

# **Alocação de Água** **2019-2020**

## **Sistema Hídrico** **Entremontes**

**Comunidade Entremontes**  
**Parnamirim - PE**  
**28/05/2019**



## Pauta da Reunião

- I. Programa de Operação, Manutenção e Monitoramento de Barragens – geração fotovoltaica
- II. Disponibilidade e usos do sistema hídrico
- III. Alocação de Água 2019/2020 e regra de defluência para o rio
- IV. Procedimentos para alteração da defluência do açude
- V. Comissão de Acompanhamento da Alocação

## **I. Programa de Operação, Manutenção e Monitoramento das Barragens - OMM**

**Sustentabilidade econômica da operação, manutenção preventiva, monitoramento e ações para segurança das barragens na infraestrutura hídrica instalada no semiárido**

# ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO AÇUDE ENTREMONTES



## Gestão de Reservatórios

### NECESSIDADES

- Operação eficiente
- Monitoramento contínuo
- Manutenção preventiva
- Manutenção corretiva
- Segurança de barragens

### DESAFIOS

- Recuperação (corretiva)
- Capacidade técnica
- Instrumentação
- Serviços contínuos de OMM (preventiva)
- **Recursos financeiros suficientes**

# PESQUISA SOBRE USINAS FOTOVOLTAICAS FLUTUANTES EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO

Série  
RECURSOS ENERGÉTICOS

NOTA TÉCNICA PR 04/18

Potencial dos Recursos  
Energéticos no Horizonte 2050

Rio de Janeiro  
Setembro de 2018



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO

PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA  
2027



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



PROJETO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA  
BRA/IICA/13/001 – PROJETO DE  
DESENVOLVIMENTO DO SETOR DE  
ÁGUA - INTERÁGUAS - MINISTÉRIO  
DA INTEGRAÇÃO NACIONAL -MI

Estudo para determinar a Viabilidade  
Técnica, Econômica/Financeira e  
Ambiental - EVTEA para a utilização  
de Fontes de Energia Renovável  
Agregadas ao Projeto de Integração  
do Rio São Francisco – PISF



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



# Potencial de Energia Solar

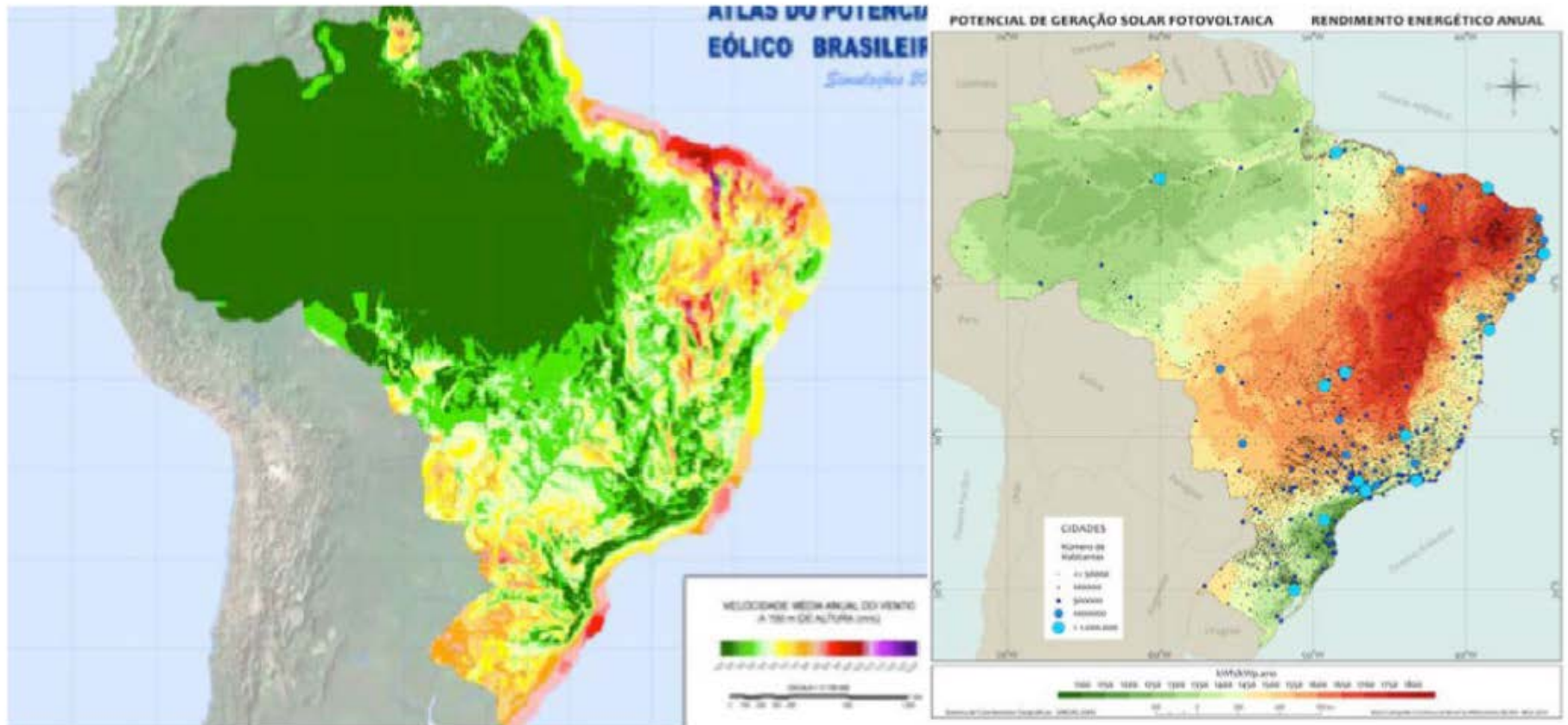
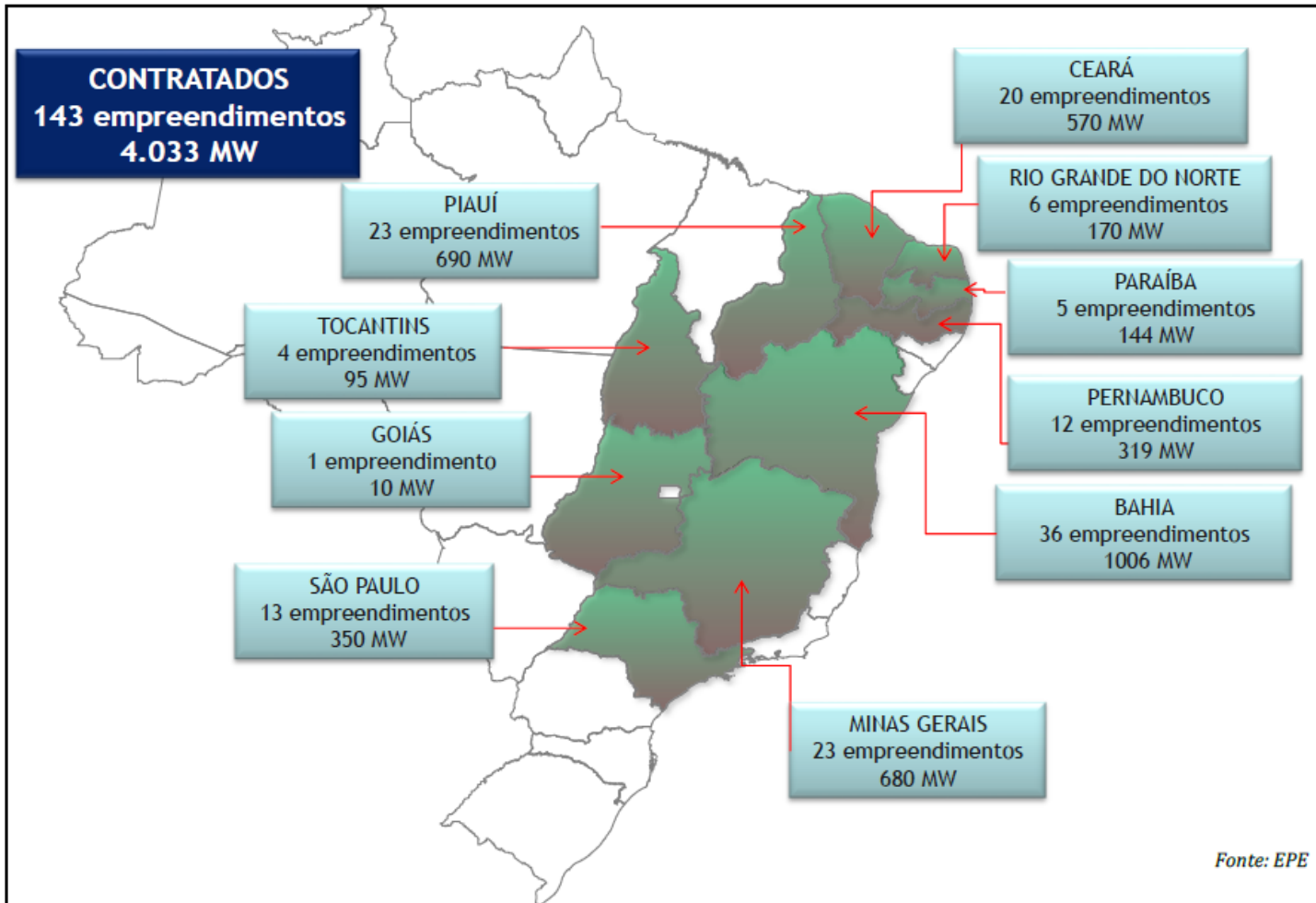


Figura 3.4 - Potencial Brasileiro de Energia Eólica e Solar..

# LOCALIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Figura 4-7 - Localização dos empreendimentos solares fotovoltaicos contratados nos leilões de energia

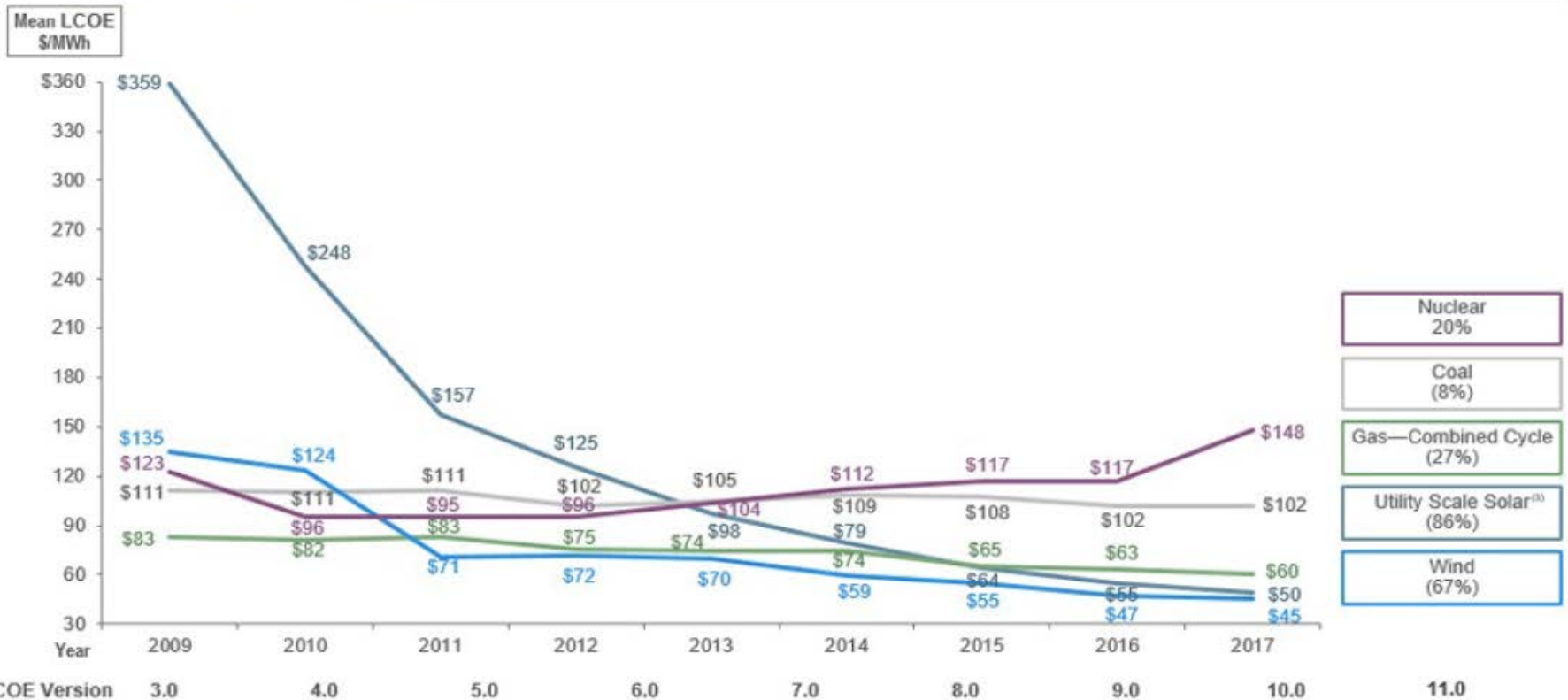




# REDUÇÃO DO CUSTO DE IMPLANTAÇÃO

## Summary Findings of Lazard's 2017 Levelized Cost of Energy Analysis<sup>(1)</sup>

Selected Historical Mean LCOE Values<sup>(2)</sup>



Source: Lazard estimates.

Note: Reflects average of unsubsidized high and low LCOE range for given version of LCOE study.

(1) Primarily relates to North American alternative energy landscape, but reflects broader/global cost declines.

(2) Reflects total decrease in mean LCOE since the later of Lazard's LCOE—Version 3.0 or the first year Lazard has tracked the relevant technology.

(3) Reflects mean of fixed-tilt (high end) and single-axis tracking (low end) crystalline PV installations.

# Usina Flutuante de Huainan (China) – 150 MWp

- Localização: Huainan
- Lago artificial formado em cava de antiga mina de carvão mineral
- Projeto de ancoragem e flutuadores da Sungrow
- Potência instalada: 150 MWp (maior do mundo)
- Sem alteração da qualidade da água devido a implantação da usina, comprovado por certificadores internacionais.



# Usina flutuante – UHE Sobradinho

- Localização: Sobradinho - BA
- Reservatório de UHE Sobradinho
- Projeto de ancoragem e flutuadores da Ciel et Terre
- Potência instalada: 5 MW
- P&D da Chesf e Eletronorte



# UNIDADE FOTOVOLTAICA FLUTUANTE EM PEQUENOS RESERVATÓRIOS



Figura 3.9 - Planta solar flutuante – Fazenda Figueiredo, em Cristalina – GO

# RESULTADOS DO ESTUDO DO PISF

## Geração Solar – Eixos Norte e Leste

- Entorno dos canais – R\$ 141 a R\$ 157 por MWh
- Flutuantes sobre os canais – R\$ 204 a R\$ 226 por MWh
- Reservatórios – R\$ 154 a R\$ 168 por MWh

**Considerando o preço teto do 27º LEN – Leilão de Energia Nova (solar R\$ 312/MWh e eólica R\$ 255/MWh), os arranjos estudados apresentaram viabilidade econômica.**

# VANTAGENS

- Possível facilidade de conexão nas subestações das usinas ou nas linhas próximas às mesmas;
- Facilidade no O&M das usinas flutuantes, devido a sinergia com o O&M de barragens existentes;
- Diminuição das perdas por sujidade (empoeiramento da superfície dos módulos);
- Melhora de desempenho dos módulos, quando comparados a usinas fixas em solo, devido a diminuição das perdas por temperatura;
- Custo evitado de investimento na compra/arrendamento de terrenos;
- Redução da evaporação de água nos reservatórios;
- Área para implantação sem comprometimento de área significativa do lago;
- Tecnologia com certificações internacionais que comprovam sua aplicabilidade em corpos d'água;
- Possibilidade de implantação em qualquer tipo de reservatório: estações de tratamento de água, barragens de acumulação; açudes de água, PCHs e UHEs, reservatórios artificiais para agricultura;
- Rapidez para implantação: até 400 kW com 15 profissionais;
- Preços dos componentes flutuantes em queda;
- Possibilidade de desenvolvimento de usinas híbridas.

# DESVANTAGENS

- Somente dois fornecedores em grande escala no mundo: Ciel et Terre e Sungrow.
- Preço ainda elevado dos flutuantes em relação a estrutura em solo;
- No Brasil, somente a Ciel et Terre está presente;
- Usinas de grande porte construídas apenas na Ásia, especialmente na China;
- Ancoragem das usinas em grandes reservatórios e com grande variação de nível d'água;
- Apenas a solução da Sungrow está adaptada para grandes reservatórios (inversores e transformadores em estruturas flutuantes);
- Necessidade de utilização de componentes especiais, por exemplo módulos com backsheet impermeável e cabos flutuantes ou submersos;
- Dificuldade de manutenção do ângulo azimutal devido a variações no corpo d'água, o que dificulta a obtenção de ganho ótimo;
- Incerteza regulatória quanto a utilização dos reservatórios para implantação das usinas;
- À luz da Resolução Normativa N° 738, de 27/09/2016, nos seus Anexos I e II, quais são os procedimentos específicos necessários ao Requerimento de Outorga e à obtenção da Outorga para uma usina solar fotovoltaica flutuante.
- Questões quanto aos estudos ambientais necessários para o licenciamento deste tipo de usina;

# PARÂMETROS PARA PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE USINAS FOTOVOLTAICAS FLUTUANTES EM RESERVATÓRIOS

INSTALAÇÃO DE PLACAS FOTOVOLTAICAS SUSPENSAS NOS RESERVATÓRIOS	AREA M2	25%	50%	pot inst 25% (MW)	pot inst 50% (MW)	Potência instalável em 25% da área (MW)	Fator de carga médio	Investimento na geração R\$	Investimento em conexão R\$
<b>RESERVATÓRIOS PISF EIXO LESTE</b>	11.120.552	2.780.138	5.560.276	219,00	444,00	219,00	27,58%	878.190.000,00	102.030.888,00
Energia ano MWh/ano				529.148,50	1.061.168,20	529.145,00			
Horas / ano				2.416,20	2.390,02	2.416,19			
Horas / dia				6,62	6,55	6,62			
KW/M2				0,07877	0,07985	0,07877			
R\$/MW				4.010.000,00		4.010.000,00			
GHI (entre 5.9 e 6.1) Figura 3.11									
<b>RESERVATÓRIOS PISF EIXO NORTE</b>	61.239.814	15.309.954	30.619.907	1.231,00	2.470,00	719,00	26,51%	2.881.863.710,00	237.023.696,00
Energia ano MWh/ano				2.733.291,64	5.007.674,92	1.669.108,00			
Horas / ano				2.220,38		2.321,43			
Horas / dia				6,08		6,36			
KW/M2				0,08041		0,04696			
R\$/MW				2.341.075,31		4.008.155,37			
GHI (entre 5.8 e 6.1) Figura 3.11									

Página 80

**Perspectivas de redução do custo de implantação (EPE, Plano Decenal de Expansão de Energia – Horizonte 2027)**



Além de considerar a contribuição solar na restrição de capacidade, a sensibilidade 5.2 foi elaborada admitindo-se a hipótese de redução expressiva no investimento da opção fotovoltaica, de 40% a partir de 2024, de modo que seu custo de implantação cairia para aproximadamente R\$ 2.400/kW.



# ESTIMATIVA PARA O RESERVATÓRIO ENTREMONTES (viabilidade depende do PISF para o açude não secar)

Horas sol dia	MW / km2	R\$ / MWh	Pot MW 25%	MWh ano	R\$/ano	R\$/MW	Custo Implant. R\$	Custo manutenção açude	Pay back
6,62	78,70	200,00	92,24	222.871	44.574.163	3.000.000	276.709.200	200.000	8,00

Cota	Área (km2)	Volume (hm3)	Observação
364,000	0,000	0,000	
365,000	0,035	0,018	
366,000	0,087	0,079	
367,000	0,098	0,221	
368,000	0,440	0,540	
369,000	0,668	1,094	
370,000	1,108	1,982	
371,000	1,679	3,376	
372,000	2,621	5,526	
373,000	3,764	8,717	
374,000	4,688	12,941	Mín. Operacional - Descarga
375,000	6,112	18,341	
376,000	7,922	28,358	
377,000	9,785	34,210	Mín. Operacional - Tomada
378,000	11,854	45,029	
379,000	14,385	58,149	
380,000	16,527	73,604	
381,000	18,755	91,246	
382,000	20,906	111,576	
383,000			
	25,032	135,044	
384,000	28,480	161,800	
385,000	31,832	191,956	
386,000	35,291	225,518	
387,000	38,938	262,632	
388,000	42,755	303,478	
388,800	46,017	339,334	Máximo
389,000	46,833	348,298	
390,000	51,295	397,386	
393,500			Cota de coroamento



*Considerando 25% do espelho d'água mínimo operacional*



## CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO POR UNIDADE DA FEDERAÇÃO

Código	Estudos/Projetos/Obras	Total de Recursos R\$ milhões	Investimentos de Curto Prazo					Investimentos de Médio/Longo Prazo					
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
<b>PERNAMBUCO</b>													
NS-001	Sistema Adutor Pajeú - 2ª Etapa¹	24,57	24,57										
NE-001	Canal do Sertão Pernambucano²	18,50	18,50										
PE-001	Sistema Adutor do Agreste	735,64	735,64										
PE-008	Sistema Adutor Negreiros-Chapéu	77,62	0,89		3,81			73,11					
PE-011	Sistema Adutor Bitury (ampliação)	213,53	213,53										
PE-020	Sistema Adutor Tramo Sul (ampliação do Sistema Jucazinho)	19,62	19,62										
PE-027	Sistema Adutor Engenho Maranhão-ETA Suape	232,27	9,50		222,78								
PE-028	Sistema Adutor Engenho Maranhão-ETA Pirapama	386,47	19,15		367,32								
PE-032	Sistema Adutor Tracunhaém-EE Arataca II (ampliação)	427,86	21,20		406,66								
PE-049	Sistema Adutor do Oeste (ampliação)	147,54	1,36	2,72	143,46								
PE-057	Barragem Engenho Maranhão	81,05	81,05										
PE-073	Barragem Tracunhaém	323,62	18,04		307,59								
PE-083	Ramal do Entremontes²	18,50	18,50										
PISF-001	Eixo Norte-Trechos I e IP	244,89	244,89										
PISF-007	Ramal do Agreste	1.466,71	1.466,71										
CC-PE-004	Barragem Igarapeka	173,23	173,23										
CC-PE-006	Barragem Guairaba	78,73	78,73										
CC-PE-007	Barragem Pannels II-Gatos	138,00	138,00										
Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos da RM Recife:													
PE-006	Sistema Adutor Botafogo (ampliação)												
PE-007	Sistema Adutor Suape (ampliação)												
PE-009	Sistema Adutor Tapacurá (ampliação)												
PE-013	Sistema Adutor Itaipirema-Goiana	3,00	3,00		*			*					
PE-021	Sistema Adutor Engenho Pereira												
PE-063	Barragem Engenho Pereira⁴												
PE-084	Sistemas Adutores e Conexões dos Grandes Anéis da RM Recife												
Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Alta Vulnerabilidade a Inundações - Bacia Hidrográfica dos Rios Mundaú e Paraíba⁵													
		1,50	1,50										

\* Os valores dos projetos e obras potenciais não estão indicados em função do grau de incerteza quanto à seleção e horizonte das intervenções.

¹ A Adutora Pajeú-2ª Etapa (NS-001) beneficia PE e PB; o valor correspondente também é apresentado no cronograma da Paraíba.

² O valor correspondente ao estudo é apresentado em todos os estados beneficiados.

³ O Eixo Norte do PISF beneficia CE, PB, PE e RN; o valor correspondente ao Eixo Norte também é apresentado nos cronogramas do CE, PB e RN.

⁴ A Barragem Engenho Pereira (PE-063) também tem como finalidade o controle de cheias.

⁵ O valor correspondente ao estudo também é apresentado no estado de Alagoas, que compartilha com PE a bacia do rio Mundaú.

Projetos para Obras Recomendadas

Obras Recomendadas

Estudos Complementares Recomendados

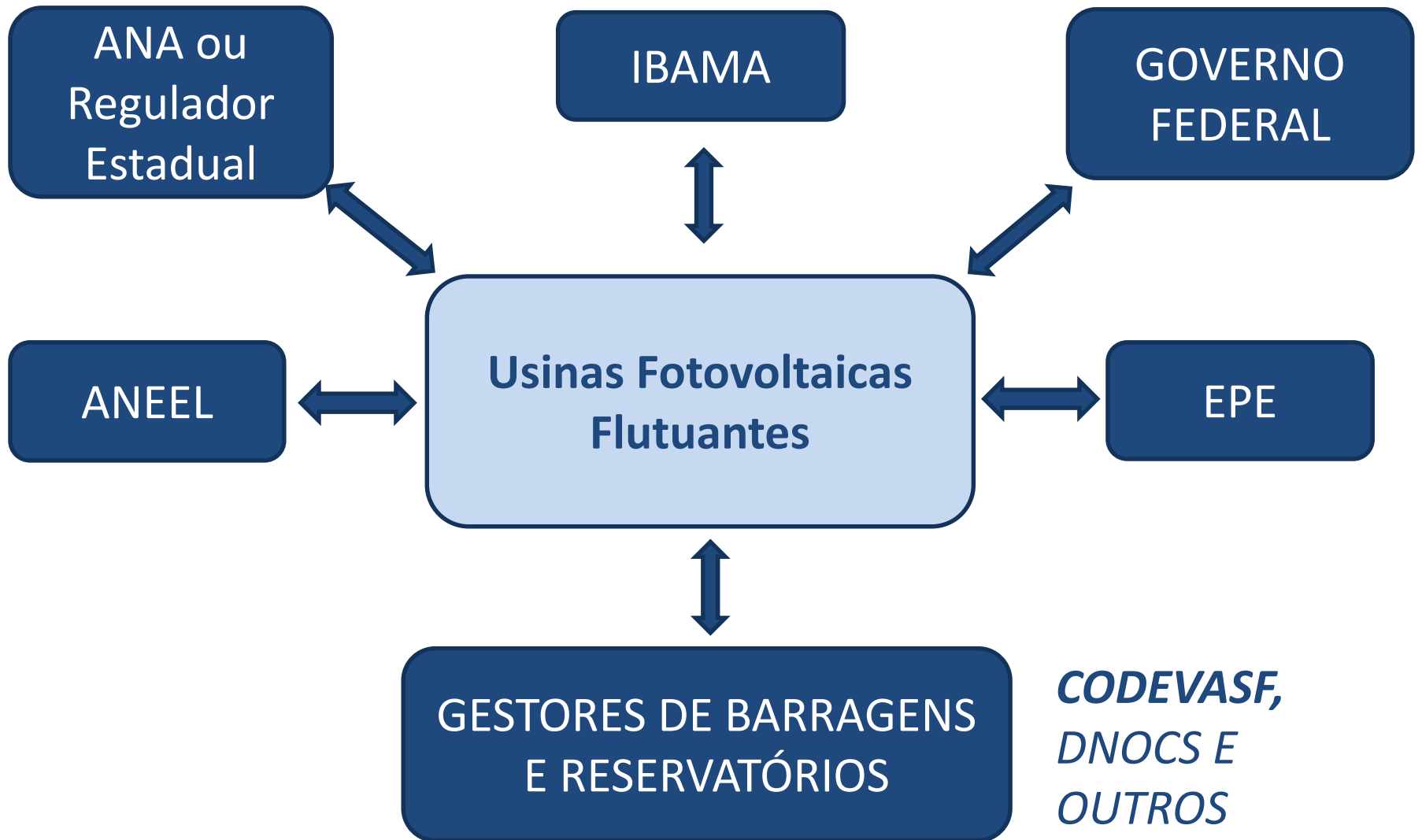
Projetos para Obras Potenciais  
(depende de Estudos Complementares)

Obras Potenciais

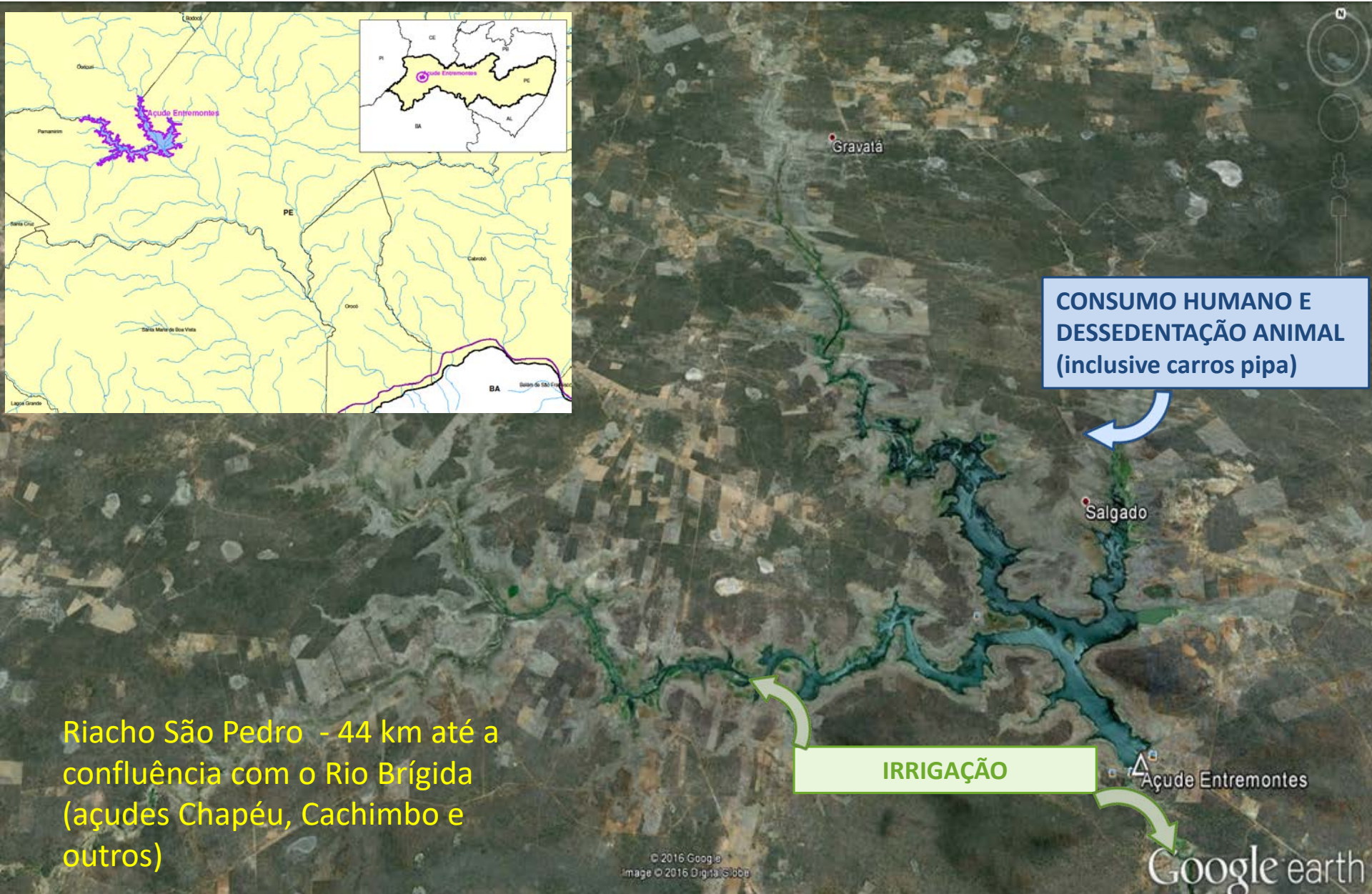
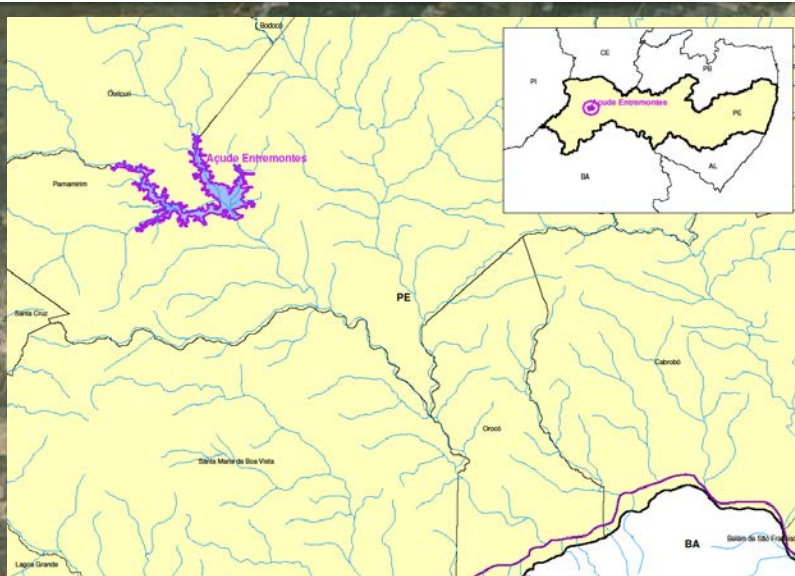
Estudo de Detalhamento de Plano de Desenvolvimento Regional

(Análise Integrada de Efetividade das Demandas Associadas às Obras Potenciais do tipo Supply Driven)

# PRÓXIMOS PASSOS: DEFINIÇÕES REGULATÓRIAS



## II. Disponibilidades e usos no sistema hídrico



**CONSUMO HUMANO E  
DESSEDENTAÇÃO ANIMAL  
(inclusive carros pipa)**



Salgado

Riacho São Pedro - 44 km até a confluência com o Rio Brígida (açudes Chapéu, Cachimbo e outros)

**IRRIGAÇÃO**

Açude Entremontes

# Características Técnicas

Volume máximo - Vertedouro	339,33 milhões m3	Cota 388,80 m
Volume mínimo operacional – Tomada d’água	34,21 milhões m3	Cota 377,00 m
Volume mínimo operacional – Descarga de fundo	12,94 milhões m3	Cota 374,00 m

Evaporação na Superfície Líquida (mm)												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
251	203	189	176	208	243	290	347	365	400	386	308	3366

## Ciclo hidrológico



Recarga	Dez	5,3%
	Jan	9,1%
	Fev	16,5%
	Mar	36,7%
	Abr	25,0%
Descarga	Mai	3,5%
	Jun	0,3%
	Jul	0,4%
	Ago	0,1%
	Set	0,0%
	Out	0,6%
	Nov	2,6%

Maior possibilidade de chuvas (**período úmido**)

Menor possibilidade de chuvas (**período de estiagem**)

# Usos e Disponibilidades

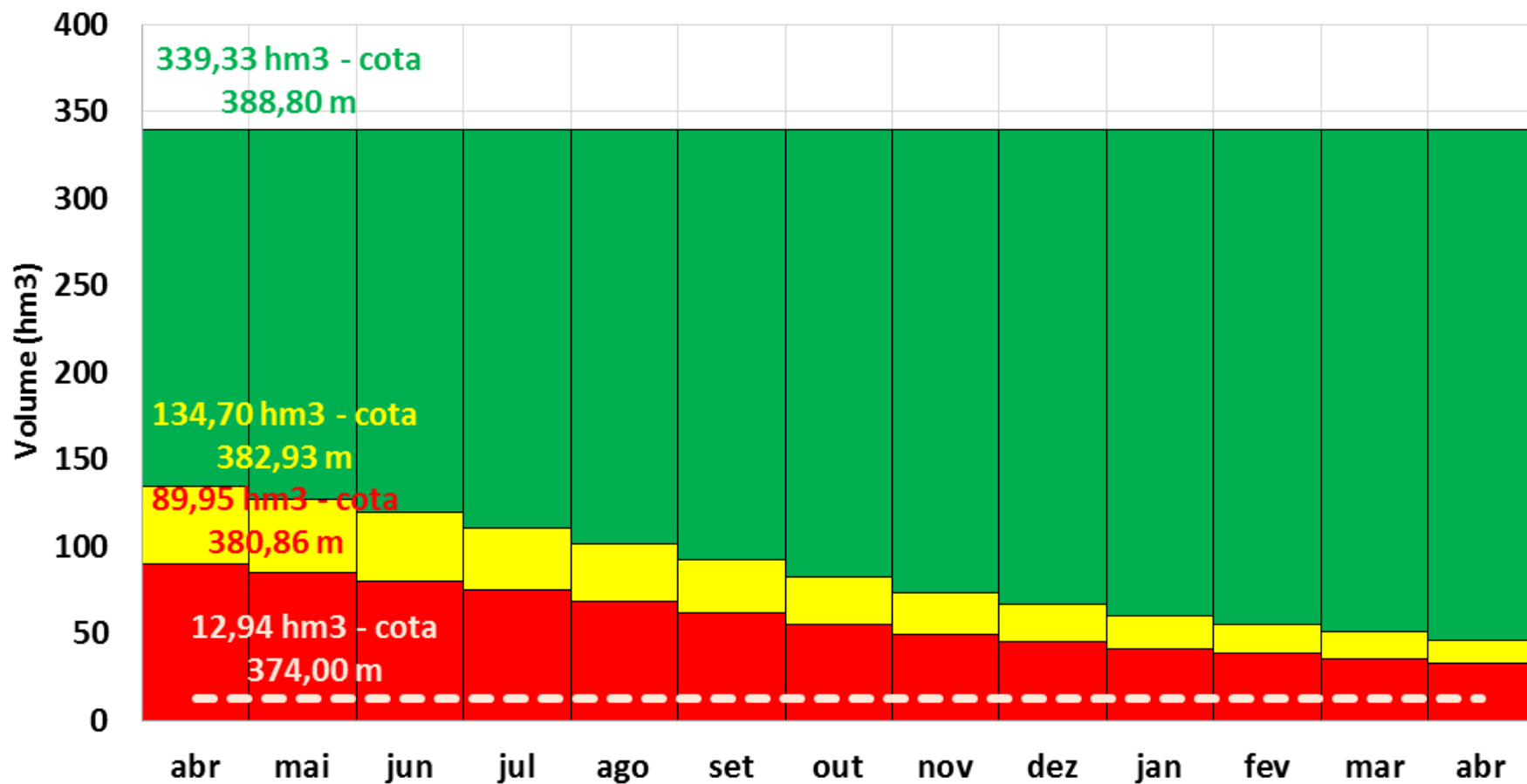
Usos	Vazão Média (l/s)
Consumo humano e dessedentação animal entorno	25
Irrigação no entorno	227
Consumo humano e dessedentação animal jusante	50
Irrigação a jusante	538
<b>Total anual</b>	<b>840</b>

Garantias (g%) x Vazões regularizadas (l/s)				
g = 70%	g = 80%	g = 90%	g = 95%	g = 99%
3344	2612	1855	1428	840

# Regras para disciplinar usos: Marco Regulatório

Estado Hidrológico	Volume (hm3)	Cota (m)	Usos	Vazão Média (l/s)	% Demanda Média Anual
EH Verde - Normal	134,70	382,93	Todos	840	100%
EH Amarelo - Alerta	entre 89,95 e 134,7	entre 380,86 e 382,93	Consumo humano e dessedentação animal entorno	25	100%
			Irrigação no entorno	entre 57 e 227	entre 25% e 100%
			Consumo humano e dessedentação animal jusante	50	100%
			Irrigação a jusante	entre 134 e 538	entre 25% e 100%
EH Vermelho - Prioritários	89,95	380,86	Consumo humano e dessedentação animal entorno	25	100%
			Irrigação no entorno	57	25%
			Consumo humano e dessedentação animal jusante	50	100%
			Irrigação a jusante	134	25%

## Estados Hidrológicos para o Reservatório Entremontes



EH Verde - Normal

EH Amarelo - Alerta

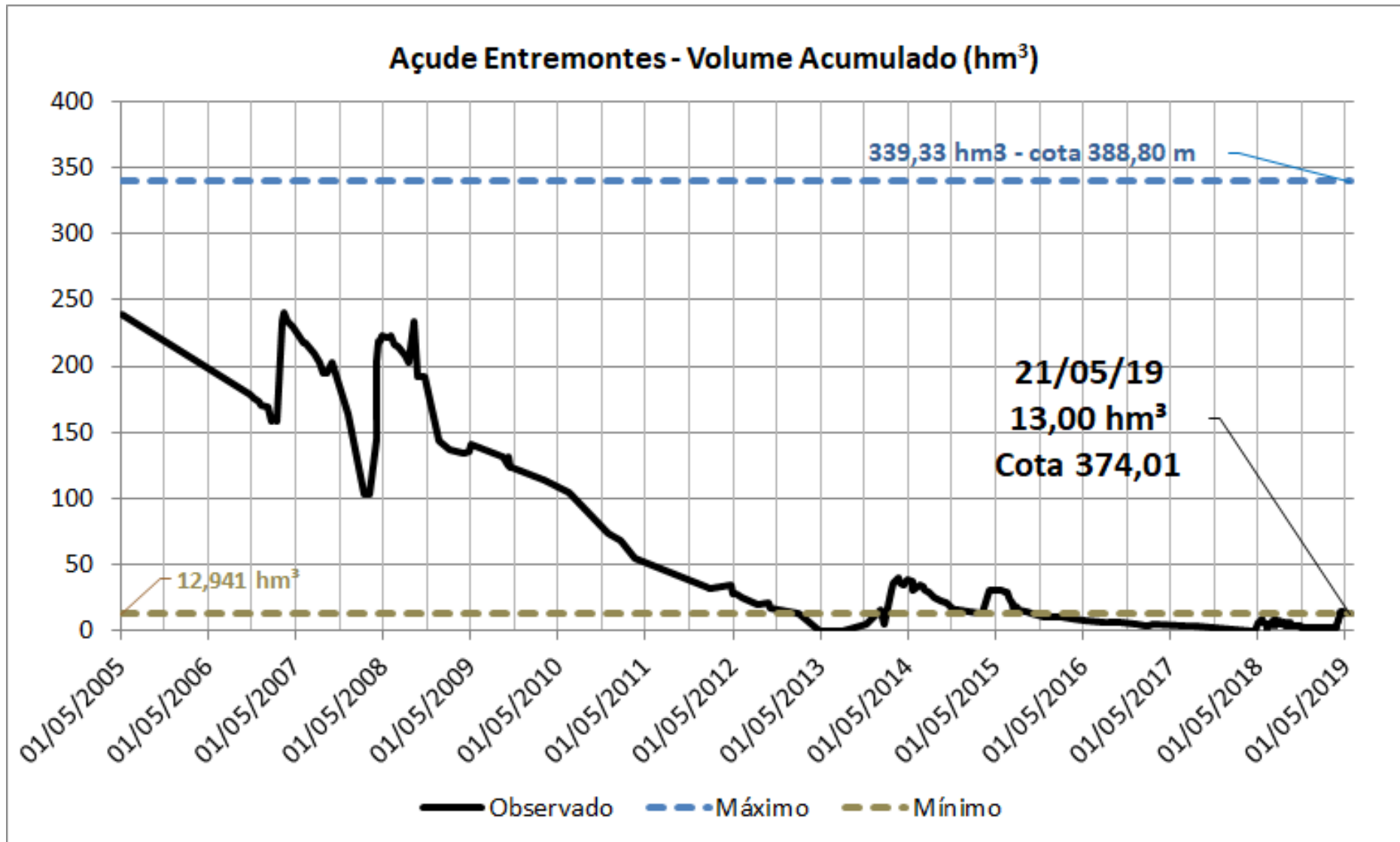
EH Vermelho - Prioritários

Volume Observado 2015-2016

Volume Mínimo



### III. Alocação e regra de defluência para o rio



## IV. Comissão de Acompanhamento

**O CONSU Entremontes** fica designado para desempenhar as atribuições da Comissão de Acompanhamento da Alocação, abaixo relacionadas:

- 1) Propor à COMAR/ANA a alteração da defluência do reservatório, respeitados os limites estabelecidos no presente Termo de Alocação;
- 2) Receber, avaliar e difundir os Boletins de Acompanhamento da Alocação;
- 3) Acompanhar e cobrar o cumprimento dos compromissos para efetivação da Alocação; e
- 4) Propor à COMAR ajustes na Alocação a partir do final da estiagem.

## V. Procedimentos para alteração da defluência

- Durante o período úmido, em caso de recarga significativa, o Coordenador do CONSU-Entremontes entrará em contato com a ANA e com a APAC;
- ANA e APAC avaliarão a possibilidade de descarga e estimarão as perspectivas de esvaziamento do reservatório para diferentes cenários de vazão liberada;
- A partir das estimativas da ANA e da APAC, CONSU realizará reunião (com ata e lista de presença) e proporá o cenário de descarga;
- ANA e APAC solicitarão ao DNOCS a prática de defluência conforme definido.

# COMAR – Coordenação de Marcos Regulatórios e Alocação de Água

**comar@ana.gov.br | (+55) (61) 2109 –5566**

**www.ana.gov.br**



[www.twitter.com/anagovbr](http://www.twitter.com/anagovbr)

The Facebook logo, consisting of the word "facebook" in white lowercase letters on a dark blue rectangular background.

[www.facebook.com/anagovbr](http://www.facebook.com/anagovbr)



[www.youtube.com/anagovbr](http://www.youtube.com/anagovbr)