

# Inserção de Energia Solar no Sistema Interligado Brasileiro e Armazenamento de Energia Solar

**Prof. Dr.-Ing. João Tavares Pinho**

**Professor Titular da Universidade Federal do Pará**

**Fundador e Coordenador do Grupo de Estudos e Desenvolvimentos de Alternativas Energéticas**

**Presidente da Associação Brasileira de Energia Solar**

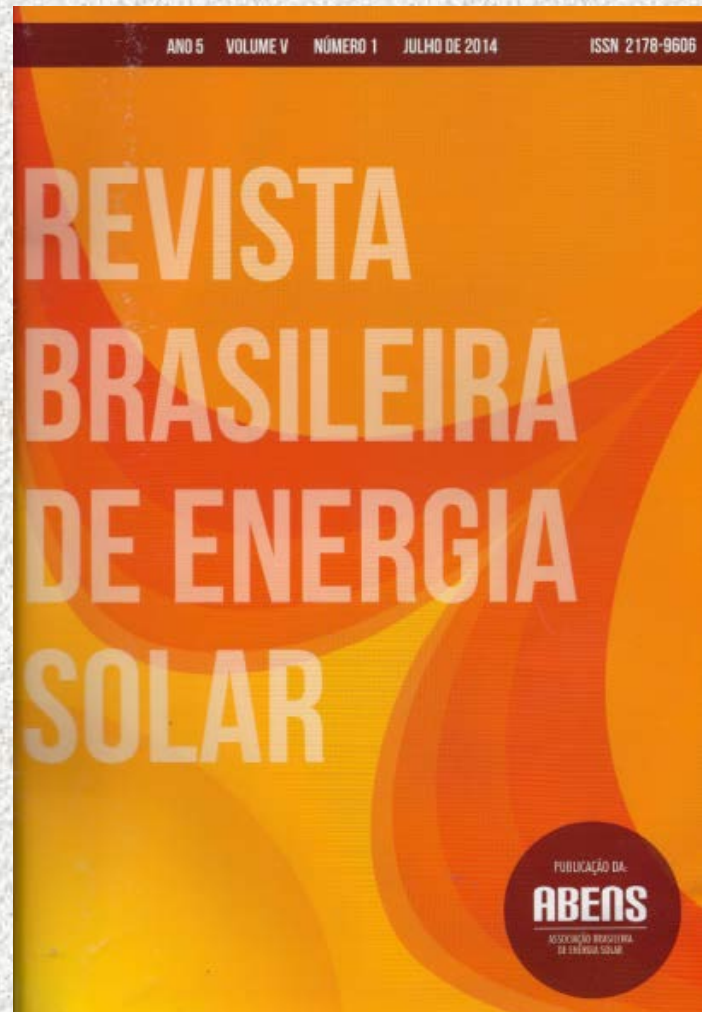
**Seminário sobre o Estado da Arte de Armazenamento de Energia e Inserção de Fontes Renováveis Intermitentes**

**Instituto de Energia e Ambiente – Universidade de São Paulo**

**São Paulo, 19 e 20/04/2018**

## ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR

- Pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, de caráter científico e tecnológico
- Fundada em 17 de fevereiro de 1978
- Reativada em 24 de janeiro de 2007
- Promove a Energia Solar em seu sentido *lato* (solar direta, eólica, hídrica, biomassa, etc.)
- Publica uma Revista Científica (RBENS) e um Boletim Informativo (em preparação)
- Realiza congressos bienais (CBENS), reuniões anuais da Assembleia Geral, e seminários em parceria com outras instituições (e.g. CIGRÉ)
- 1.080 Associados cadastrados (apenas 1 Corporativo e poucos adimplentes)



Valores da Anuidade:  
Estudante: R\$ 50,00  
Profissional: R\$ 150,00  
Institucional: R\$ 1.500,00

<https://www.ufrgs.br/cbens2018>  
[arno@mecanica.ufrgs.br](mailto:arno@mecanica.ufrgs.br)  
[arno.krenzinger@ufrgs.br](mailto:arno.krenzinger@ufrgs.br)



## VII CBENS CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR 2018

Agende estas datas:

**17 a 20 de abril de 2018**  
**GRAMADO, RS, BRASIL**

- ⚙️ minicursos
- ⚙️ feira tecnológica
- ⚙️ palestras
- ⚙️ trabalhos científicos

<http://www.abens.org.br>

<http://www.gramado.rs.gov.br/turismo>





## I SEMINÁRIO NACIONAL CIGRE DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA - CIGRE-ESF

22 março 2018

8h00 às 18h00

inscrições exclusivamente por e-mail em comunicacao@iee.usp.br enviando nome/e-mail/cargo/instituição e informando se é sócio do CIGRE

### Programação

08h00 - Credenciamento e café de boas vindas

09h00 - Abertura dos Trabalhos

09h20 - **Painel 1 - Panorama da Energia Fotovoltaica no Brasil:** Visão sobre as políticas de incentivo para a implantação de geração solar fotovoltaica descentralizada e centralizada no país. (ABSOLAR, ABENS)

10h00 - **Painel 2 - Desempenho e Qualidade das Instalações Fotovoltaicas:**

Desempenho dos equipamentos e qualidade das conexões relacionadas com a geração solar fotovoltaica. Sistemas de armazenamento e a transformação da geração distribuída. (Roberto Zilles, IEE/USP, Ricardo Rüther, UFSC, Aimé Fleury de Carvalho Pinto Neto, EDF, Marcelo Almeida, IEE/USP)

11h30 - **Painel 3 - Prospecção Tecnológica em Energia Fotovoltaica:** Rotas tecnológicas e novas tecnologias para sistemas fotovoltaicos. tendências para o futuro e mudanças no setor elétrico. (Ceres Zenaide, CGEE); Debates

12h00 - Intervalo de almoço

13h30 - **Painel 4 - Panorama da Industrialização Fotovoltaica no Brasil:** A cadeia produtiva e as oportunidades de novos serviços com a geração de energia solar fotovoltaica. Oportunidades e barreiras da industrialização dos principais materiais e equipamentos. (ABINEE, Flex, BYD, Sol Star)

14h30 - **Painel 5 - Perspectivas do Setor Fotovoltaico no Brasil:** O futuro da geração solar fotovoltaica dentro da visão regulatória, de comércio interno e externo e os impactos reais na distribuição de energia. (MDIC, ANEEL, Eletropaulo); Debates

16h00 - Encerramento

16h30 - Visita técnica ao Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do IEE/USP

## Importância das Associações Científicas e Tecnológicas

- Congregação dos diversos atores da área (**instituições democráticas**)
- Apoio às atividades de pesquisa e desenvolvimento
- Apoio às atividades de formação de recursos humanos
- Realização de congressos, simpósios, seminários e outros tipos de encontros científicos e tecnológicos
- Publicação de boletins informativos e periódicos técnico-científicos
- Independência de ação
- Continuidade dos trabalhos (**chova ou faça \$ol**) !!!
- **Necessitam do apoio de todos!**



## A Energia Solar Fotovoltaica no Brasil

- Início de aplicações na década de 1970, basicamente em sistemas isolados, com pequena expansão na década de 1980
- Ampliação das aplicações a partir da metade da década de 1990, com a criação do Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios – PRODEEM (**> 5 MWp instalados**)
- Também em meados da década de 1990 foram instalados os primeiros sistemas FV conectados à rede (**CHESF - 15 kWp, UFSC - 2,5 kWp**)
- Na década de 2000 foi criada a Universalização dos Serviços Públicos de Energia Elétrica (**Lei 10.438/2002**), depois o Programa Luz para Todos (**2003**)
- Também na década de 2000 foram iniciados os primeiros trabalhos no sentido de regulamentar os sistemas isolados (**RN ANEEL 83/2004**)

- Na década de 2010 iniciou-se a expansão dos sistemas conectados à rede, resultando na regulamentação da geração distribuída (**RN ANEEL 482/2012**), depois revista pela **RN ANEEL 687/2015**
- Também foi revista a RN 83/2004 para inclusão dos sistemas isolados com minirredes (**RN ANEEL 493/2012**)
- Nova revisão da RN ANEEL 482/2012 prevista para 2019
- A partir de 2014 foram realizados leilões que passaram a incluir a energia solar (**Leilão de Energia de Reserva 2014 - termelétrica, eólica e solar; 1º Leilão de Energia de Reserva 2015 – solar; 2º Leilão de Energia de Reserva 2015 - eólica e solar; 1º Leilão de Energia de Reserva 2016 - hidrelétrica e solar; Leilão de Energia Nova A-4 2017 - hidrelétrica, termelétrica, eólica e solar; Leilão de Energia Nova A-4 / 2018 - hidrelétrica, termelétrica, eólica e solar**)
- Redução significativa dos preços (**R\$ 215,12/MWh em 2014 para R\$ 144,51/MWh em 2017**)



- Em janeiro de 2011 foi publicada a Portaria INMETRO 004/2011, regulamentando a Avaliação da Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica (**Módulo fotovoltaico, Controlador de Carga, Inversor off-grid e Bateria**)
- Em agosto de 2014 o INMETRO publica a portaria 357/2014, atualizando a regulamentação anterior e incluindo os inversores *on-grid* no escopo da avaliação de conformidade
- Atualmente existem: um laboratório acreditado para realização de ensaios em módulos fotovoltaicos, controladores de carga, inversores *off-grid* e inversores *on-grid* (**LSF/IEE/USP**); dois laboratórios designados para ensaios em módulos fotovoltaicos (**GEDAE/UFGA e LABSOL/UFRGS**); um laboratório acreditado para realização de ensaios em inversores *on-grid* (**INRI/UFSM**); dois laboratórios designados para realização de ensaios em inversores *on-grid* (**UFRGS, e UNESP/Ilha Solteira**); um laboratório acreditado para realização de ensaios em baterias (**CPqD**)

- Nos dias 10 e 11 de fevereiro de 2010 foi realizado o “Seminário sobre Sistemas Fotovoltaicos para Conexão à Rede e Minirredes Isoladas” (INCT-EREEA, LSF/IEE/USP, GEDAE/UFGA, CYTED, ABENS, ISES do Brasil, ELETRONORTE-ELETOBRAS) - 117 participantes



- Semente da ABSOLAR



## Projetos de P&D Estratégico

- Chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 013/2011: "Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira"
- Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de P&D - Chamada 001/2016: Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior
- Chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 021/2016 – "Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia no Setor Elétrico Brasileiro"



**P&D Estratégico nº 021/2016 – “Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia no Setor Elétrico Brasileiro” - 29 projetos submetidos (23 aprovados com término previsto para 06/2021)**

Tabela 03 - Quadro dos resultados das avaliações iniciais em ordem crescente de notas finais.

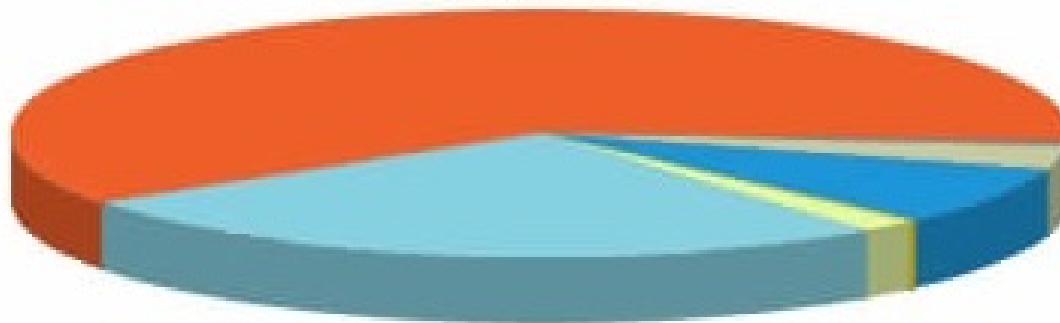
Projeto	Empresa	Originalidade	Aplicabilidade	Relevância	Raz. de Custos	Total	Posição
PD-00403-0042/2016	TRACTEBEL	5	5	5	4	4,8	Aprovado
PD-02866-0460/2016	COPEL D	4	4	4	3	3,8	Aprovado com Recomendação
PD-00404-1609/2016	ENERGISA MS	3	4	3	4	3,5	Aprovado
PD-00553-0046/2016	PETROBRAS	4	4	4	2	3,5	Aprovado
PD-02866-0462/2016	COPEL D	4	4	4	2	3,5	Aprovado com Recomendação
PD-00039-0076/2016	COELCE	4	3	4	2	3,3	Aprovado com Recomendação
PD-00043-0516/2016	CELPE	4	4	3	2	3,3	Aprovado
PD-00061-0054/2016	CESP	4	3	4	2	3,3	Aprovado
PD-00063-3025/2016	CPFL Paulista	4	3	3	3	3,3	Aprovado
PD-02866-0442/2016	COPEL D	4	4	3	2	3,3	Aprovado com Recomendação
PD-02866-0444/2016	COPEL D	4	4	3	2	3,3	Aprovado com Recomendação
PD-02866-0450/2016	COPEL D	5	4	2	2	3,3	Aprovado com Recomendação
PD-02866-0452/2016	COPEL D	4	4	3	2	3,3	Aprovado com Recomendação
PD-04950-0722/2016	CEMIG D	3	4	3	3	3,3	Aprovado com Recomendação
PD-07019-0044/2016	ELETRORBRAS AM	3	4	3	3	3,3	Aprovado
PD-00068-0038/2016	CTEEP	4	3	3	2	3,0	Aprovado
PD-00397-3026/2016	RGE	3	3	3	3	3,0	Aprovado
PD-02866-0454/2016	COPEL D	3	4	3	2	3,0	Aprovado com Recomendação
PD-02937-3018/2016	CPFL Piratininga	3	3	3	3	3,0	Aprovado
PD-0394-1606/2016	FURNAS	3	4	4	1	3,0	Aprovado com Recomendação
PD-04950-0721/2016	CEMIG D	3	4	3	2	3,0	Aprovado
PD-05697-0021/2016	CELESC D	4	3	3	2	3,0	Aprovado com Recomendação
PD-07019-0043/2016	ELETRORBRAS AM	3	4	3	2	3,0	Aprovado com Recomendação
PD-07514-0001/2016	Rio Canoas	3	3	3	2	2,8	Reprovado
PD-09344-0001/2016	ALIANÇA-CEMIG GT	3	2	4	2	2,8	Reprovado
PD-00553-0047/2016	PETROBRAS	4	2	2	2	2,5	Reprovado
PD-06491-0427/2016	COPEL GT	3	2	3	2	2,5	Reprovado
PD-07019-0042/2016	ELETRORBRAS AM	3	2	3	2	2,5	Reprovado
PD-10381-0001/2016	Rio Paraná	2	3	2	2	2,3	Reprovado
<b>Total</b>		3,6	3,4	3,2	2,3	3,1	

## Alguns Dados sobre a Energia Solar Fotovoltaica no Brasil (ANEEL – 17/03/2018)

O Brasil possui 4.916 empreendimentos em operação, totalizando 158.214.417 kW de potência instalada, com previsão para os próximos anos de adição de 18.053.660 kW na capacidade de geração, proveniente dos 221 empreendimentos atualmente em construção e mais 376 em empreendimentos com construção não iniciada

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	668	621.735	623.971	0,39
CGU	1	50	50	0
EOL	510	12.532.539	12.509.743	7,91
PCH	429	5.070.129	5.042.723	3,19
<b>UFV</b>	<b>87</b>	<b>1.084.662</b>	<b>1.080.302</b>	<b>0,68</b>
UHE	218	101.883.450	95.619.468	60,44
UTE	3.001	42.722.019	41.348.160	26,13
UTN	2	1.990.000	1.990.000	1,26
<b>Total</b>	<b>4.916</b>	<b>165.904.584</b>	<b>158.214.417</b>	<b>100</b>

Potência(%)



■ CGH ■ CGU ■ EOL ■ PCH ■ UFV ■ UHE ■ UTE ■ UTN

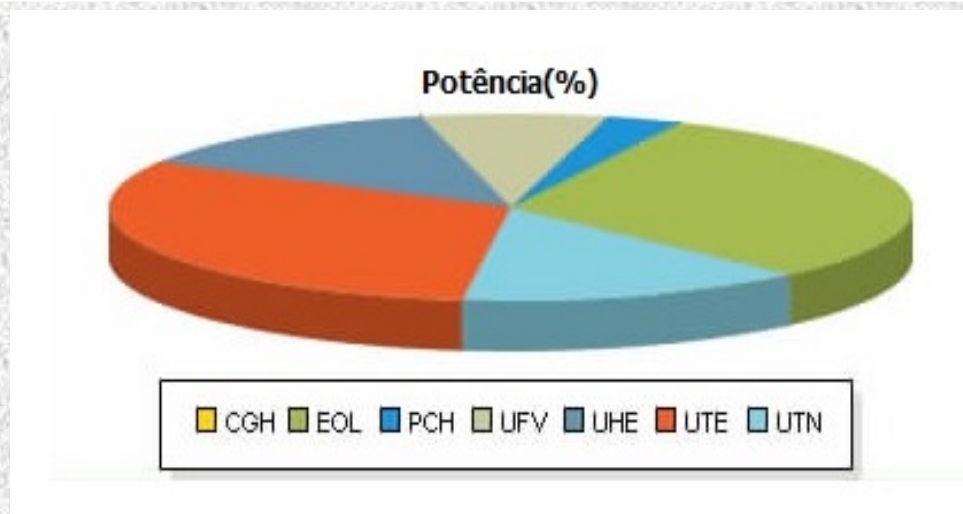
## Legenda

CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-elétrica
EOL	Central Geradora Eólica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termelétrica
UTN	Usina Termonuclear



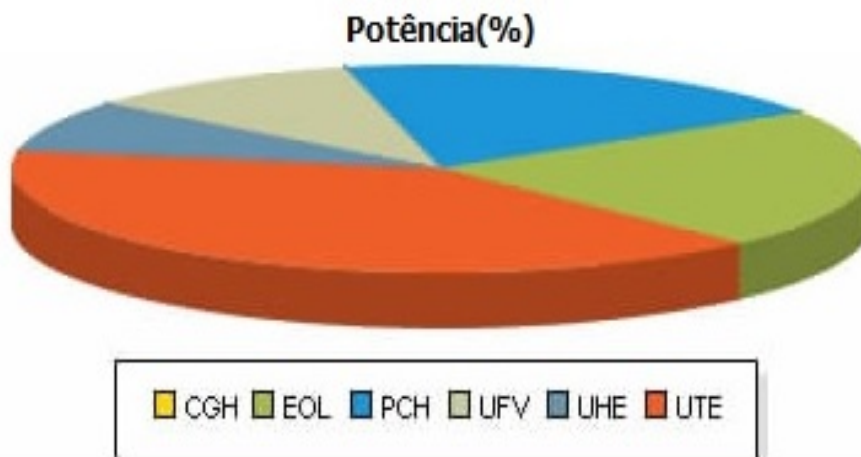
## Empreendimentos em Construção

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	7	10.398	0,11
EOL	130	2.912.650	30,8
PCH	25	286.180	3,03
<b>UFV</b>	<b>25</b>	<b>699.920</b>	<b>7,4</b>
UHE	6	1.254.100	13,26
UTE	27	2.943.244	31,12
UTN	1	1.350.000	14,28
<b>Total</b>	<b>221</b>	<b>9.456.492</b>	<b>100</b>

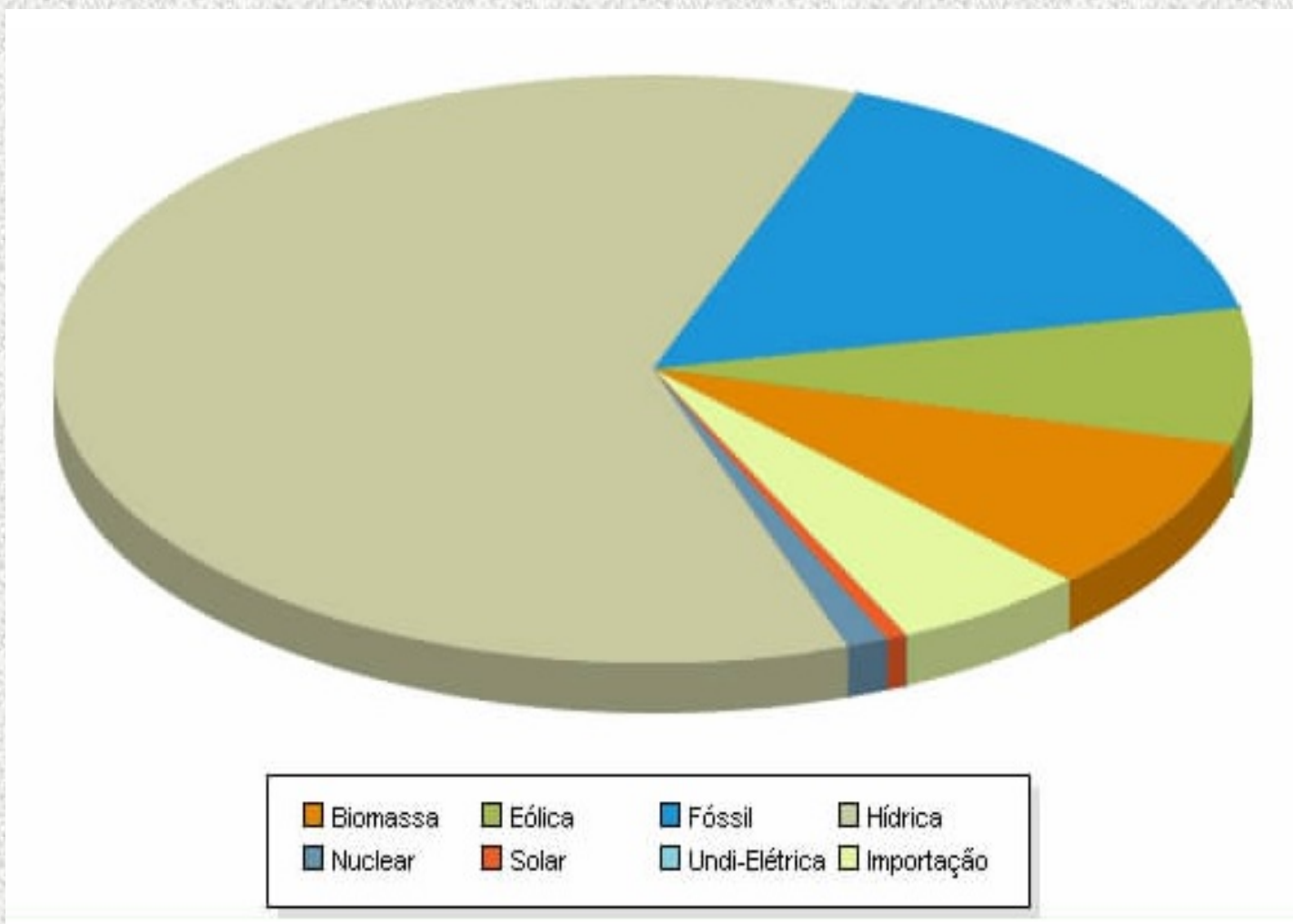


## Empreendimentos com Construção não iniciada

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	1	1.000	0,01
EOL	87	1.882.110	21,89
PCH	127	1.675.720	19,49
<b>UFV</b>	<b>38</b>	<b>908.291</b>	<b>10,57</b>
UHE	7	694.180	8,07
UTE	116	3.435.867	39,97
Total	376	8.597.168	100



## Matriz de Energia Elétrica Potência (%)





## Geração Distribuída

### UNIDADES CONSUMIDORAS COM GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Tipo	Quantidade	Quantidade de UCs que recebem os créditos	Potência Instalada (kW)
CGH	44	6.741	43.075,90
EOL	54	97	10.305,60
<b>UFV</b>	<b>24.429</b>	<b>28.987</b>	<b>220.554,02</b>
UTE	85	227	24.455,62

Total de usinas:	24.612	Total de UCs que recebem os créditos:	36.052	Potência total:	298.391,14
------------------	--------	---------------------------------------	--------	-----------------	------------

## UNIDADES CONSUMIDORAS COM GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Classe de Consumo	Quantidade	Quantidade de UCs que recebem os créditos	Potência Instalada (kW)
Comercial	3.937	13.002	138.846,89
Iluminação pública	8	8	84,90
Industrial	587	688	38.130,23
Poder Público	222	270	8.900,45
Residencial	19.005	20.865	85.747,96
Rural	813	1.177	25.449,64
Serviço Público	40	42	1.231,07

Total de usinas:	24.612	Total de UCs que recebem os créditos:	36.052	Potência total:	298.391,14
------------------	--------	---------------------------------------	--------	-----------------	------------

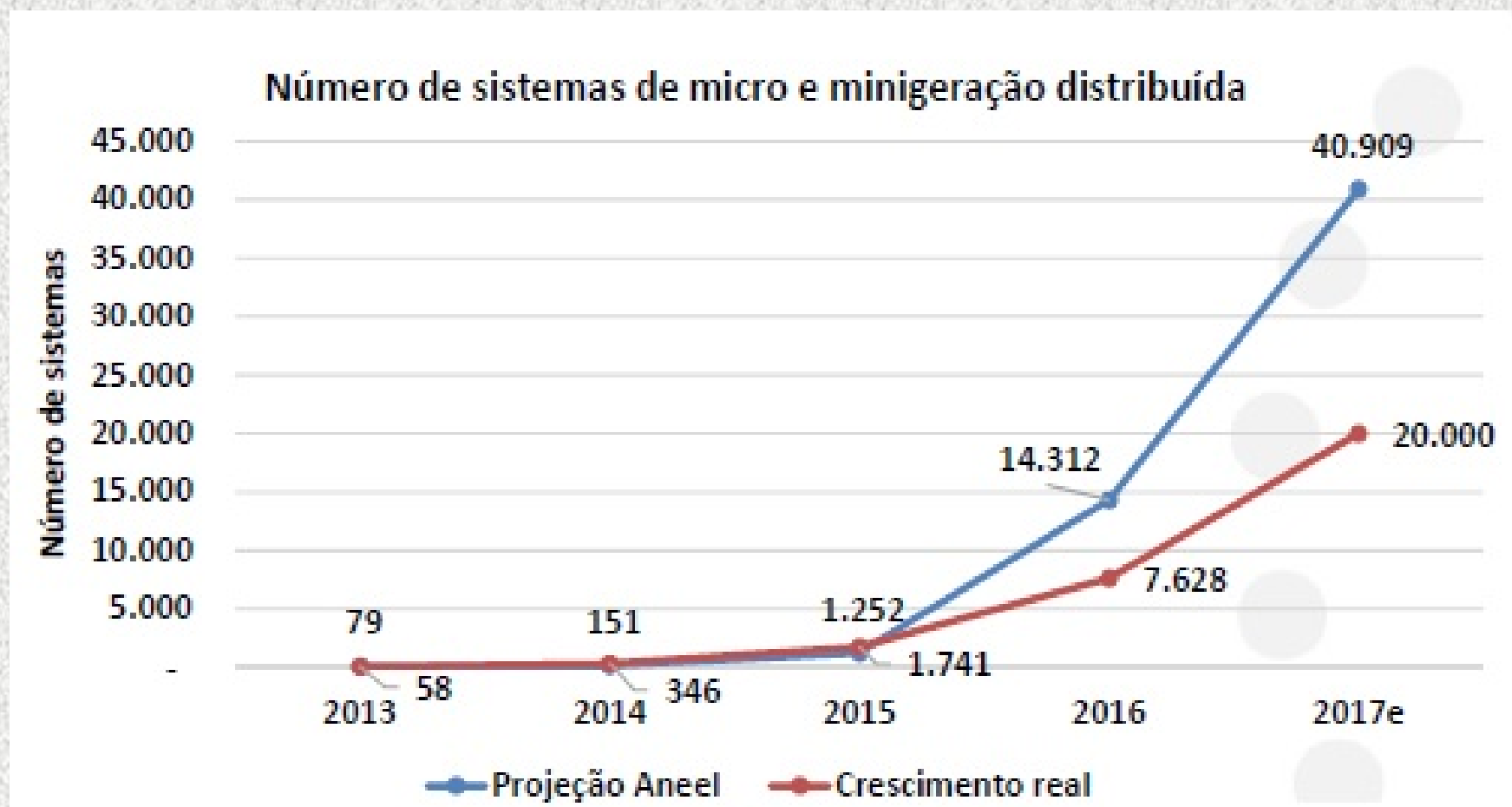
## UNIDADES CONSUMIDORAS COM GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Modalidade	Quantidade	Quantidade de UCs que recebem os créditos	Potência Instalada (kW)
Autoconsumo remoto	1.954	12.750	80.381,74
Geração compartilhada	163	803	17.875,77
Geração na própria UC	22.494	22.494	200.128,63
Múltiplas UC	1	5	5,00

Total de usinas:	24.612	Total de UCs que recebem os créditos:	36.052	Potência total:	298.391,14
------------------	--------	---------------------------------------	--------	-----------------	------------

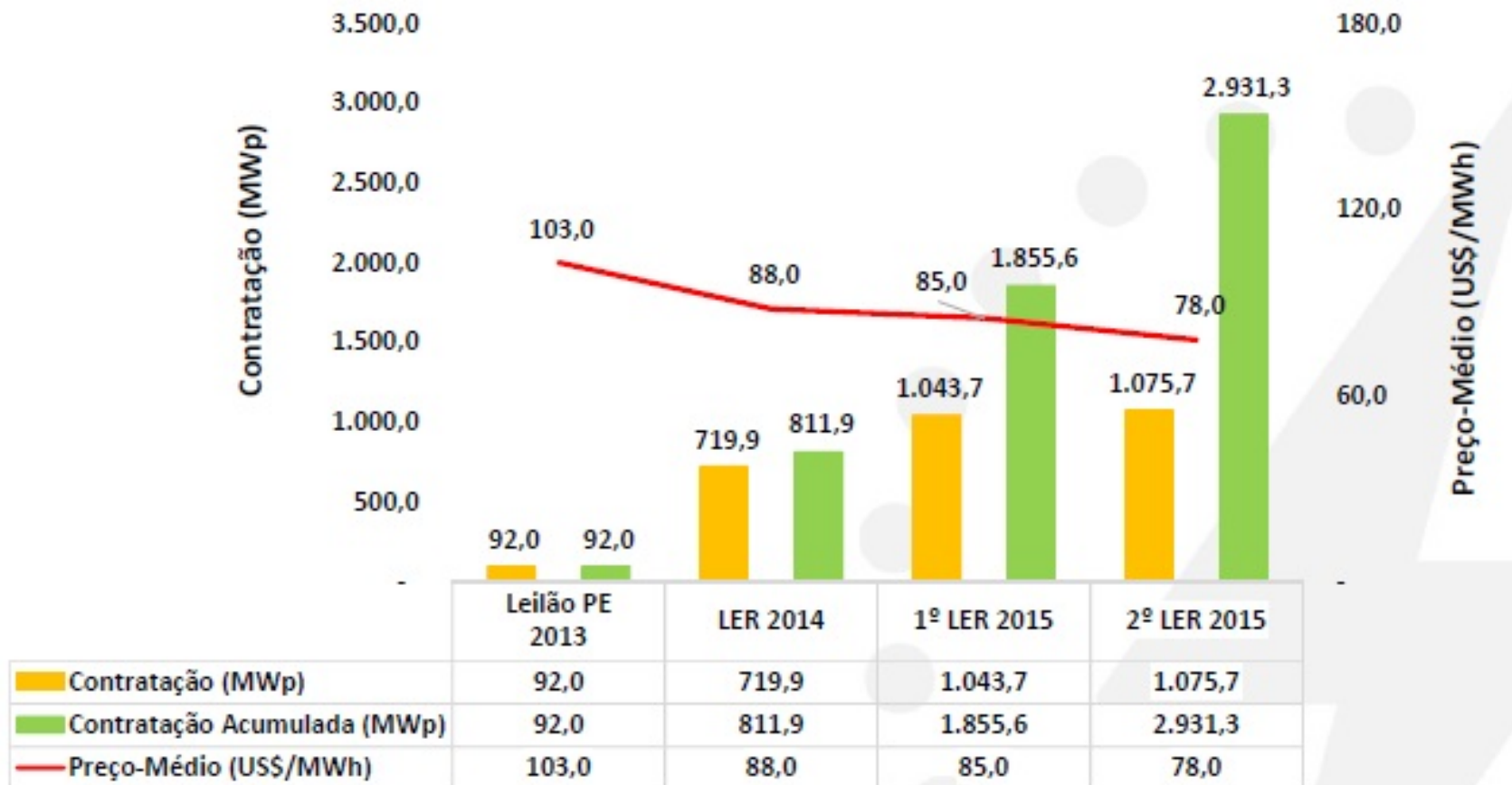


## Instalações de micro e mini geração FV no Brasil ANEEL/ABSOLAR, 2017



## Leilões de Energia Fotovoltaica CGEE/ABSOLAR, 2017

Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica em Leilões



## Armazenamento

- **Mecânico (Hidráulica Reversível, Ar Comprimido, Volante de Inércia)**
- **Elétrico (Supercapacitores, Magnetos Supercondutores)**
- **Eletroquímico (Baterias de Fluxo, Chumbo-Ácido, Íons de Lítio, Sódio-Enxôfre)**
- **Térmico (Diversas tecnologias)**
- **Químico (Hidrogênio, Gás Natural Sintético)**



## Considerações

- Reformulação do Modelo do Sistema Elétrico (**Papeis do MME, ANEEL, EPE, Geradoras, Transmissoras e Distribuidoras**)
- Importância das Minirredes (**inclusive d.c.**) – permanência do “prosumidor” na rede
- Importância da adoção da Tarifa Branca (**ou outra cor**)
- Valor dos serviços ancilares
- Importância da previsão da geração com fontes intermitentes
- Usinas com Capacidade Sobredimensionada
- Reavaliação da filosofia da CCC
- Revisão da RN ANEEL 493

## CONTATOS

*Homepage:* <http://www.abens.org.br>

**Tel/Fax: (55-11) 3091-2638**

**E-mail: [contato@abens.org.br](mailto:contato@abens.org.br)**

**GRATO  
PELA  
ATENÇÃO!**