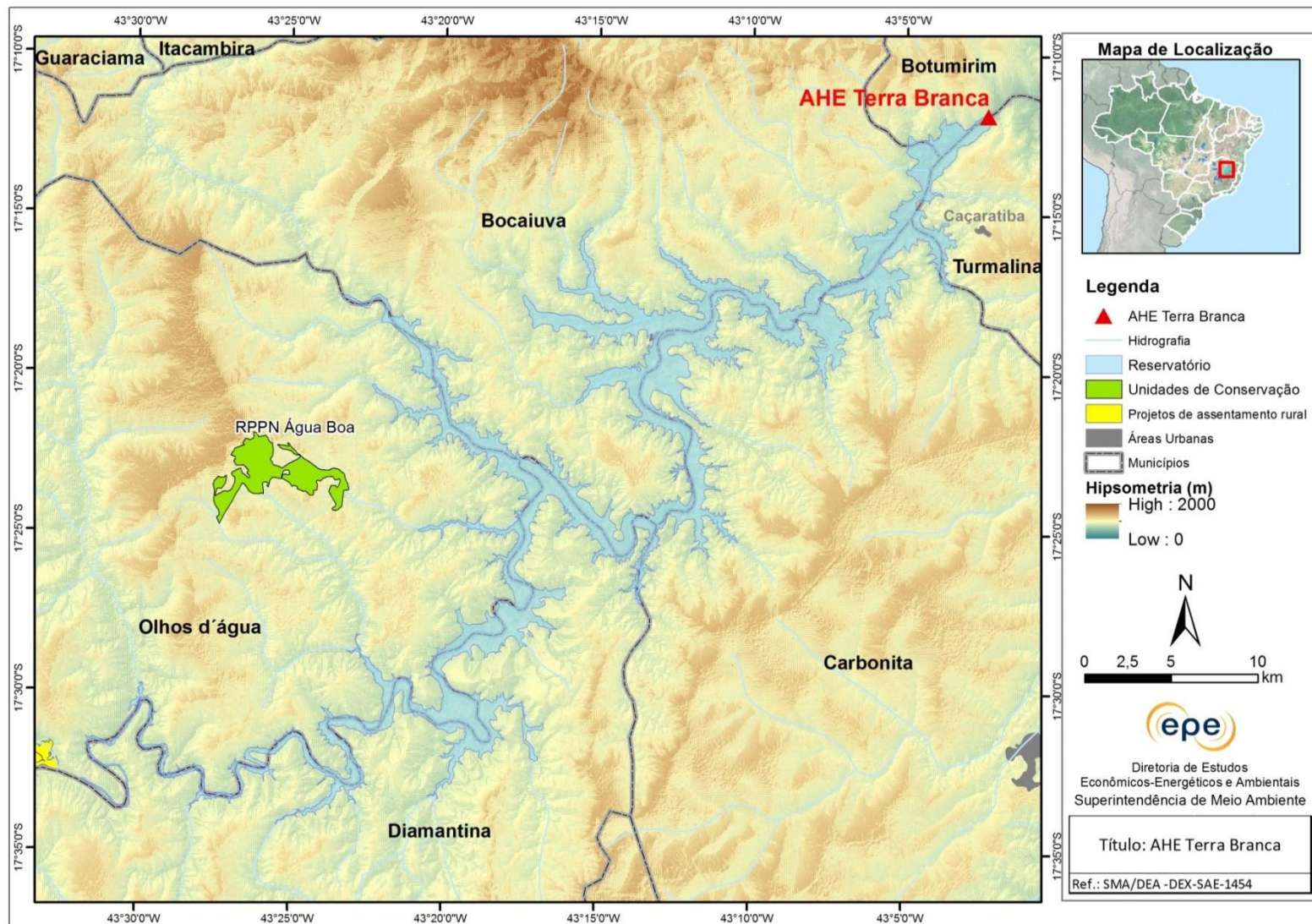
Taboa - MA - 98 MW - 514 EARM (MWmed)



Taboca – MG – 36 MW – 973 EARM (MWmed)



Terra Branca - MG - 142 MW - 3.598 EARM (MWmed)



Turmalina – MG – 95 MW – 1.226 EARM (MWmed)

