



Sistema

Sistema Estadual de Meio Ambiente
e Recursos Hídricos

MODELAGEM PARA ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE COMPLEMENTARIDADE HIDRO EÓLICO SOLAR PARA A MATRIZ ELÉTRICA DE MINAS GERAIS (2015 - 2050)

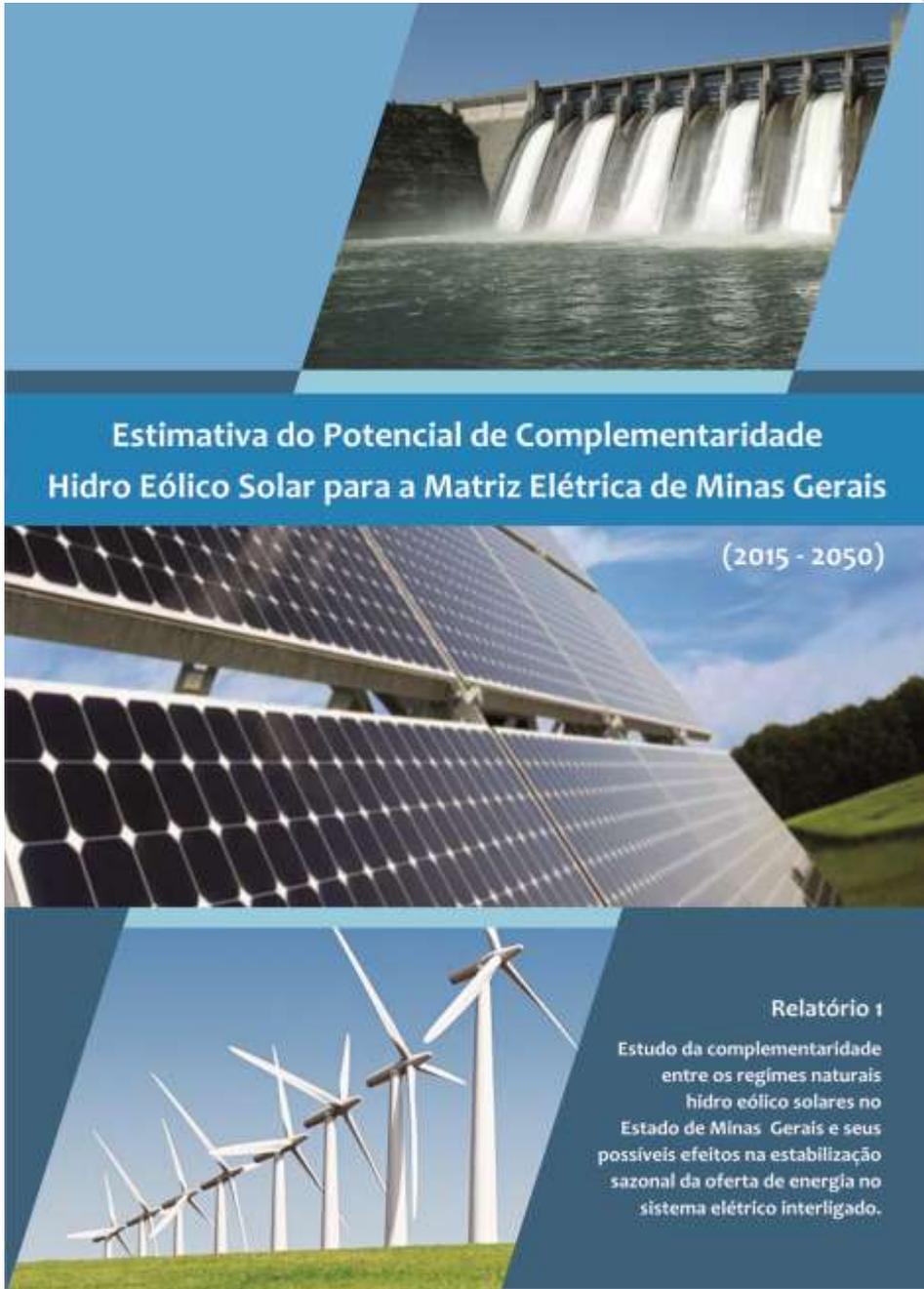
SUMÁRIO

- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



INTRODUÇÃO

- **INTRODUÇÃO**
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



Estimativa do Potencial de Complementaridade Hidro Eólico Solar para a Matriz Elétrica de Minas Gerais

(2015 - 2050)

Relatório 1

Estudo da complementaridade entre os regimes naturais hidro eólico solares no Estado de Minas Gerais e seus possíveis efeitos na estabilização sazonal da oferta de energia no sistema elétrico interligado.

Sisema

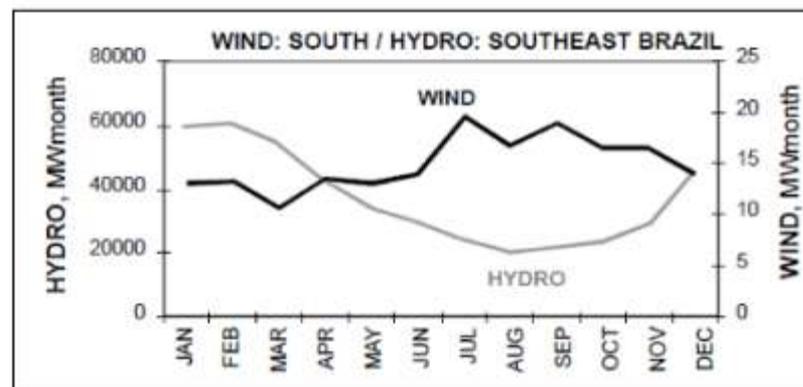
Sistema Estadual de Meio Ambiente
e Recursos Hídricos

OBJETIVOS



- INTRODUÇÃO
- **OBJETIVOS**
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS

- Identificação das usinas mineiras baseadas em hidroeletricidade (PCHs e UHEs) cujos potenciais eólico e solar das localidades onde estas encontram-se, permitam a instalação de usinas solares e eólicas visando a estabilização sazonal da oferta de energia elétrica.



JUSTIFICATIVA



- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- **JUSTIFICATIVA**
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS

- Risco energético e diversificação da matriz energética (Nacional/Estadual);
- Lei Federal n. 9.478/1997 – “Política Energética Nacional”;
- Decreto Estadual Nº 46296 de 14/08/2013 - PMER;
- Lei Estadual 20849, “Lei Solar”, de 08/08/2013;
- Altos índices de radiação solar incidente (em média superiores a 5,5 kWh/m².dia);
- Ocorrência de ventos com velocidades superiores a 5 m/s;
- Diminuição dos custos de implantação devido a possibilidade de utilização conjunta de estruturas de transmissão existentes.



CONTEXTUALIZAÇÃO



- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- **CONTEXTUALIZAÇÃO**
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS

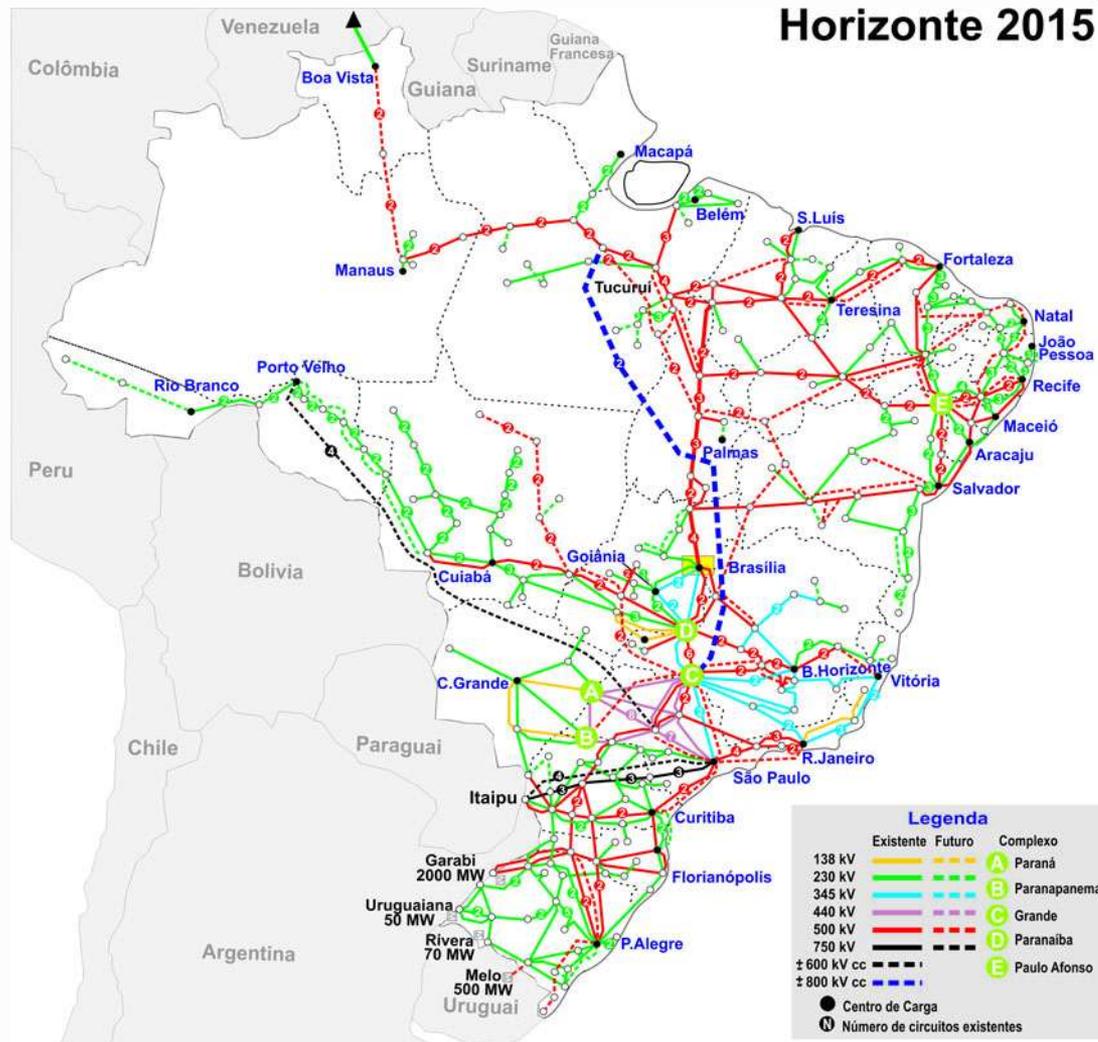
- Minas Gerais é o **quarta maior em extensão territorial** e o **segundo mais populoso** do Brasil, com pouco mais de 20 milhões de habitantes.
- Risco energético associado à crise hídrica.
- Analisando os dados fornecidos pelo estudo sobre a demanda e geração de eletricidade no Estado de Minas Gerais no período 2025 a 2030, nota-se que haverá uma necessidade de importação de energia de outros estados para suprir a demanda interna. No cenário Referência a estimativa apontada é de 17,1%, enquanto no cenário Alternativo esta estimativa cai para o patamar de 8,7% (MATRIZ ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS 2007-2030, 2007).



CONTEXTUALIZAÇÃO



Horizonte 2015



Sisema

Sistema Estadual de Meio Ambiente
e Recursos Hídricos

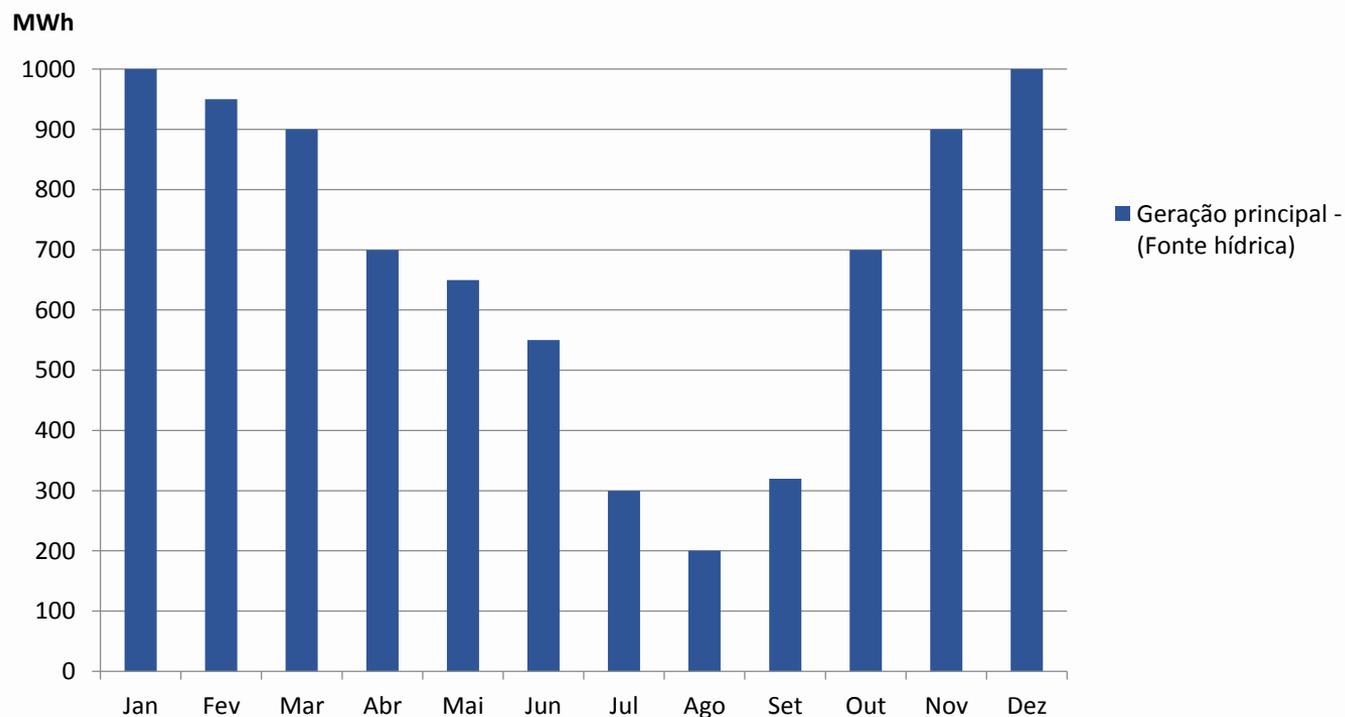
- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- **CONTEXTUALIZAÇÃO**
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



CONTEXTUALIZAÇÃO: Complementaridade



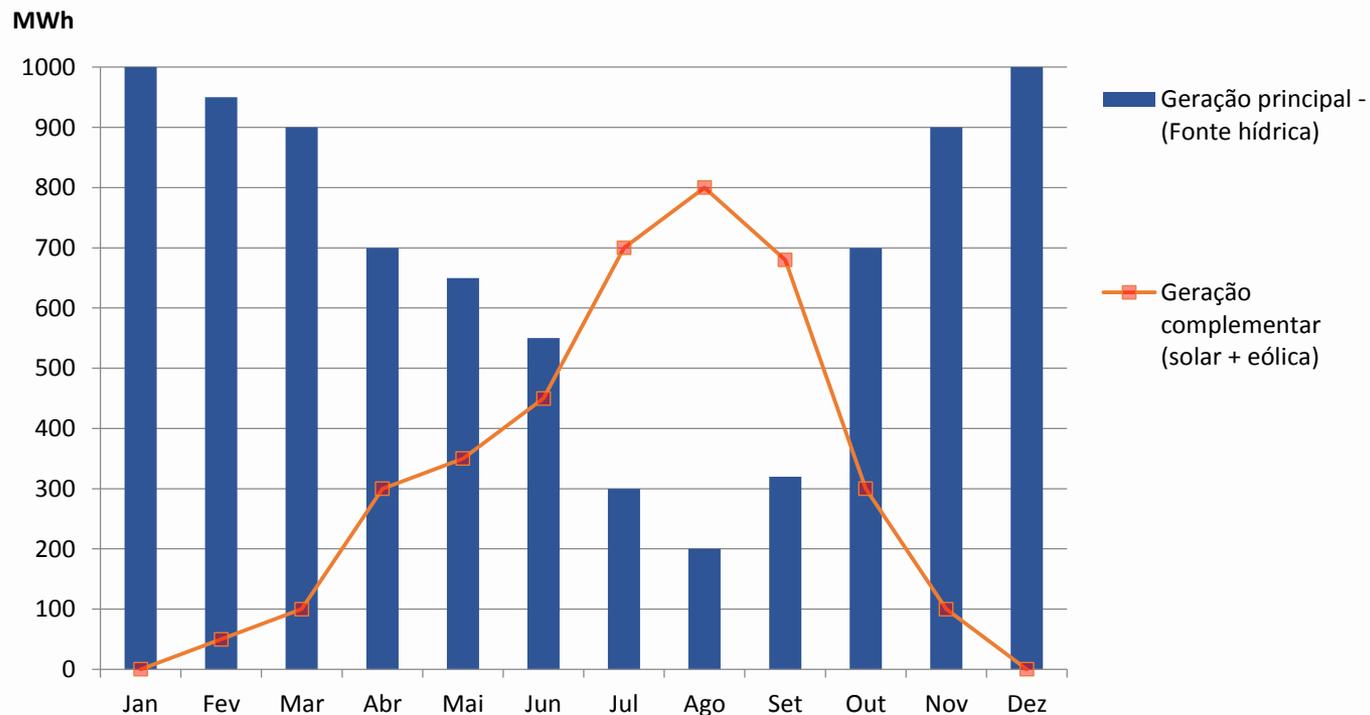
- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- **CONTEXTUALIZAÇÃO**
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



CONTEXTUALIZAÇÃO: Complementaridade



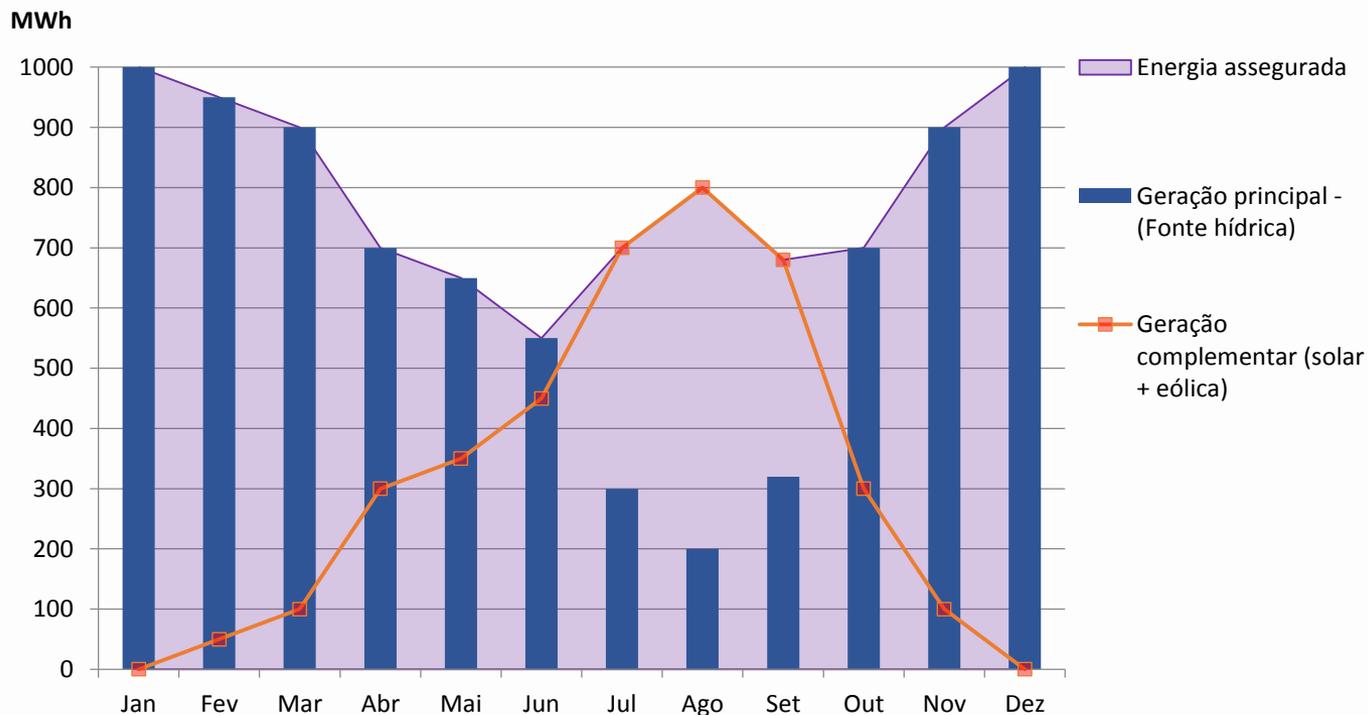
- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- **CONTEXTUALIZAÇÃO**
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



CONTEXTUALIZAÇÃO: Complementaridade

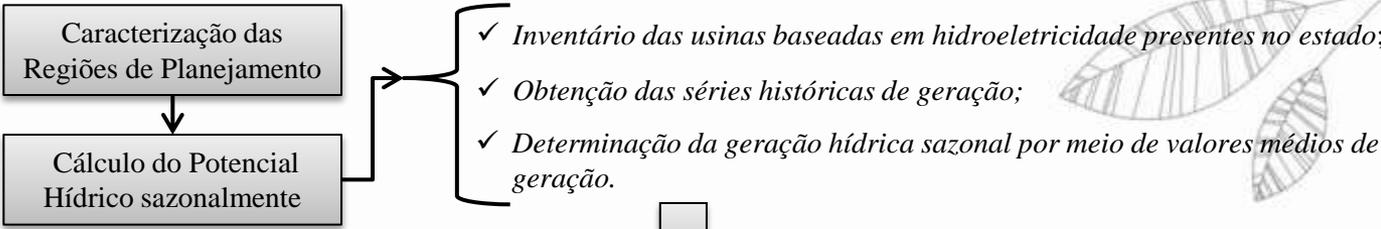


- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- **CONTEXTUALIZAÇÃO**
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS

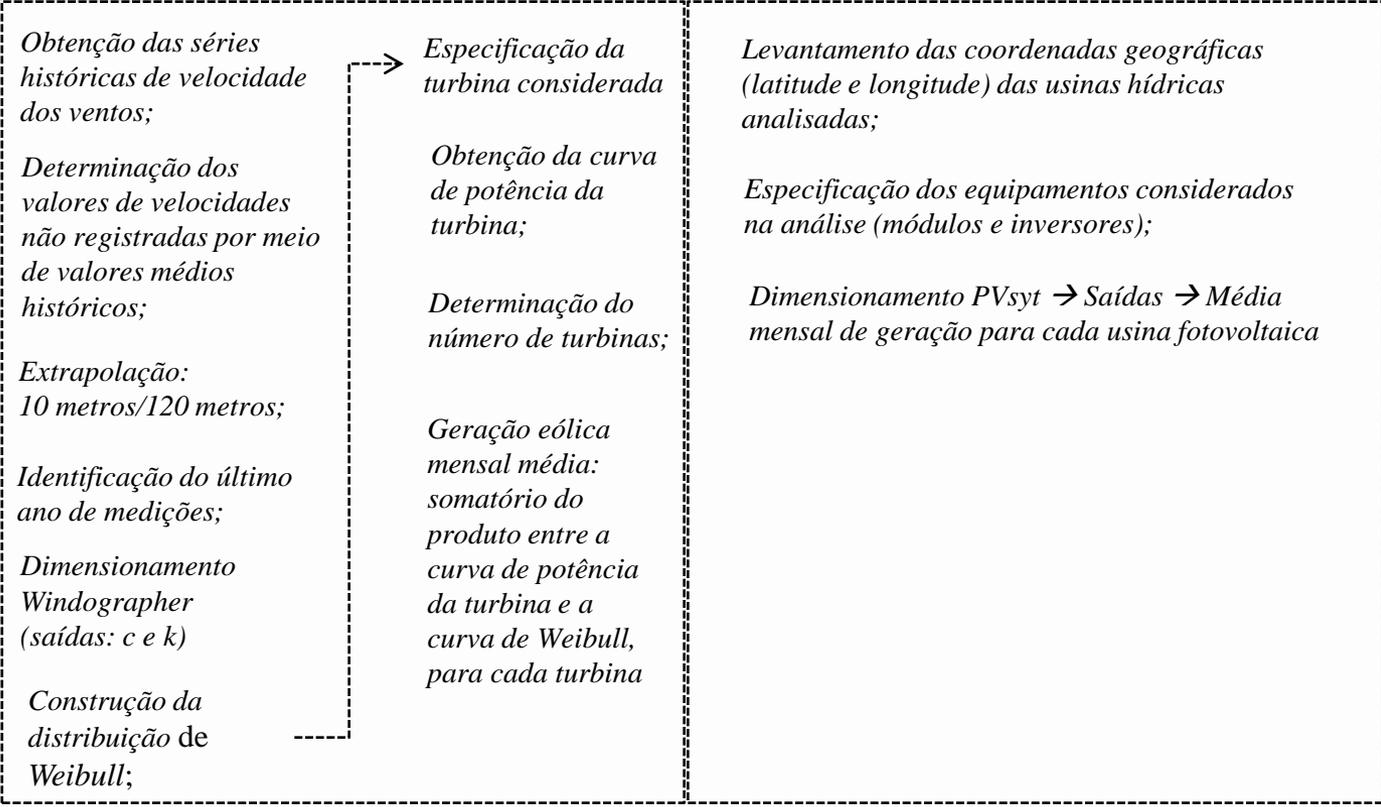


METODOLOGIA

- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- **METODOLOGIA**
- RESULTADOS
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



Cálculo do Potencial Eólico sazonalmente	Cálculo do Potencial Solar sazonalmente
--	---



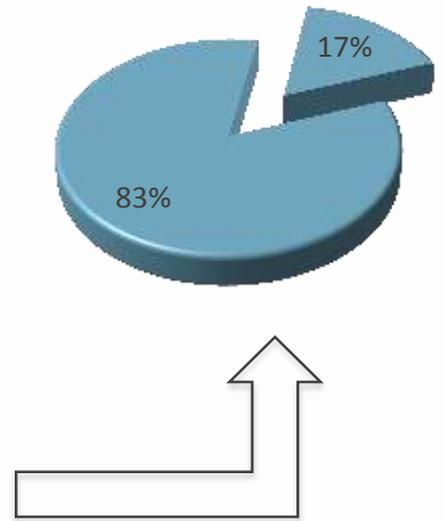
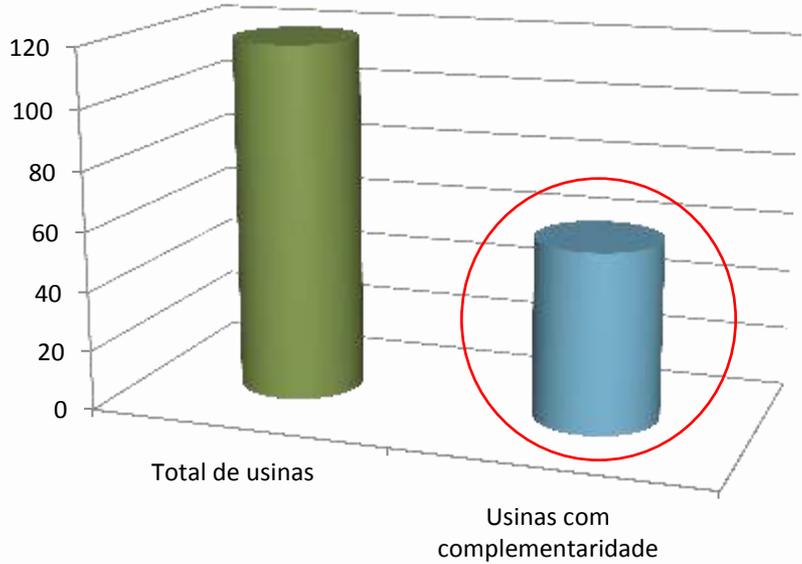
Cálculo do Potencial Hidro Eólico Solar sazonalmente
--



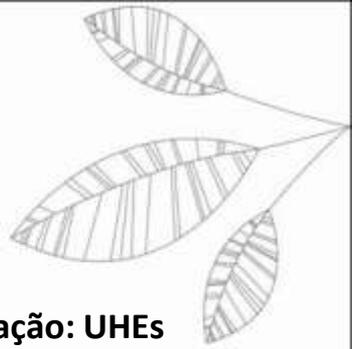
RESULTADOS

- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- **RESULTADOS**
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS

- **Distribuição das usinas que apresentaram complementaridade em seus perfis de geração**
- Usinas avaliadas (Total) → 119 usinas → 41 UHEs e 78 PCHs;
- UHEs → 10 usinas (cerca de 24.39%) apresentaram complementaridade;
- PCHs → 50 usinas (cerca de 64.10%);
- Total de usinas avaliadas → 60 delas (cerca de 50.42%) → valor de complementaridade diferente de zero.

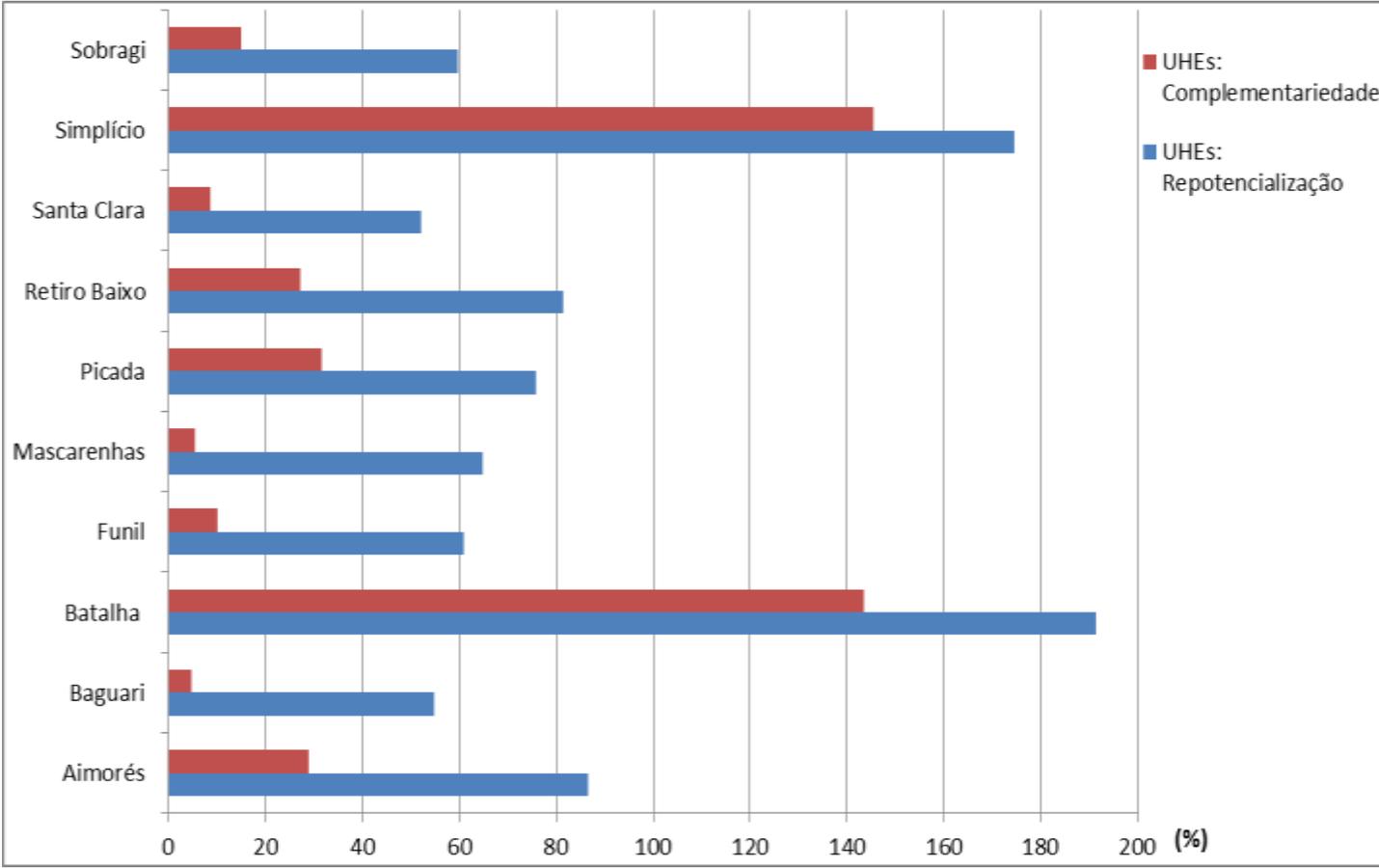


RESULTADOS



- Distribuição das usinas que apresentaram complementaridade em seus perfis de geração: UHEs

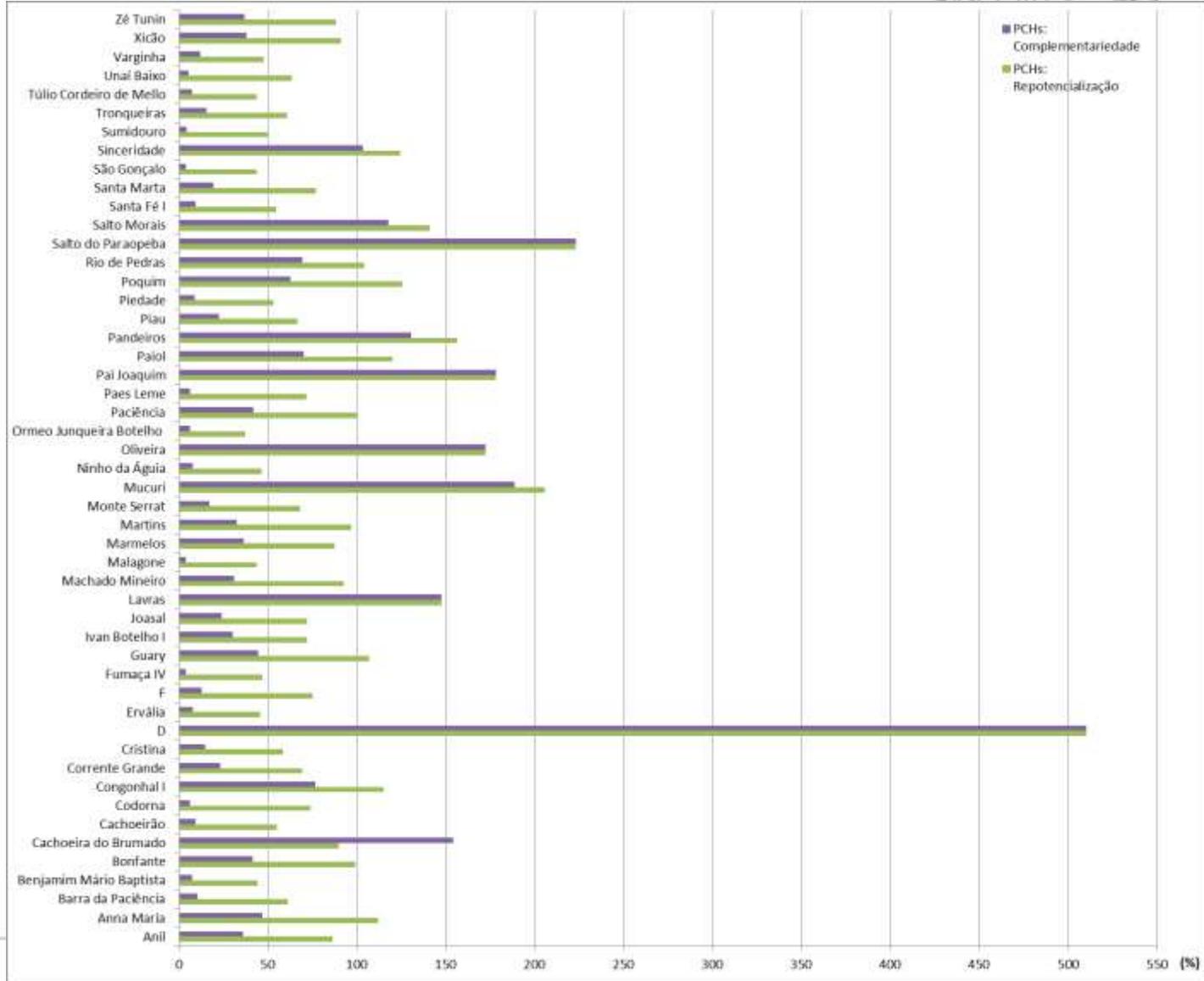
- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- RESULTADOS**
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



RESULTADOS

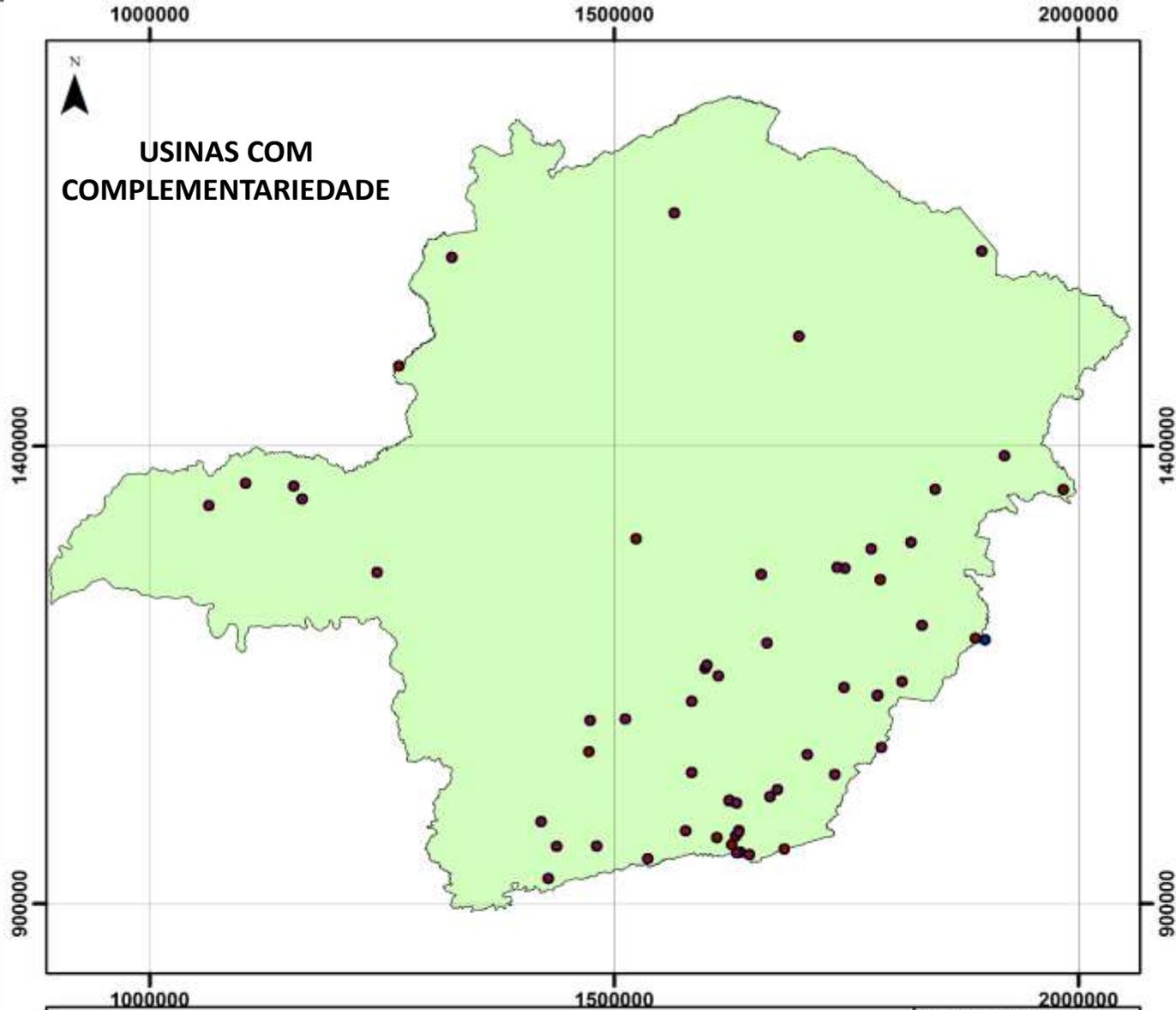
- Distribuição das usinas que apresentaram complementaridade em seus perfis de geração: PCHs

- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- RESULTADOS**
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



RESULTADOS

- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- **RESULTADOS**
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



Sistemas de referencia:
Mapa principal: Projeção: UTM
Meridiano Central: - 60
Projeção cônica conforme de Lambert
Datum Horizontal: SAD 69

Escala Numérica
1:7.600.000

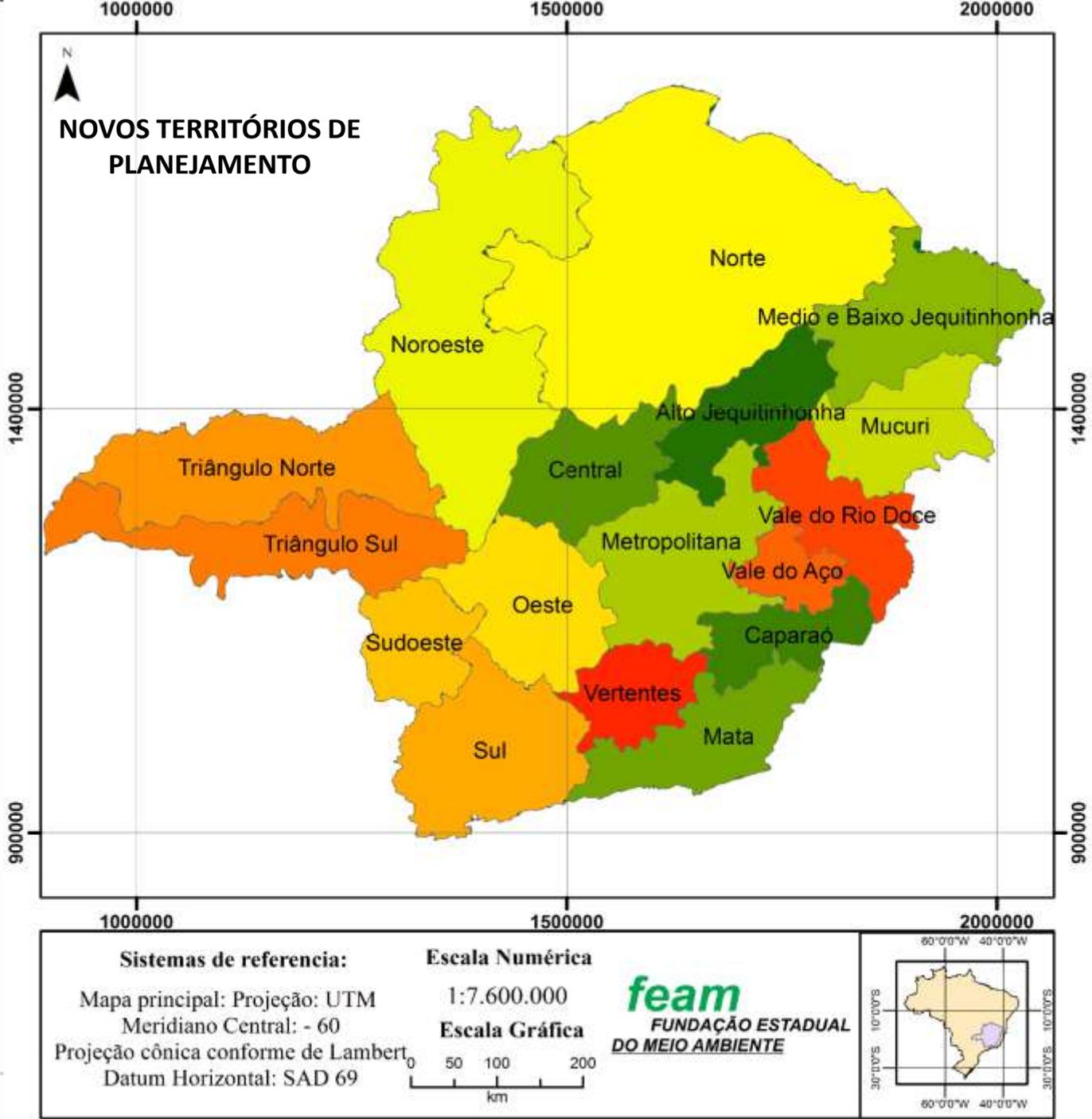
Escala Gráfica
0 50 100 200 km

feam
FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE



RESULTADOS

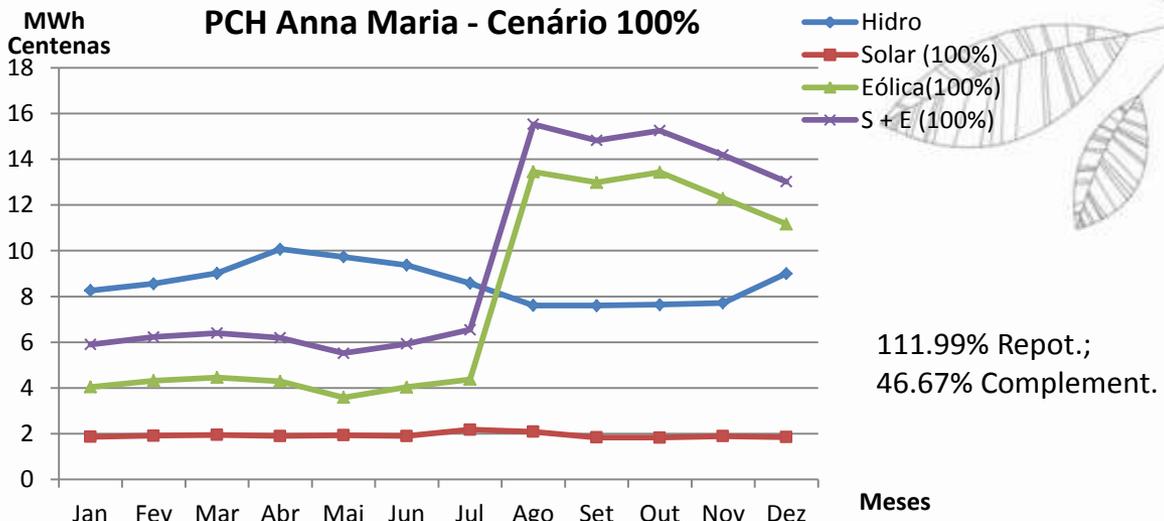
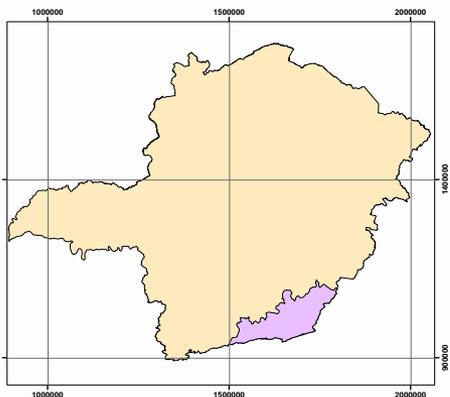
- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- **RESULTADOS**
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



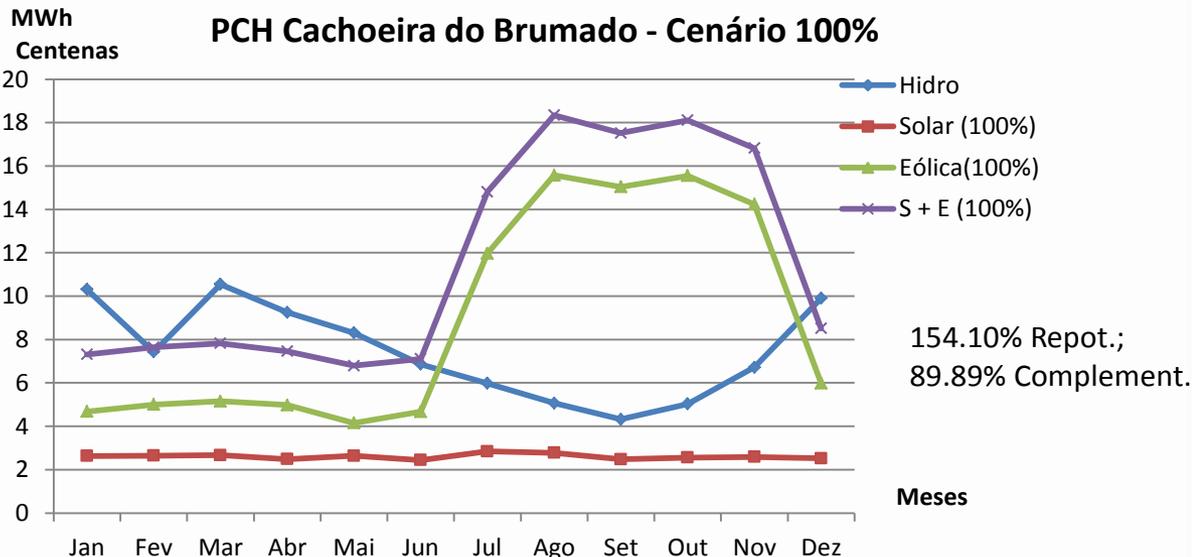
RESULTADOS

REGIÃO MATA:

19 usinas (31.67%) com complementaridade.



111.99% Repot.;
46.67% Complement.

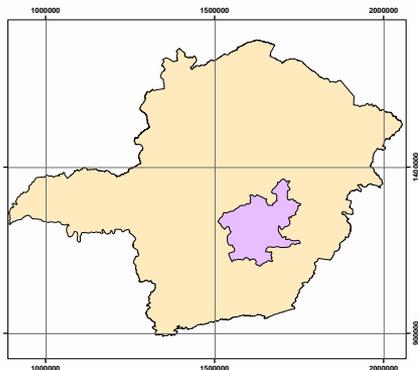


154.10% Repot.;
89.89% Complement.

RESULTADOS

REGIÃO METROPOLITANA:

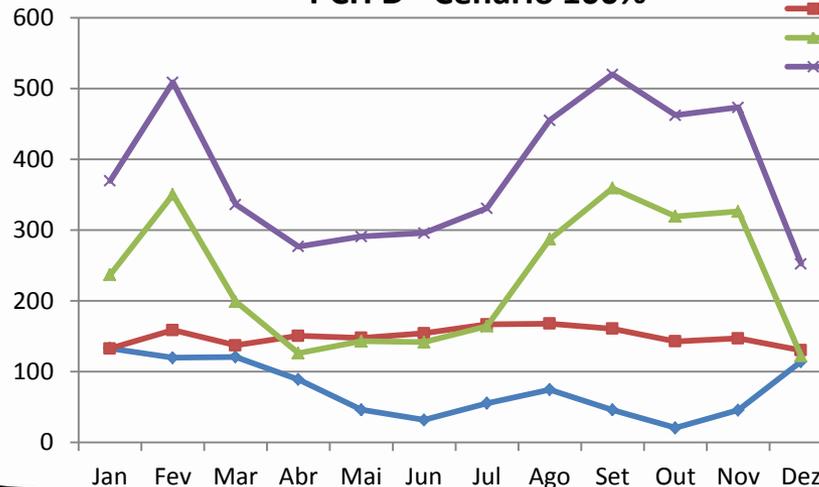
9 usinas (15%) com complementaridade



MWh

PCH D - Cenário 100%

— Hidro
— Solar (100%)
— Eólica (100%)
— S + E (100%)

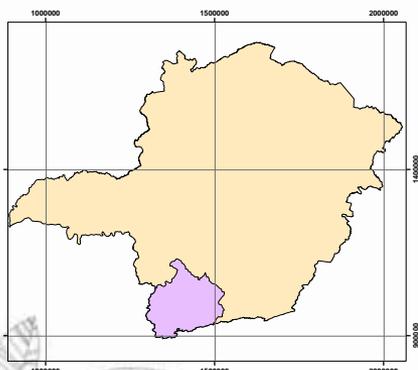


510.12% Repot.;
510.12% Complement.

Meses

REGIÃO SUL:

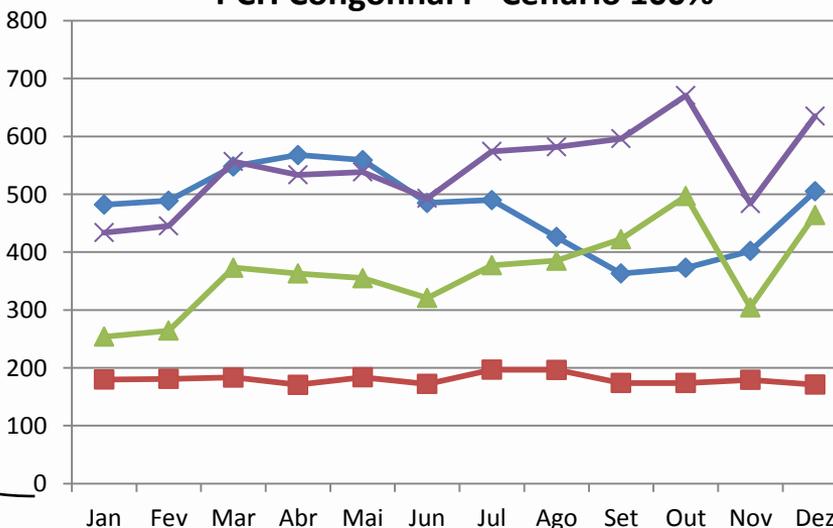
5 usinas (8.33%) com complementariedade



MWh

PCH Congonhal I - Cenário 100%

— Hidro
— Solar (100%)
— Eólica (100%)
— S + E (100%)



114.98% Repot.;
76.65% Complement.

Meses

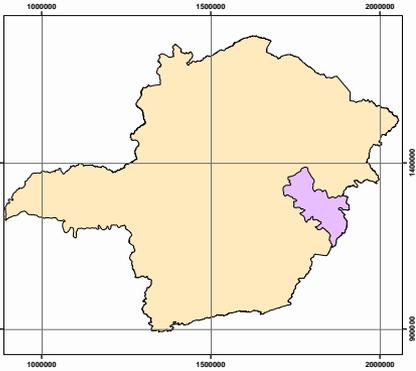
Sisema

Sistema Estadual de Meio Ambiente
e Recursos Hídricos

RESULTADOS

REGIÃO VALE DO RIO DOCE:

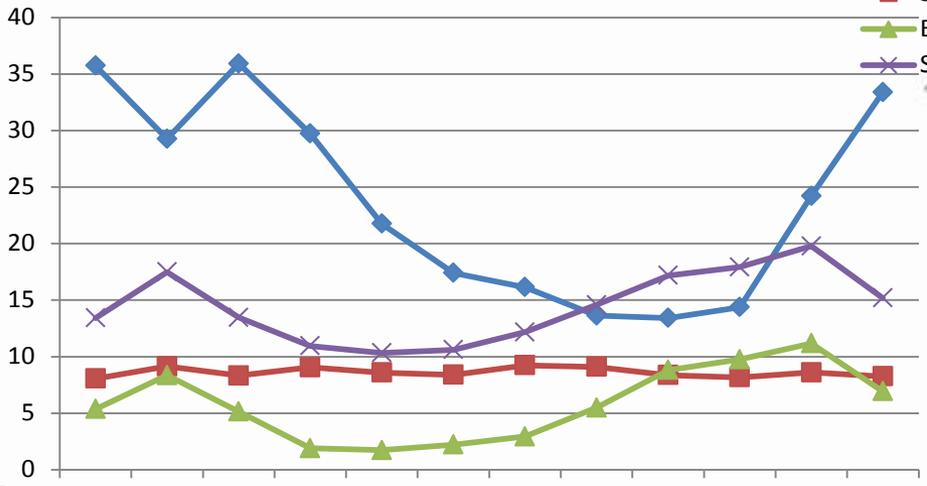
5 usinas (8.33%) com complementariedade



MWh Centenas

PCH Tronqueiras - Cenário 100%

- ◆ Hidro
- Solar (100%)
- ▲ Eólica (100%)
- ✕ S + E (100%)

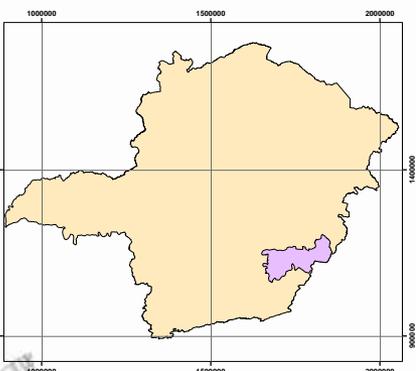


119.99% Repot.
69.99% Complement.

Meses

REGIÃO DO CAPARAÓ:

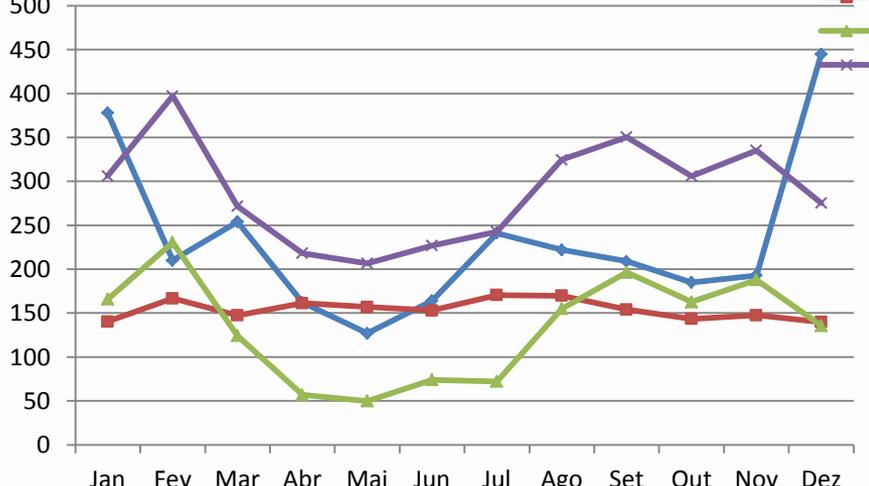
04 usinas (6.67%) com complementariedade



MWh

PCH Sinceridade - Cenário 100%

- ◆ Hidro
- Solar (100%)
- ▲ Eólica(100%)
- ✕ S + E (100%)



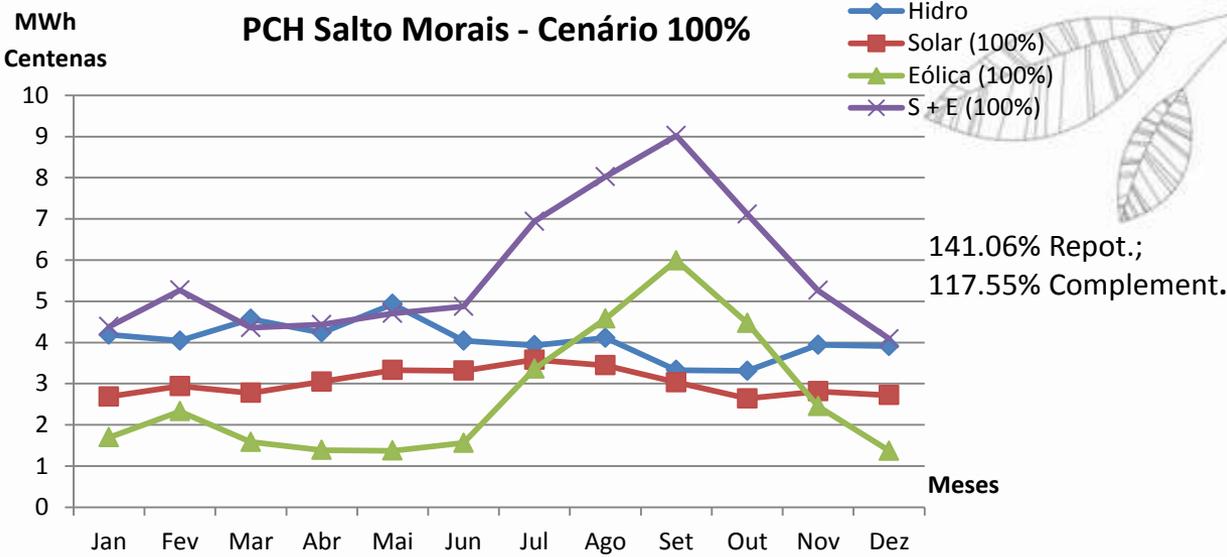
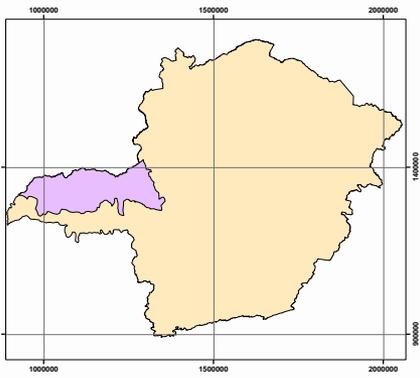
124.07% Repot.;
103.39% Complement.

Meses

RESULTADOS

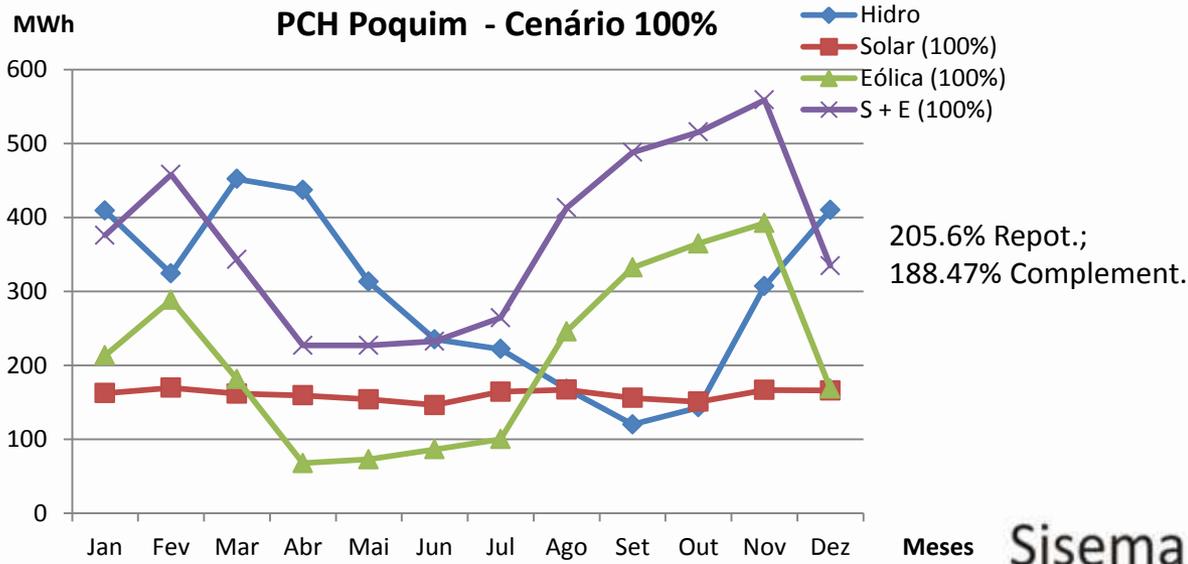
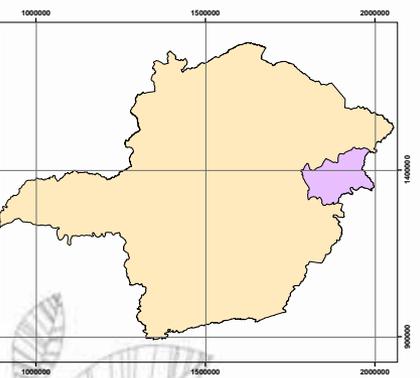
REGIÃO TRIÂNGULO NORTE:

4 usinas (6.67%) com complementaridade



REGIÃO DO MUCURI:

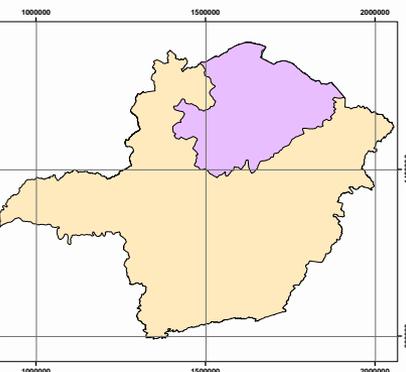
3 usinas (5%) com complementaridade



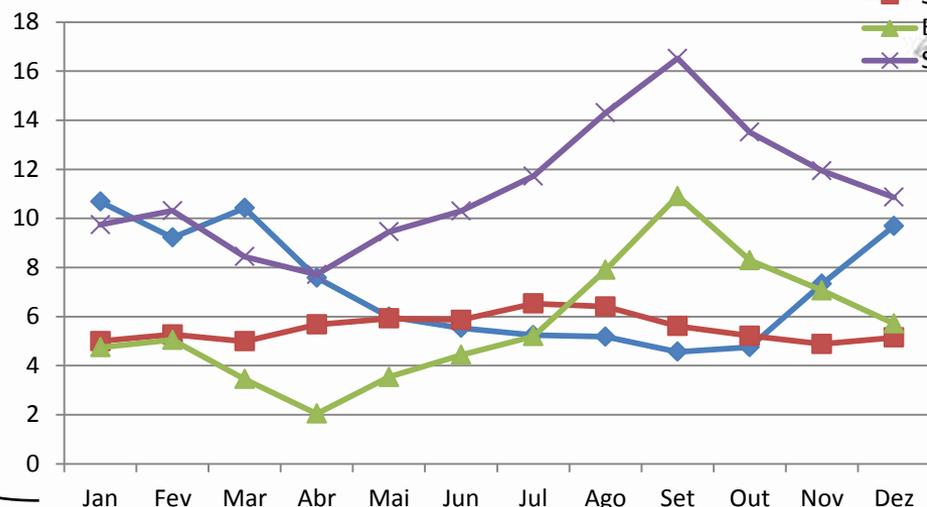
RESULTADOS

REGIÃO NORTE:

3 usinas (5%) com complementaridade



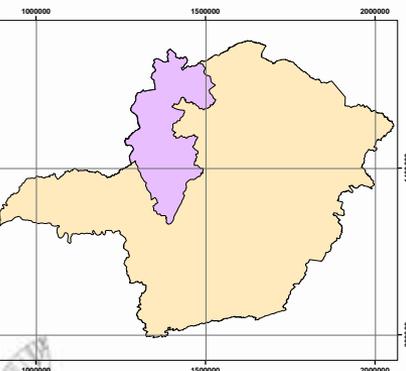
MWh Centenas PCH Pandeiros - Cenário 100%



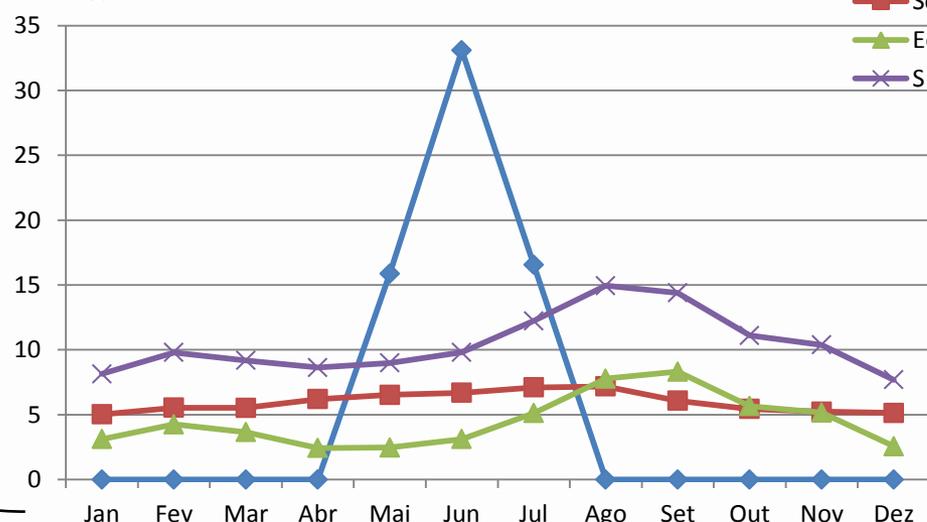
156.46% Repot.;
130.38% Complement.

REGIÃO NOROESTE:

2 usinas (3.33%) com complementaridade



MWh Milhares UHE Batalha - Cenário 100%

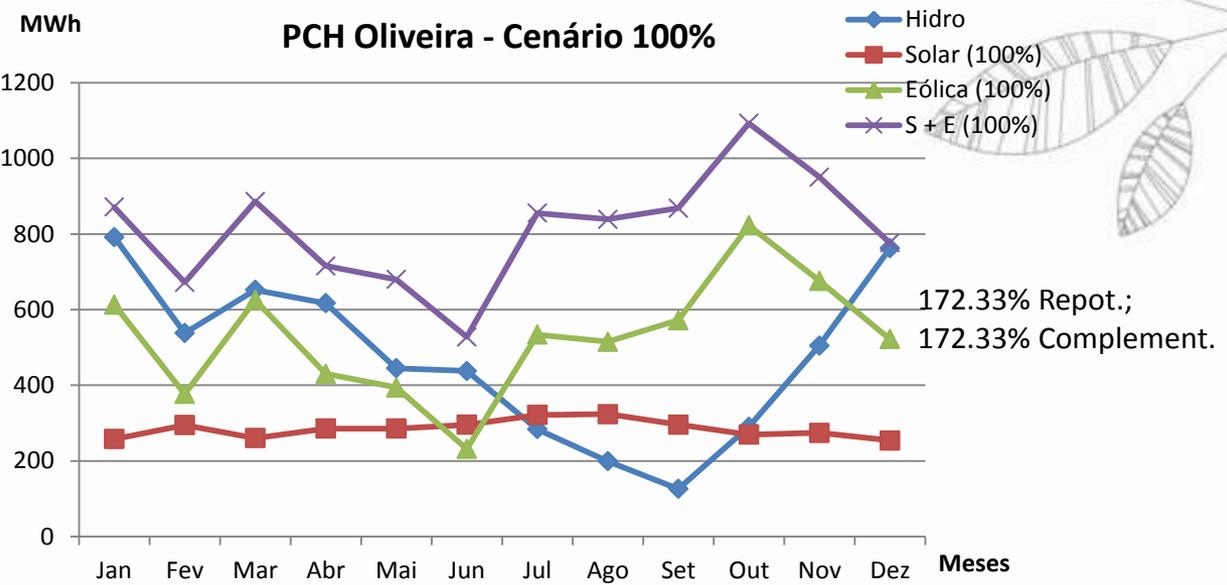
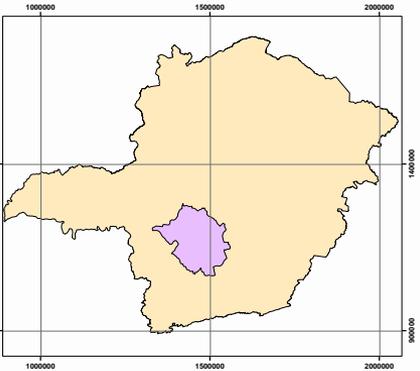


191.29% Repot.;
143.47% Complement.

RESULTADOS

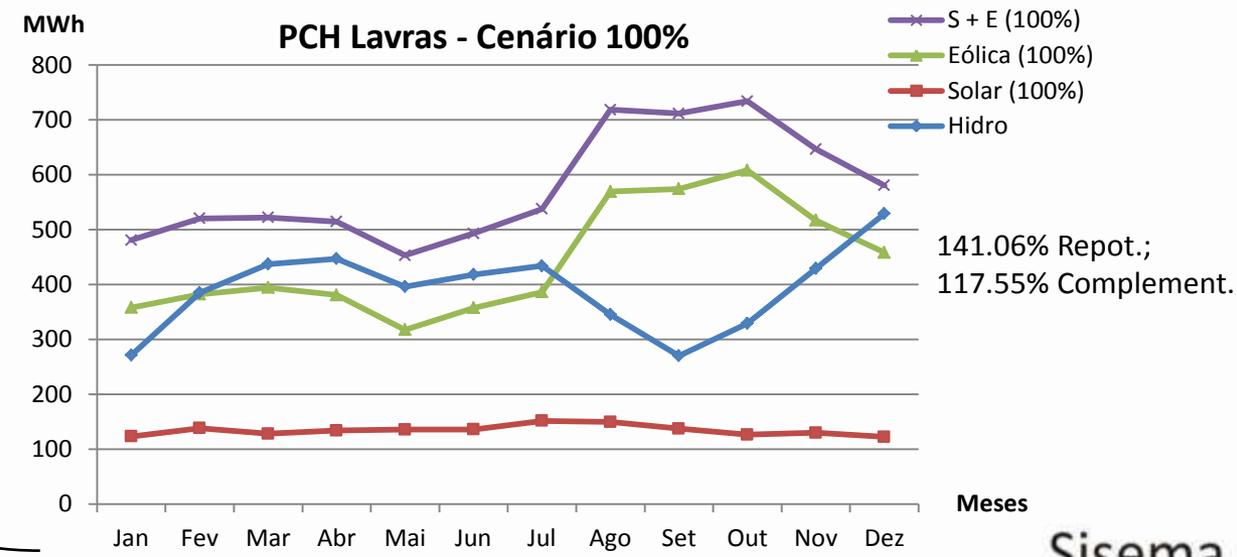
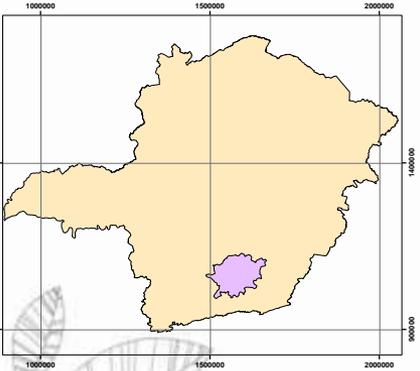
REGIÃO OESTE:

2 usinas (3.33%) com complementaridade



REGIÃO VERTENTES:

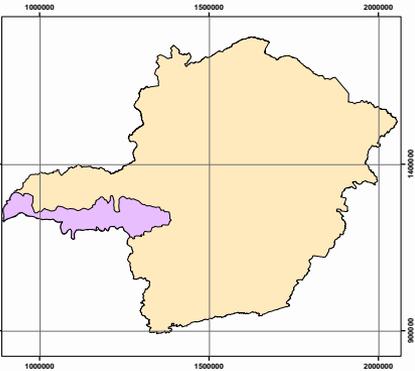
01 usina (1.67%) com complementaridade



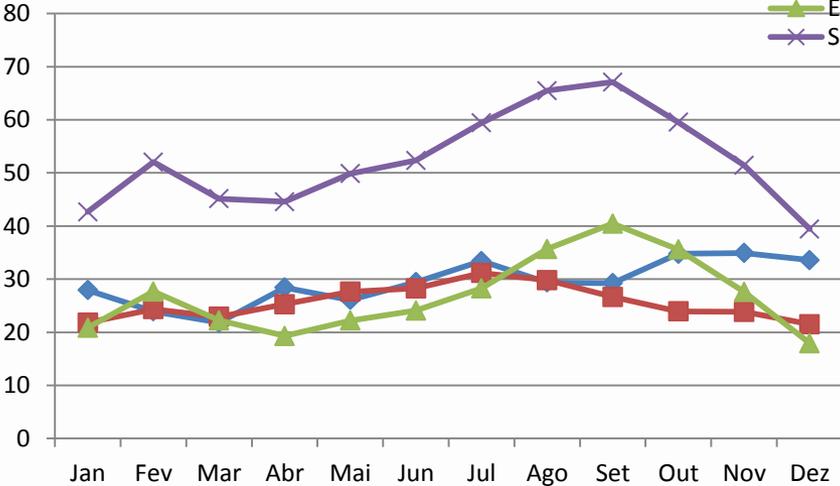
RESULTADOS

REGIÃO TRIÂNGULO SUL:

01 usina (1.67%) com complementariedade



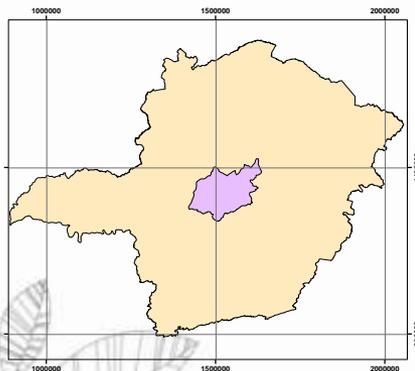
MWh Centenas PCH Pai Joaquim - Cenário 100%



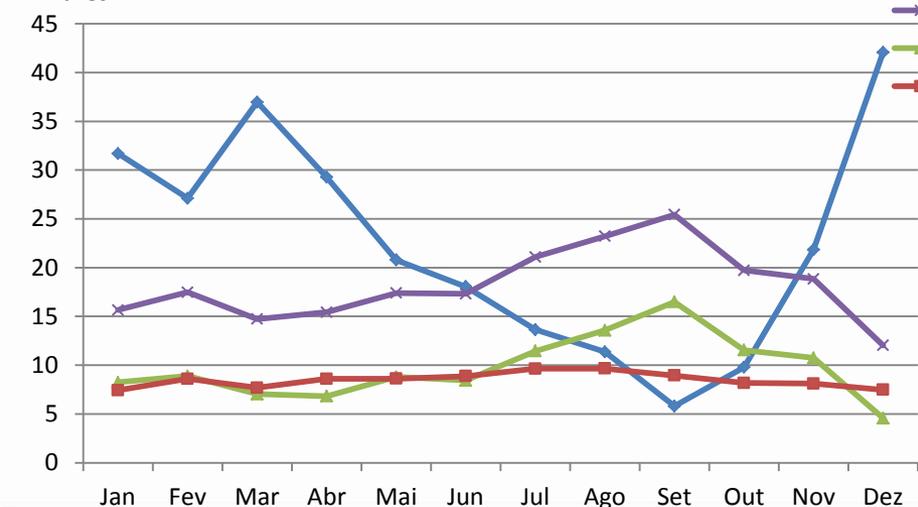
178.23% Repot.;
178.23% Complement.

REGIÃO CENTRAL:

01 usina (1.67%) com complementariedade



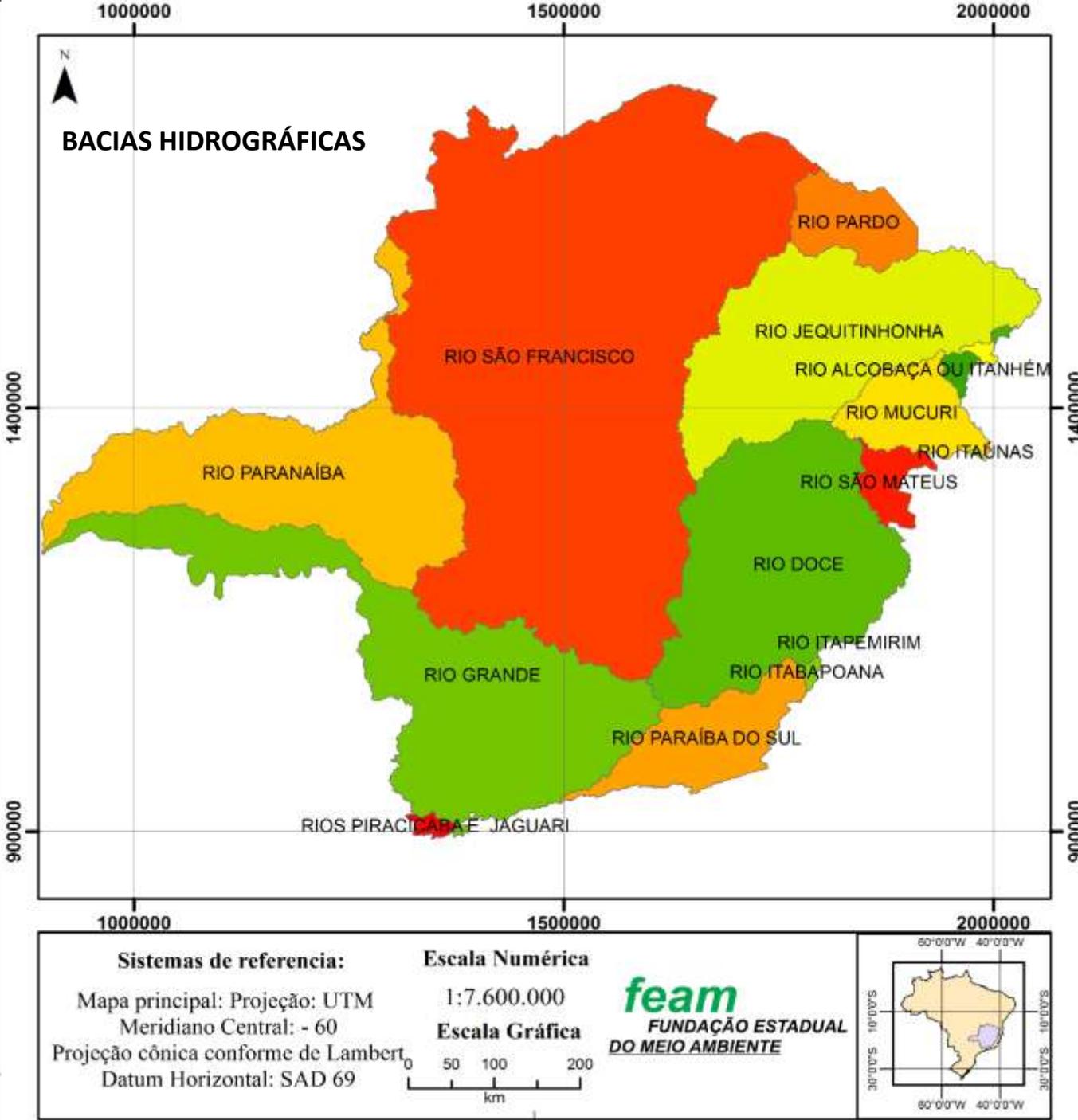
MWh Milhares UHE Retiro Baixo - Cenário 100%



81.37% Repot.;
27.12% Complement.

RESULTADOS

- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- **RESULTADOS**
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



RESULTADOS



- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- **RESULTADOS**
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS

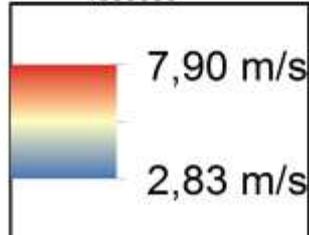
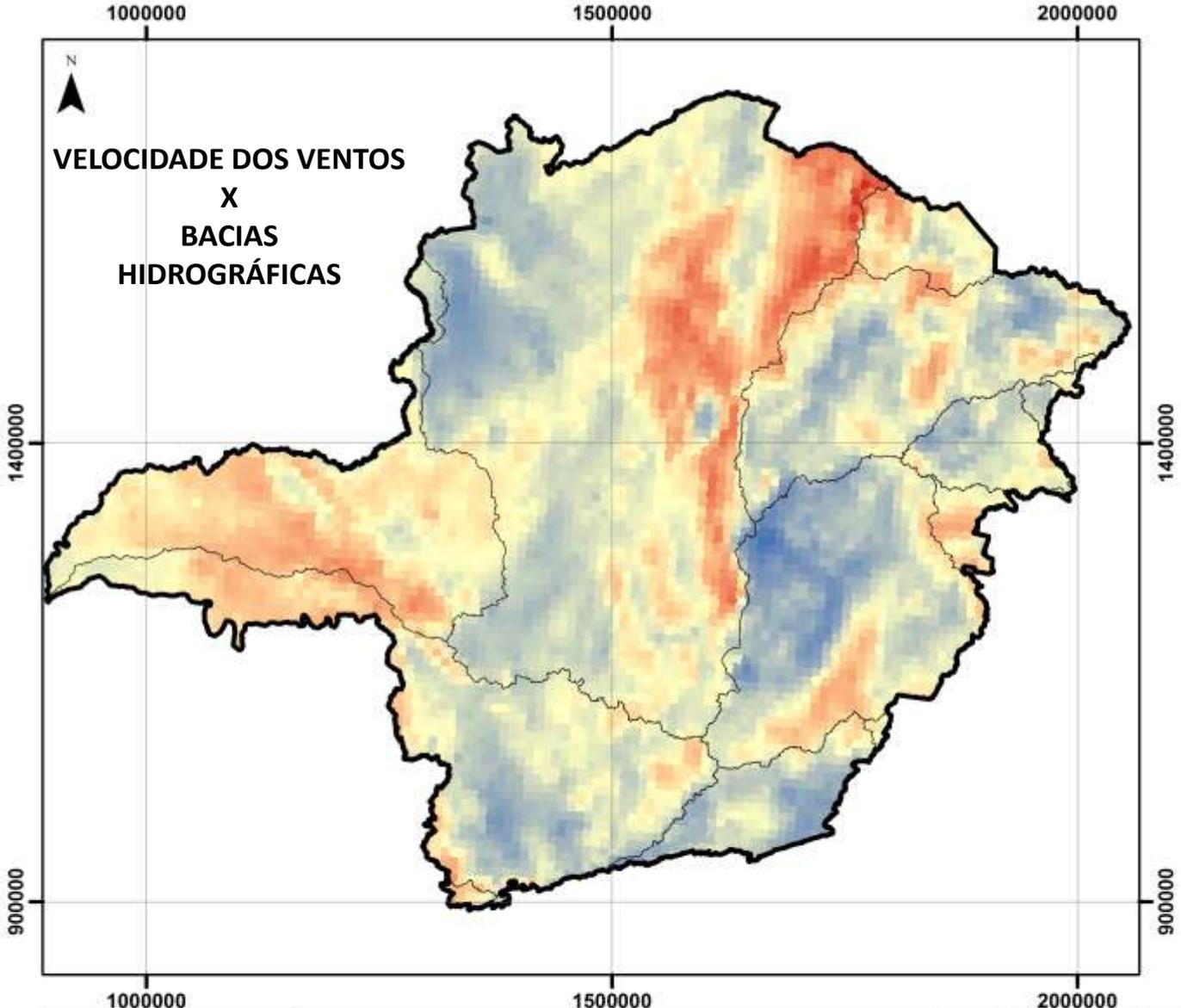
RESULTADOS DE ACORDO COM AS BACIAS HIDROGRÁFICAS

- 18 usinas, cerca de 30%, localizam-se na bacia do Rio Paraíba do Sul;
- 15 usinas, cerca de 25%, localizam-se na bacia do Rio Doce;
- 8 usinas, cerca de 13.33%, localizam-se na bacia do Rio Grande;
- 8 usinas, cerca de 13.33%, localizam-se na bacia do Rio São Francisco;
- 4 usinas, cerca de 6.67%, localizam-se na bacia do Rio Paranaíba;
- 2 usinas, cerca de 3.33%, localizam-se na bacia do Rio Paraíba;
- 2 usinas, cerca de 3.33%, localizam-se na bacia do Rio Mucuri;
- As bacias dos Rios Jequitinhonha, Itabapoana e Pardo possuem 01 usina, cada uma delas, cerca de 1.67%.



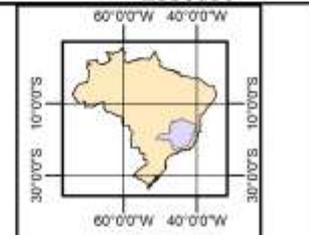
RESULTADOS

- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- **DISCUSSÕES**
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



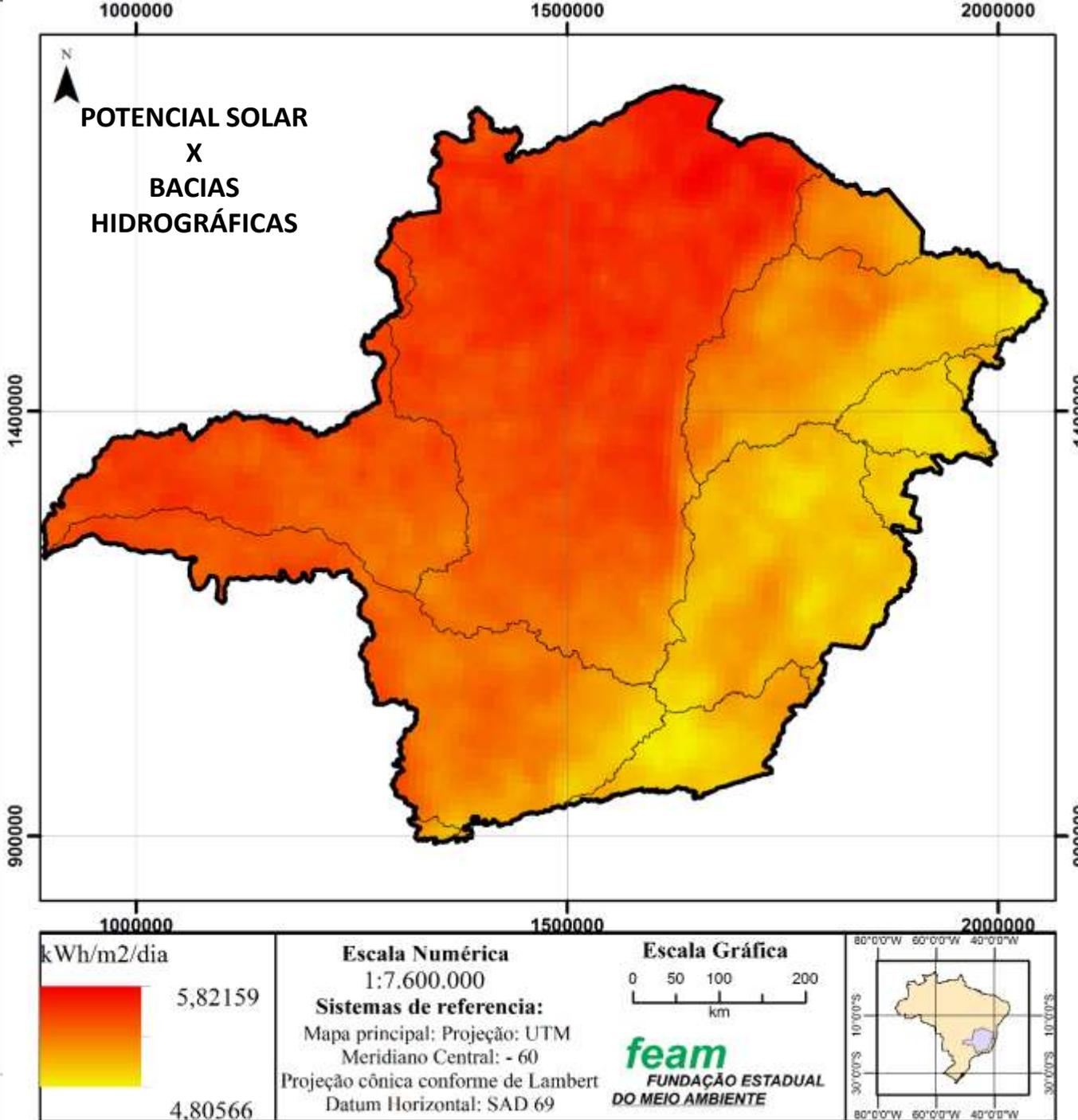
Sistemas de referencia:
Mapa principal: Projeção: UTM
Meridiano Central: - 60
Projeção cônica conforme de Lambert
Datum Horizontal: SAD 69

Escala Numérica
1:7.600.000
Escala Gráfica
0 50 100 200
km



RESULTADOS

- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- **DISCUSSÕES**
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- PRODUTOS ESPERADOS



BENEFÍCIOS DO PROJETO



- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- DISCUSSÕES
- **BENEFÍCIOS DO PROJETO**
- PRODUTOS ESPERADOS

- Mitigação de impactos causados pela construção de novos grandes centros;
- Retorno financeiro por meio da comercialização da energia gerada;
- Melhoramento na qualidade da energia, devido à redução de perdas por grandes distâncias de conexão;
- Aumento da confiabilidade do sistema por meio da estabilização sazonal da oferta e diversificação da matriz;
- Conscientização ambiental;
- Marketing institucional e projeção estadual/nacional/internacional do município;
- Geração de emprego.



PRODUTOS ESPERADOS



- INTRODUÇÃO
- OBJETIVOS
- JUSTIFICATIVA
- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- DISCUSSÕES
- BENEFÍCIOS DO PROJETO
- **PRODUTOS ESPERADOS**

- Estudo da complementaridade entre os regimes naturais hidro eólico solares no Estado de Minas Gerais e seus possíveis efeitos na estabilização sazonal da oferta de energia no sistema elétrico interligado;
- Modelagem para estimativa do potencial hidro eólico solar para a matriz elétrica mineira considerando a oferta e demanda de energia e políticas públicas setoriais;
- Estudo econômico comparativo entre usinas eólica, solar e termoelétrica;
- Relatório técnico-científico contendo o detalhamento metodológico e resultados do estudo a ser publicado, com submissão em revistas nacionais e internacionais.





Sistema

Sistema Estadual de Meio Ambiente
e Recursos Hídricos

Obrigado!

Wilson Pereira Barbosa Filho

wilson.filho@meioambiente.mg.gov.br

Lívia Maria Leite da Silva

livia.leite@meioambiente.mg.gov.br