



CPLEN
CENTRO DE ANÁLISE,
PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO
DE RECURSOS ENERGÉTICOS

Boas-vindas!

Prof. ILDO LUIS SAUER



O CENTRO DE ANÁLISE, PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS ENERGÉTICOS (CPLEN) evoluiu a partir do Grupo de Pesquisa em Planejamento, Análise Econômica e Social e Avaliação e Desenvolvimento de Recursos Energéticos criado em 2011, com a missão de investigar e avaliar os mecanismos e instrumentos pelos quais se dá a apropriação e distribuição da energia na sociedade, seus efeitos e impactos no contexto econômico, social e ambiental e efetuar interpretações e proposições. Para isto, cabe-lhe desenvolver e aplicar metodologias para diagnóstico da situação energética brasileira e mundial, buscando avaliar a viabilidade de recursos energéticos (convencionais e não convencionais, fósseis e renováveis), as tecnologias de geração e distribuição (grid e off grid, disponíveis ou em desenvolvimento) e os modelos de gestão.

Focos de interesse das pesquisas:

O objetivo é desenvolver e consolidar a pesquisa teórica e empírica, bem como pesquisa aplicada, no âmbito dos projetos de Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação, atuando nas áreas Tecnológica, de Planejamento, Social, no campo da Energia.

Apresentam-se os seguintes temas de pesquisa com ações que estão atualmente em andamento:

- Transição energética global: superação dos combustíveis fósseis, desacoplamento da economia e o decrescimento.
 - Monitoramento do sistema energético brasileiro utilizando modelos de simulação e otimização da oferta (atendimento da carga, modelo comercial, preços, custos, inserção de novos recursos).
-

- Modelos de avaliação e disponibilidade de recursos energéticos e acompanhamento das cadeias de produção – convencionais, não convencionais, fósseis e renováveis e modelos de gestão - regionais e locais.

- Balanços energéticos, modelos de demanda e estudos de usos finais – posse de equipamentos e hábitos de uso, atendimento, qualidade e eficiência.

- Bancos de dados sobre: a) empreendimentos de oferta de energia (previstos e existentes) no Brasil (técnicas, econômicas, sociais e geográficas); b) equipamentos de uso final de energia elétrica, gás natural e outros combustíveis comercializados no mercado brasileiro e internacional; c) metodologias, modelos, técnicas, ferramentas e bibliografia em planejamento de expansão da oferta e operação de sistemas energéticos, para publicação na rede mundial de computadores e uso de pesquisadores e analistas.
 - Integração energética regional e sub-regional (continente americano), avaliação crítica e monitoramento de indicadores setoriais, estudos de conjuntura econômica, geopolítica e de recursos, demanda e oferta de energia.
-

- Modelos matemáticos e estatísticos, de previsão, simulação e otimização, coleta, interpretação e tratamento de dados e outros, visando produção de diagnósticos da situação energética nacional e internacional.
 - Desenvolvimento de recursos energéticos,
 - Conversão de biomassa, processos biológicos fermentativos em sistemas anaeróbios, aeróbios e anóxicos;
 - Recuperação energética de resíduos, design de reatores, monitoramento e controle de biosistemas em escala laboratorial e piloto.
-

- Inserção da Geração Distribuída, impactos técnicos, operacionais, aspectos regulatórios e incentivos econômicos.
 - Operação otimizada e confiabilidade dos sistemas elétrico e energético com aplicação de conceitos de *Smart Grid* e armazenamento de energia.
-

Disciplinas Vinculadas

ENERGIA E SOCIEDADE

OBJETIVOS

- a) Apresentar elementos do pensamento científico e seu impacto sobre a construção de conceitos e sua interpretação na análise das questões da atualidade, em especial no campo da Energia.
 - b) Desenvolver a compreensão de que a noção da energia teve uma construção histórico-social.
 - c) Analisar detalhadamente, a partir da historicidade, os vínculos da energia, em cada formação histórico-social da Humanidade, no contexto dos limites dos recursos naturais disponíveis, com as dimensões da compreensão de ciência, de tecnologia, da produção das necessidades materiais e sociais e da sua repartição social e, das instituições de organização e controle sociais hegemônicas, bem como dos processos de ruptura e superação dessas formações.
-

USOS FINAIS E DEMANDA DE ENERGIA

USOS FINAIS E DEMANDA DE ENERGIA

OBJETIVOS

Promover a compreensão dos processos de produção e apropriação da energia para a satisfação das necessidades materiais e sociais ao longo das transformações históricas que se deram nas dimensões social, econômica e política. Desenvolver a compreensão dos fatores determinantes do uso da energia nos setores da demanda final e nos setores produtivos:

- Processos sociais, políticos, institucionais, econômicos, científicos e tecnológicos.
 - Acesso aos recursos naturais e processos tecnológicos de conversão e apropriação.
 - Limites físicos dos processos de conversão energética.
-

ANALISE ECONÔMICA DE PROJETOS DE USO E PRODUÇÃO DE ENERGIA

ANALISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS

BALANÇOS, MODELOS E ESTRATÉGIAS DE PLANEJAMENTO

3. Equipe

A equipe do Centro conta com Docentes e Pesquisadores do quadro permanente do IEE em diferentes Divisões Científicas, bem como pesquisadores associados em nível de pós-graduação (mestrado e doutorado) e pós-doutorado, tanto da USP quanto de outras instituições.

Pesquisadores do quadro permanente do IEE

Prof. Dr. Ildo Luis Sauer, coordenador, <http://lattes.cnpq.br/9611146545395324>

Prof. Dr. Hédio Tatizawa, <http://lattes.cnpq.br/0483804524873121>

Dr. Alcantaro Lemes Rodrigues, <http://lattes.cnpq.br/2470544999208409>

Dr. Nilton Bispo Amado, <http://lattes.cnpq.br/0768521761696969>

Dr. Welson Bassi, <http://lattes.cnpq.br/3988423332033537>

Márcio Rodrigo Ribeiro, MSc., <http://lattes.cnpq.br/7662252788904732>



Pesquisadores associados:

Profa. Dra. Eliane Fadigas, EPUSP, <http://lattes.cnpq.br/8322246705118632>

Prof. Dr. Renato Carlos Zambon, EPUSP, <http://lattes.cnpq.br/9734105344199373>

Prof. Dr. Mario Thadeu Barros, EPUSP, <http://lattes.cnpq.br/4491896017135103>

Prof. Dr. Victorio Oxilia, Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción

Prof. Dr. Alberto Hernandez Neto, EPUSP, <http://lattes.cnpq.br/4798409449849656>

Prof. Dr. Ronan Cleber Contrera, EPUSP, <http://lattes.cnpq.br/3435971493203571>

Prof. Dr. Theo Syrto de Souza, EPUSP, <http://lattes.cnpq.br/9601905635314712>

Prof. Dalia Patiño Echeverri, Duke University Nicholas School of Environment, Estados Unidos

Dr. Arlindo Kamimura, Pesquisador em Modelos Energéticos, <http://lattes.cnpq.br/6113531298191606>

Dr. Carlos Germán Meza González, <http://lattes.cnpq.br/3988423332033537>

Dr. Guilherme de Oliveira Estrella, geólogo, pesquisador em Exploração e Produção de Petróleo, ex-Petrobras.

Dra. Camila Agner D'Aquino

Dra. Julieta Andrea Puerto Rico, <http://lattes.cnpq.br/4833370136443230>

Dr. Renato Marques Correa da Silva, Pesquisador em Hidrocarbonetos Não Convencionais (Shale, CBM), ex-Petrobras

Dra. Samantha Christine Santos, <http://lattes.cnpq.br/0087530559394095>

Erick Del Bianco Pelegia, MSc., <http://lattes.cnpq.br/0420031645212893>

Eng. Luiz Fernando Vieira, Pesquisador em Hidrocarbonetos Não Convencionais (Shale, CBM), ex-Petrobras

Infraestrutura física e computacional

O CPLEN está organizado em cerca de 400 m² de instalações para os pesquisadores, bem como dispõe de diversos programas computacionais dentre os quais:

Softwares Open Source

- PUFÉ – Programa de Usos Finais de Energia - UE
 - Dialux – Simulação de sistemas de iluminação;
 - OpenStudio - Interface gráfica Energyplus;
 - Energyplus - Modelos de envoltória e consumo energético em edificações;
 - R Studio – Ambiente para desenvolvimento de programas em linguagem R.
 - CAMPOS, modelo de simulação da produção e de análise econômico-financeira, para regimes regulatórios (concessões, partilha de produção, cessão onerosa e cessão onerosa com partilha de produção para volumes excedentes), de campos de petróleo.
-

Infraestrutura - Softwares

- Produtos do Cepel: Newave, Decomp e Dessem
 - Avaliação de recursos eólicos: Windographer e Windpro
 - Modelo de microgeração, microredes: Homer-pro e Homer grid
 - Ciclo de Vida: Simapro
 - Pacotes estatísticos: R Studio, STATA, CPLEX, GAMS.
 - Eficiência Energética: EnergyPlus, OpenStudio, Dialux, Pufe.
-

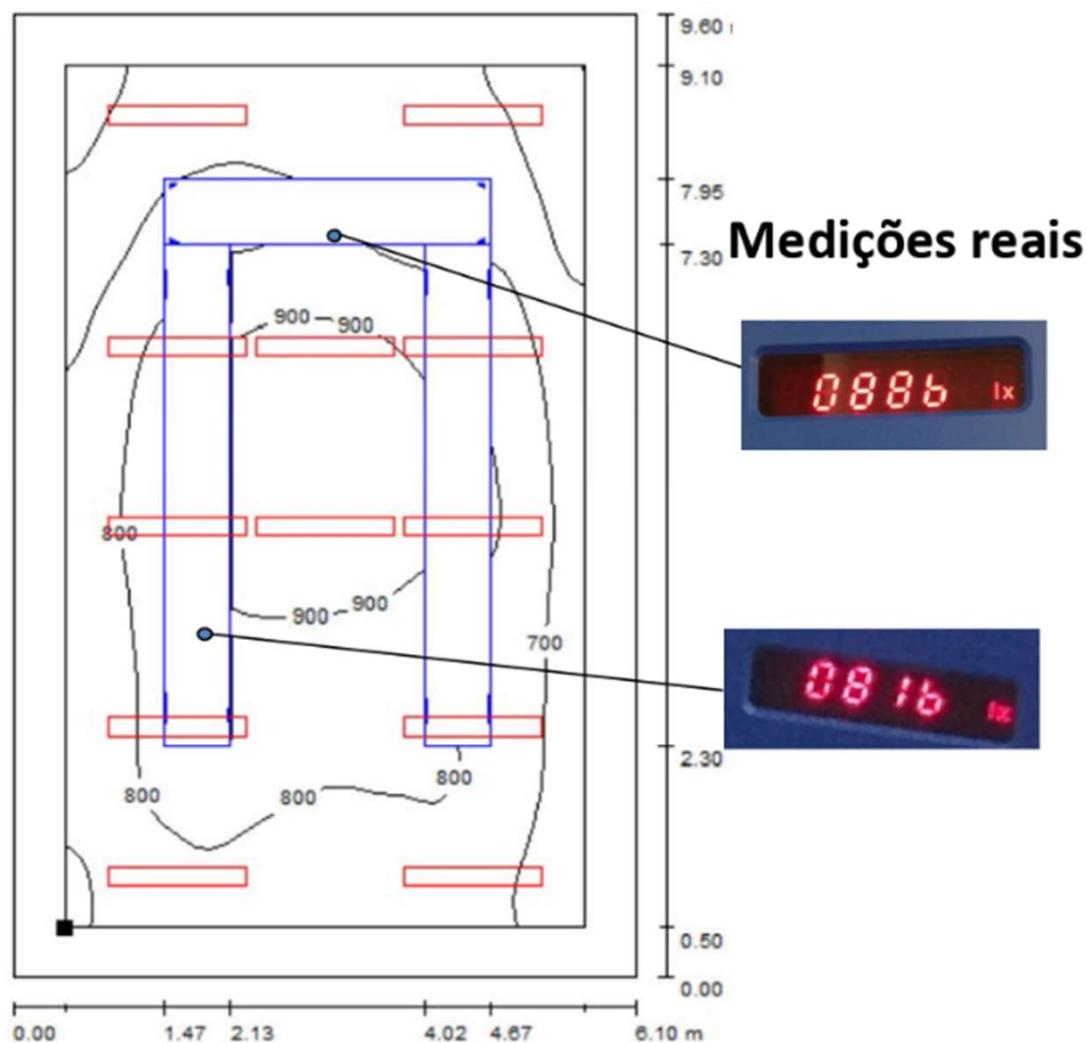
- *Licenças Acadêmicas de Software Adquiridas ou doadas*
 - WindPro (r) 3.2 - Modelagem de sítios eólicos (combina dados mapeados de mesoescala, relevo, obstáculos, rugosidade, medições locais, estatísticas meteorológicas públicas e privadas) para cálculo custo parque eólico;
 - Hidroterm (desenvolvido Prof. Renato Zambon) - Modelagem sistema hidrotérmico brasileiro;
 - SimaPRO - Modelo ciclo de vida de produtos - berço ao túmulo.
-

- HOMER - Energy - Modelagem de micro redes com tecnologias de geração com fontes renováveis (solar, eólica, hidráulica, biomassa, célula combustível) e fósseis (gás, diesel, etc);
- Windographer 4.0.27 - Relatórios para indústria eólica de séries históricas de medições realizadas por torres anemométricas localizadas em parques eólicos.

Licenças Comerciais de Software

- Newave e Decomp - Cepel - modelo oficial sistema hidrotérmico brasileiro utilizado para formação do custo de operação do SIN;
-

Simulação de sistemas de iluminação (Dialux)



0886 lx

0816 lx

Sala de reuniões

IEE/USP

Operator: Wilson Bassi
Telephone:
Fax:
e-Mail:

DIALux
07.06.2013

Níveis de iluminância \bar{E} calculados:

Mínimo: 499 lux

Máximo: 980 lux

Média: 766 lux

Uniformidade: 0,652

(a uniformidade da iluminação de um dado plano é calculada como o quociente entre o valor mais baixo para a iluminação do plano (E_{min}) e a luminância média do referido plano (E_{av}))

Parâmetros elétricos:

Potência elétrica: 768 W

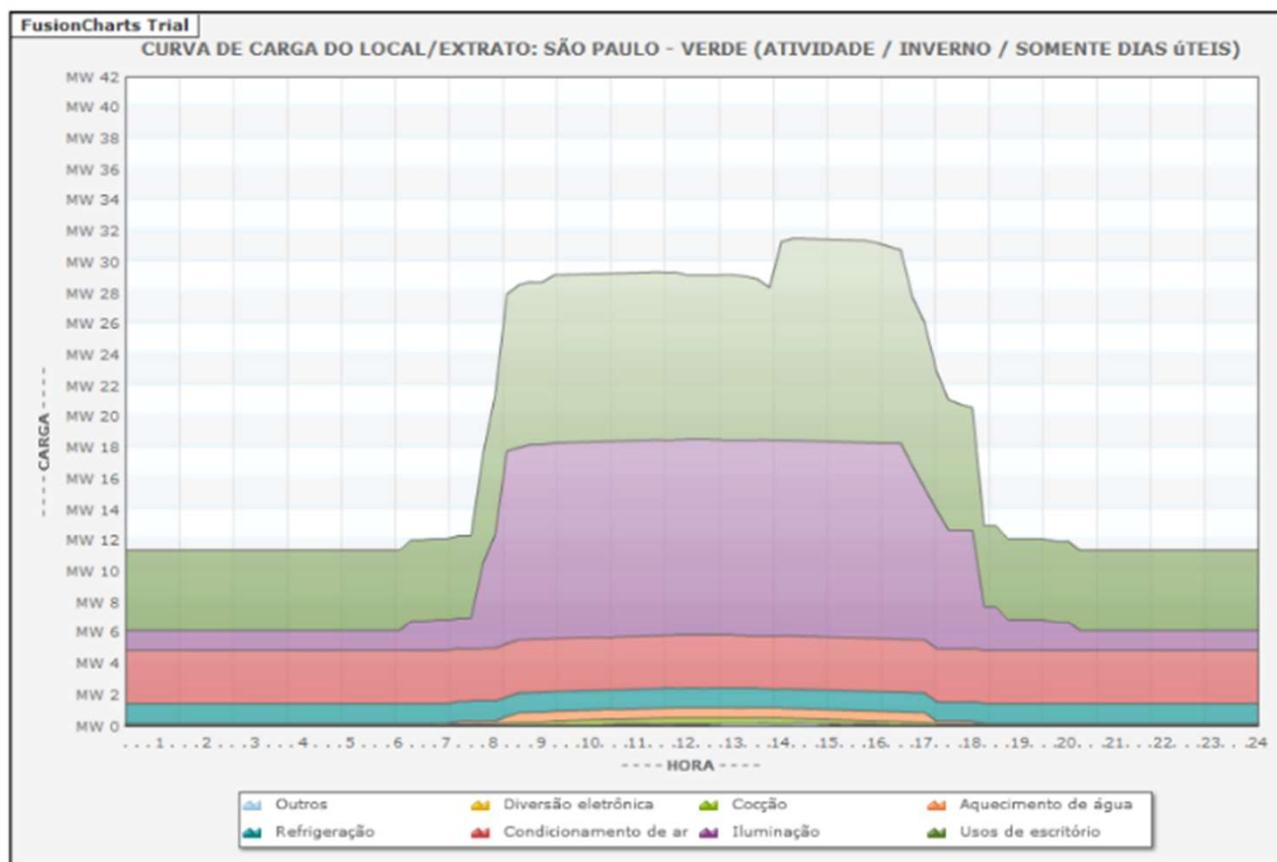
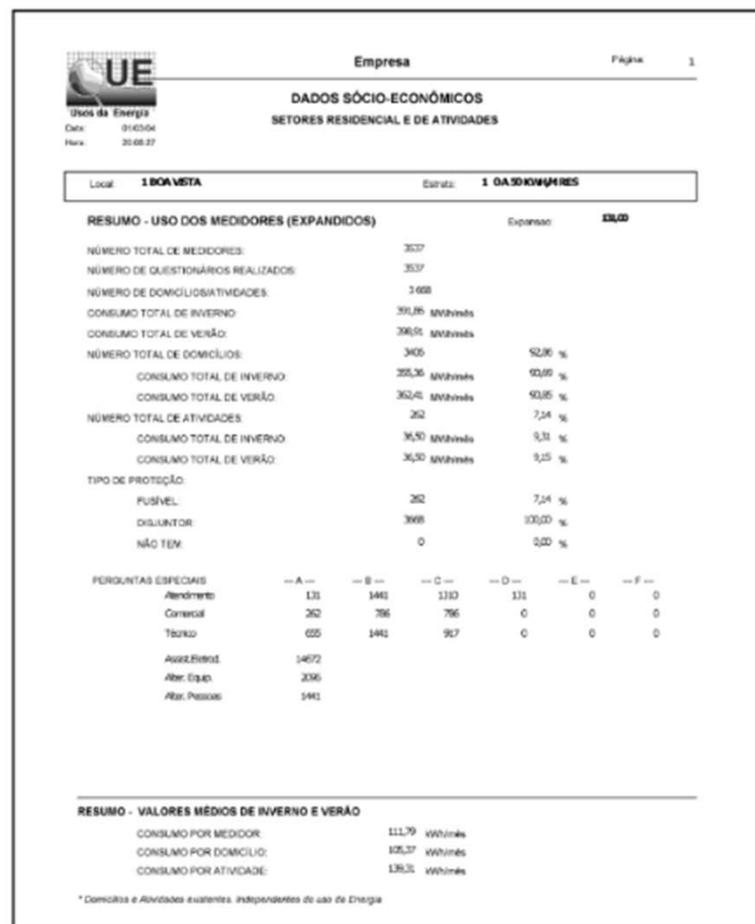
Fator de potência: 0,99

Potência elétrica aparente estimada: 776 VA

Distorção harmônica de corrente \sim 5%

Simulação dos usos finais de energia (Pufe)

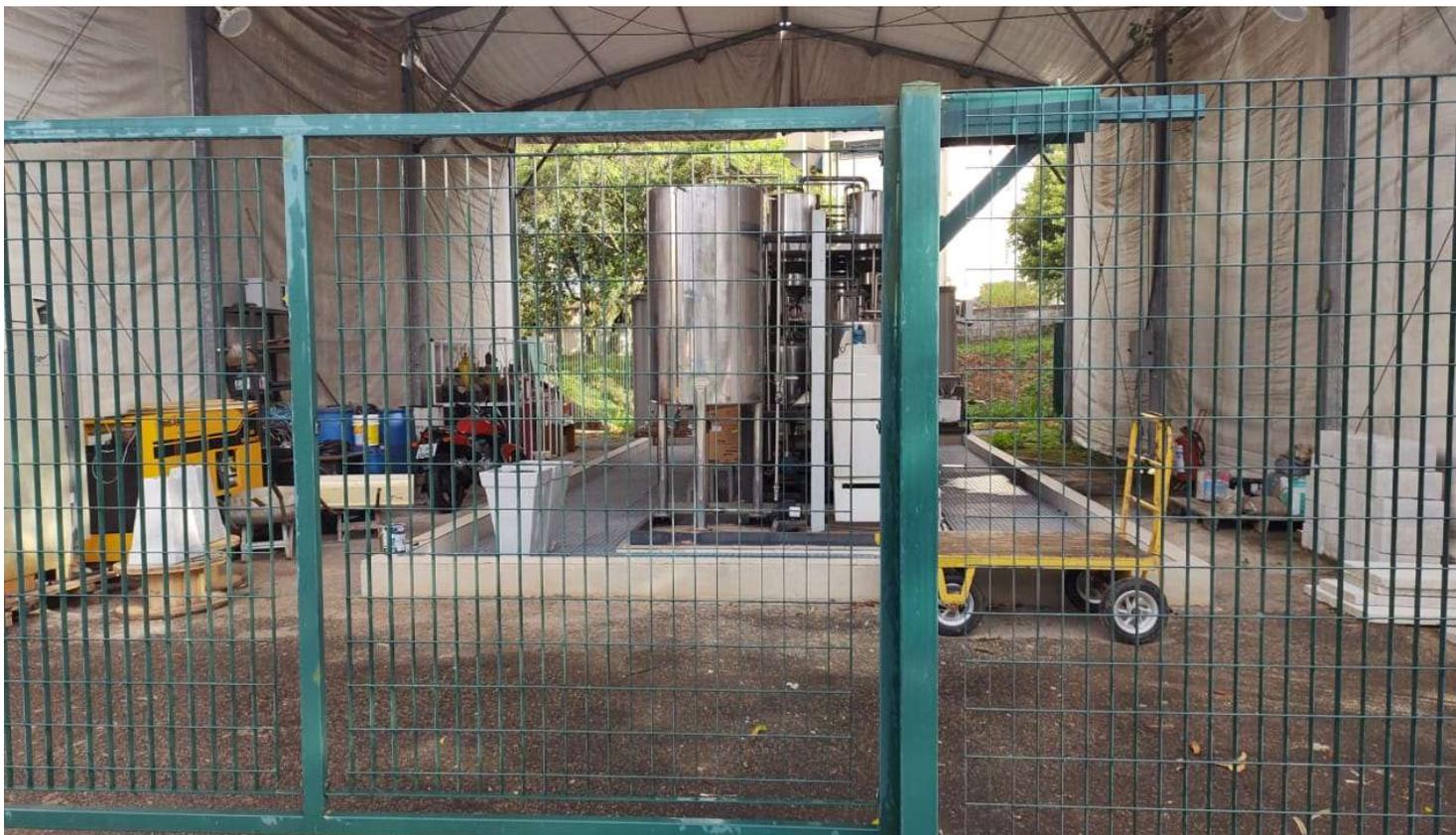
Resultados – Relatórios técnicos e financeiros / gráficos



INFRAESTRUTURA

LABORATÓRIOS

USINA BIODIESEL



LABORATÓRIO ANÁLISES



3. ATIVIDADES – LIDAR - Análise dados monitorados no IEE

- Sensoriamento remoto equipamento LIDAR
- Período de 07/2015 a 10/2015 integração 10 min
- Local IEEUSP
Lat S23,55893 Lon W46,735042

- $$v_2 = v_1 \left(\frac{h_2}{h_1} \right)^\alpha$$

- Com os dados medidos
calcula-se α que é aprox. 0,32
conforma Hellman, 1915, α para região metropolitana.

V_média	3,42139	3,59551	3,97825	4,27194	4,51103	4,68313	4,83102	4,95102	5,01728	5,14683	5,248651	5,303186
alpha		0,27227	0,32084	0,32031	0,31581	0,30489	0,29662	0,2885	0,27616	0,2756	0,259559	0,249316
v1	3,42139	3,42139	3,42139	3,42139	3,42139	3,42139	3,42139	3,42139	3,42139	3,42139	3,421387	3,421387
v2		3,59551	3,97825	4,27194	4,51103	4,68313	4,83102	4,95102	5,01728	5,14683	5,248651	5,303186
h1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
h2		60	80	100	120	140	160	180	200	220	260	290

1. Vistas externas e indicações de fotografias.

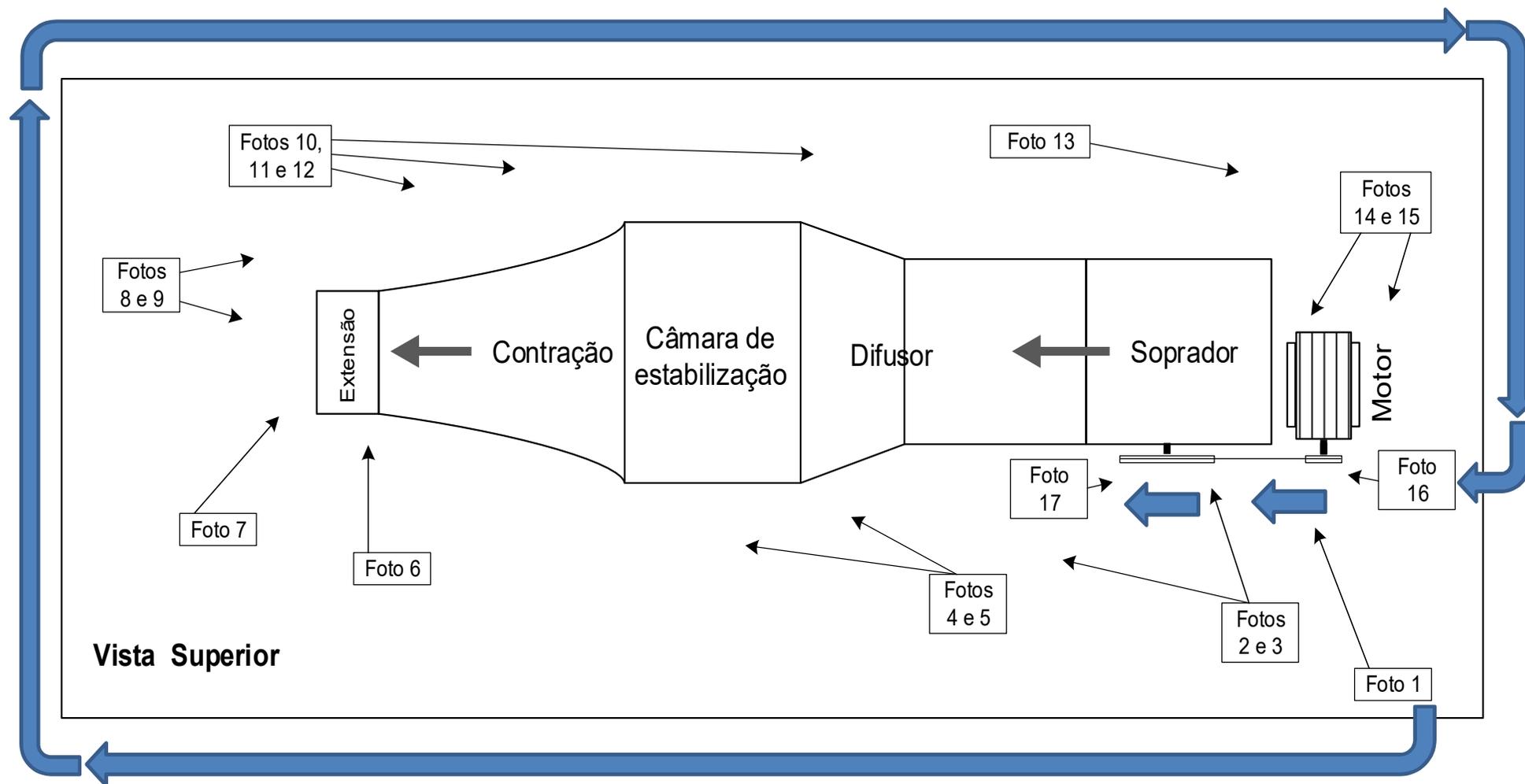


Figura nº1: Vista superior (em planta) do túnel de vento , posições orientativas das fotografias com numerações sentido horário da descrição fotográfica. Desenho sem escala..

Gradientes horizontais de pressões dinâmicas – Valores obtidos.

- O Gráfico nº7 mostra resultados de cálculos de gradientes horizontais a partir de medições feitas em duas condições do túnel de vento e condições de medições distintas:
 - 1º) Com honeycomb e sem modificações (rev1):
 - Com o *honeycomb*, sem a extensão da saída, sem o dispositivo suporte do *encoder* mostrado na Fotografias nº17 e nº16, sem a rampa interna mostrada nas Fotografia nº25 e nº26;
 - Medições feitas em uma única cota vertical, equivalente a HOMEIO da Figura nº2, distâncias entre tubos de pitot (DWYER 106-8) de 240mm;
 - Medições não simultâneas utilizando somente o transdutor MKS Baratron 120AD FE 10torr; duração 30s/Sample Rate 1kHz/30.000 pontos; sem gravação de arquivo de dados;



Fotografias nº29 e nº30: Montagens dos sensores medições “1º) Com honeycomb e sem modificações (rev1)”.

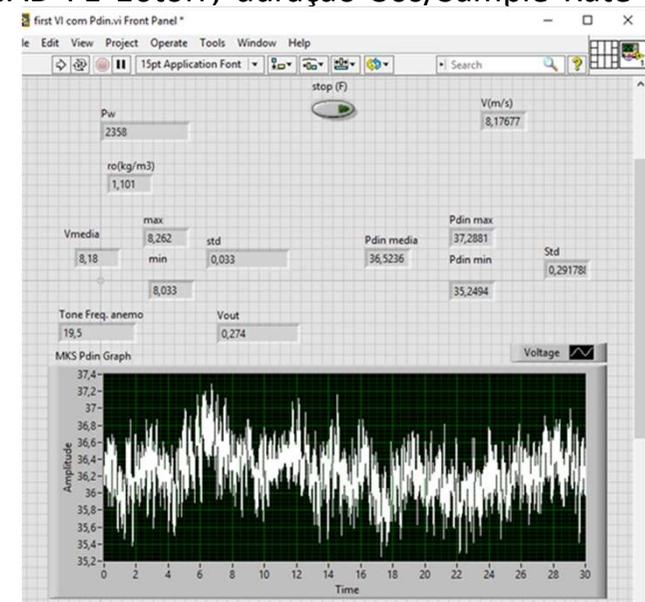


Figura nº4: Exemplo de sinal adquirido nas medições “1º) Com *honeycomb* e sem modificações (rev1)”.

ATIVIDADES EM ANDAMENTO

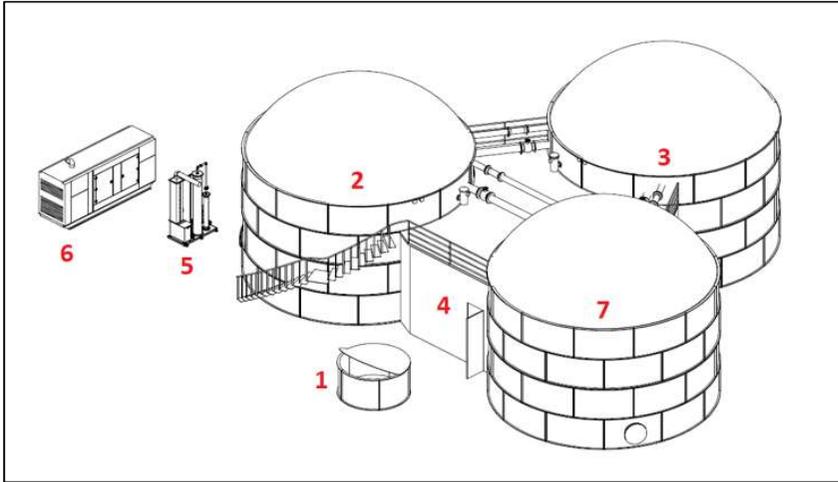
O que fazemos?

PROJETOS

O que fazemos? Projeto Enel

- Etapa 1 - Estudo dos impactos de geração distribuída (GD) em uma rede subterrânea
 - Etapa 2 - Usina de biogás
 - Etapa 3 - Modelagem e simulação
 - Etapa 4 - Estudos energéticos, regulatórios e econômicos
-

Enel-USP :: Implantação



▪ Usina Biogás – **em construção...**

- ✓ Usina Fotovoltáica OK
- ✓ Troca 9780 lâmpadas led OK
- ✓ Infraestrutura ETD



P&D

- Análise bioquímica combustíveis para Usina Biogás
- Infraestrutura de Medições ETD e alimentadores OK
- Monitoramento consumo e qualidade de energia
- Elaboração de mudanças regulatórias
 - Crédito de Capacidade
 - Serviços geração distribuída
 - Incentivos a distribuidoras







PROJETO CHAMADA ANEEL 001/2016
Eficiência Energética e Minigeração
em Instituições Públicas de Educação

Superior

USINA BIOGÁS IEEUSP

APOIO ENEL

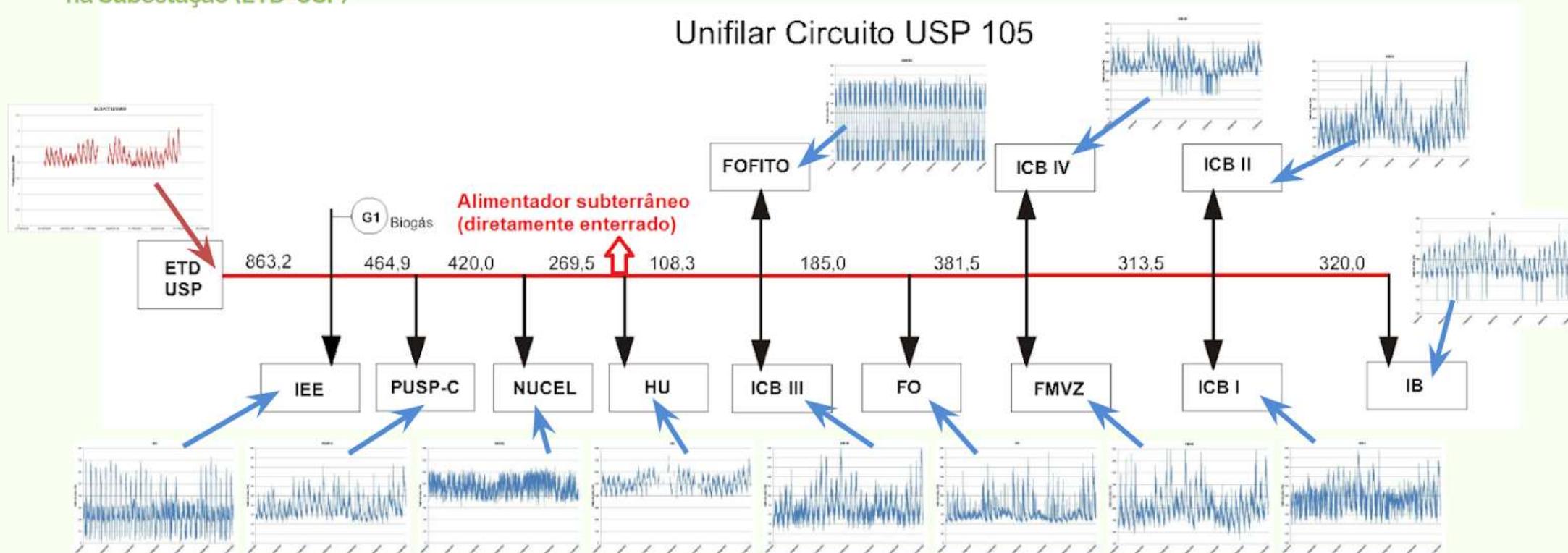
Projeto Aneel nº 00390-1086/2018

RESULTADOS

Etapa 1 – Medições

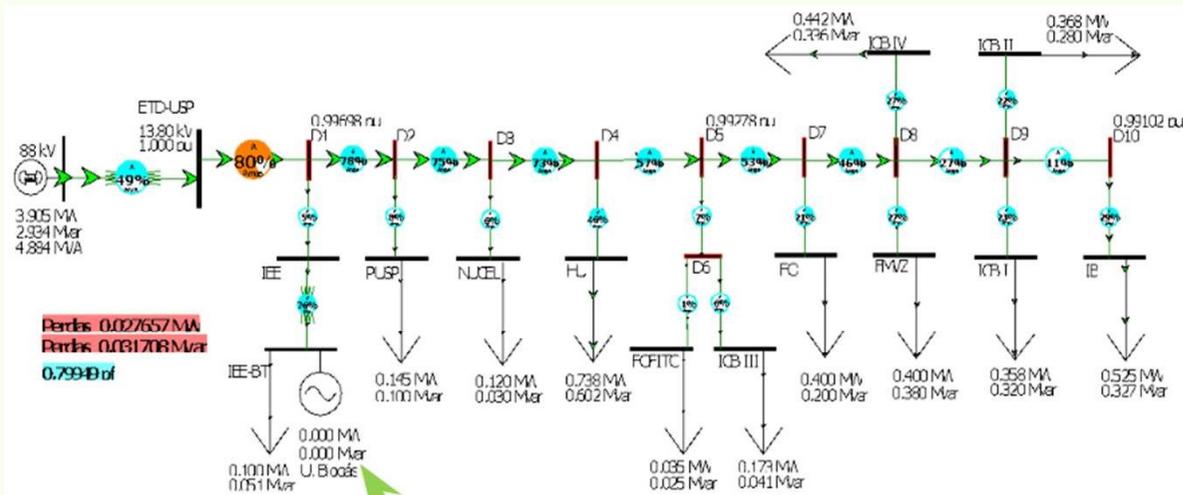
Medições das curvas de carga nas unidades consumidoras e na Subestação (ETD-USP)

EXEMPLOS

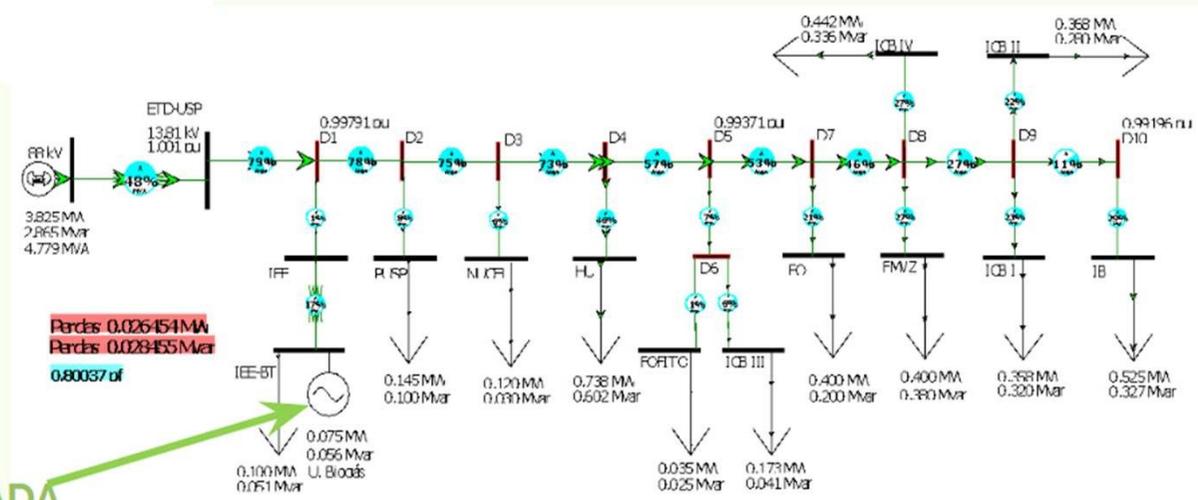


RESULTADOS

Etapa 3 - Simulações de fluxo de potência (preliminares)



GD Biogás DESLIGADA

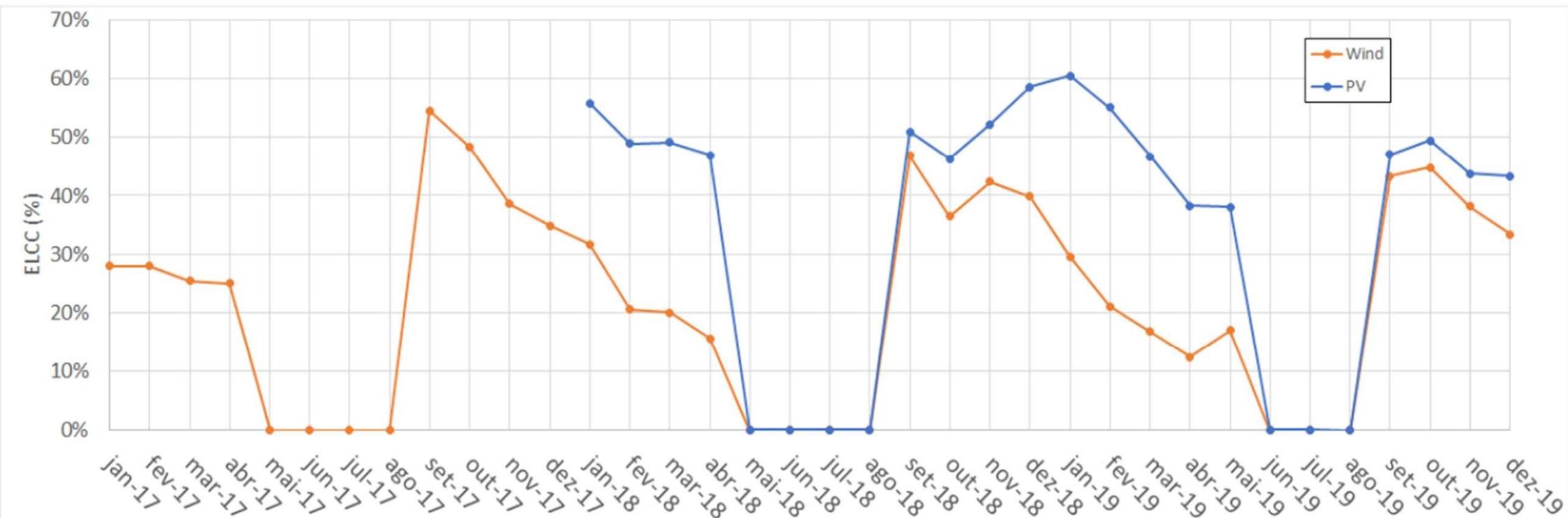


GD Biogás LIGADA

EXEMPLOS

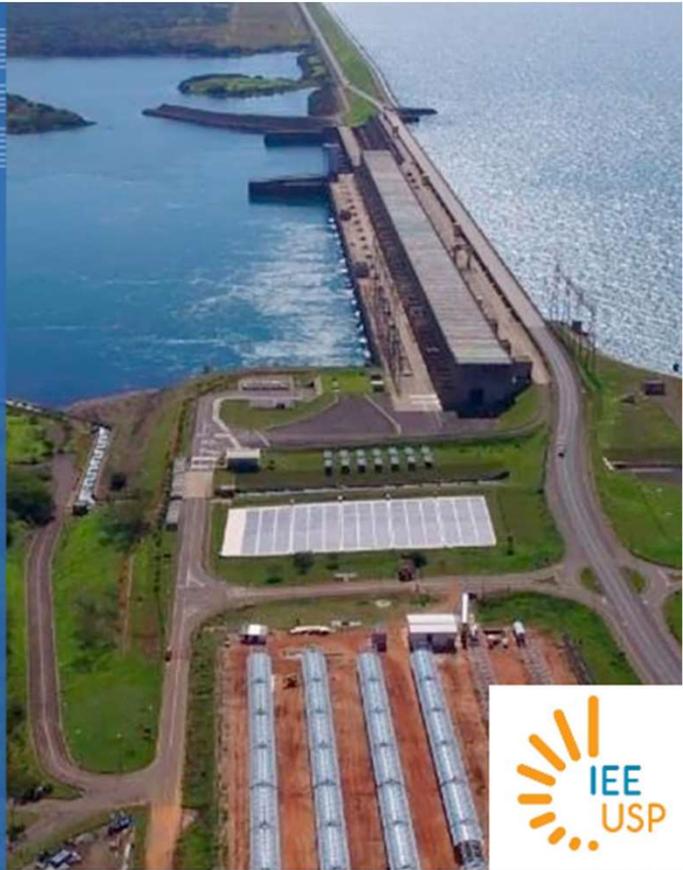
Resultados: Crédito de Capacidade

- ELCC mensal em porcentagem (crédito de capacidade) para as fontes eólica e fotovoltaica no SIN



O que já fizemos!

Projeto Cesp



CESP

**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”**

ANEEL
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA
P&D - Programa de Pesquisa
e Desenvolvimento

unesp
INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE

USP
CENTRO DE ANÁLISE
PLANEJAMENTO E
DESENVOLVIMENTO DE
SISTEMAS ENERGÉTICOS

ATS

**BA
MSE** ENERGIA
SUSTENTÁVEL

M.FAP





Resultados Cesp

- Analise da atual estrutura ativos UHE Porto Primavera
 - Simulações técnicas e econômicas H2 e Lítio cenários com e sem UHE, Eólica e Solar, preços atuais e preços curva aprendizado para 2050
 - Recomendações regulação para armazenamento com base experiencias internacionais e nacionais
-







OBRIGADO

CPLEN.IEE.USP.BR