



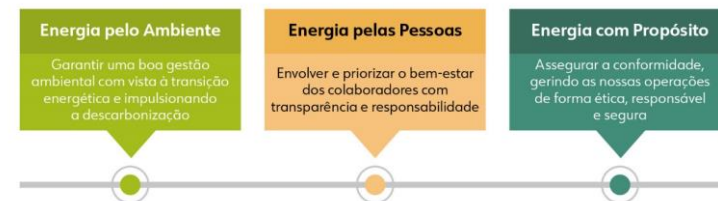
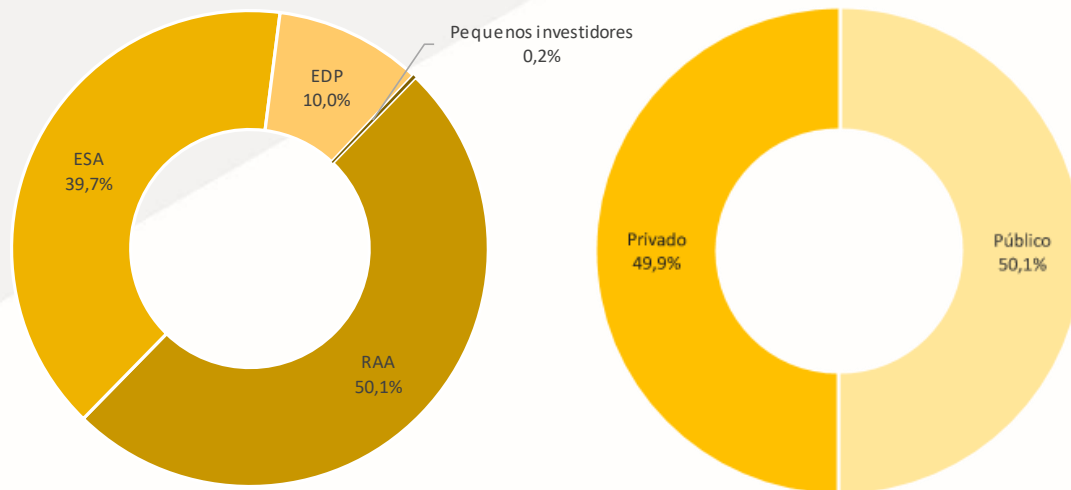
Sistemas Eléctricos Isolados dos Açores

Lições Aprendidas



O Arquipélago dos Açores é uma Região Autónoma e a definição da estratégia de desenvolvimento do setor elétrico é da responsabilidade do Governo Regional.

A EDA - Electricidade dos Açores, S.A. foi criada pelo Governo Regional em 1981, sucedendo à gestão municipal e multi-empresarial dos diversos sistemas elétricos.



A **EDA** desenvolve as atividades de produção, transporte, distribuição e comercialização de energia elétrica em todas as ilhas dos Açores (derrogação EU para micro redes isoladas), e é responsável pela compra de energia elétrica aos produtores privados de energia.

A **EDA** detém a concessão do transporte e distribuição de energia elétrica e a gestão técnica global do sistema elétrico em cada uma das ilhas, adjudicada até 2050.

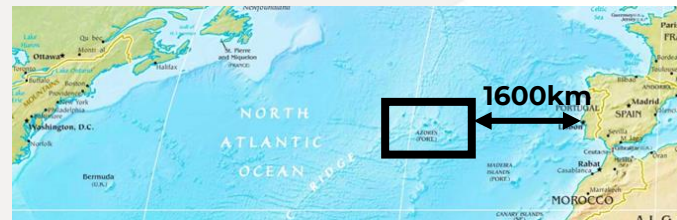


As atividades da EDA são também reguladas pela **ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos**, desde 2003. Um quadro regulamentar específico garante que os clientes das ilhas dos Açores e da Madeira tenham acesso à energia elétrica ao mesmo preço do continente português.

A **EDA** é a empresa-mãe de um grupo de empresas, uma das quais a **EDA RENOVÁVEIS**, que tem como objetivo produzir eletricidade a partir de recursos renováveis como o geotérmico, o Hídrico, o Eólico e o Solar.



2024



Flores

Ponta : 2 MW
Emissão : 12 GWh
Renovável : 46 %
Rede MT : 87 km

Corvo

Ponta : 0,3 MW
Emissão : 2 GWh
Renovável : 5 %
Rede MT : 4 km

Graciosa

Ponta : 3 MW
Emissão : 14 GWh
Renovável : 60 %
Rede MT : 66 km

Terceira

Ponta : 35 MW
Emissão : 202 GWh
Renovável : 21 %
Rede MT : 440 km

Faial

Ponta : 9 MW
Emissão : 50 GWh
Renovável : 11 %
Rede MT : 153 km

Pico

Ponta : 10 MW
Emissão : 51 GWh
Renovável : 9 %
Rede MT : 246 km

São Jorge

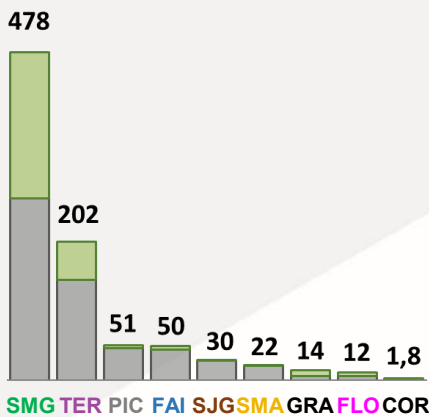
Ponta : 5 MW
Emissão : 30 GWh
Renovável : 3 %
Rede MT : 167 km

São Miguel

Ponta : 79 MW
Emissão : 478 GWh
Renovável : 45 %
Rede AT/MT : 847 km

Santa Maria

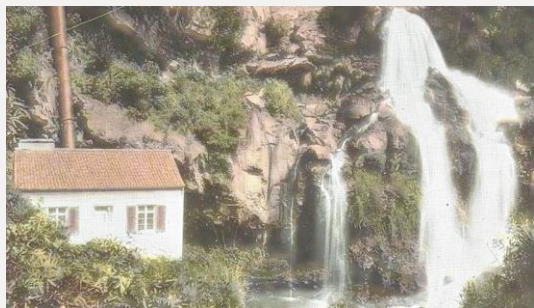
Ponta : 4 MW
Emissão : 22 GWh
Renovável : 8 %
Rede MT : 91 km



- ✓ Nove pequenos sistemas elétricos independentes;
- ✓ As interconexões elétricas não são viáveis;
- ✓ As centrais termoeletricas desempenham um papel fundamental na garantia do abastecimento (inércia, regulação e fonte primária energia).

Breve História da Produção Elétrica nos Açores

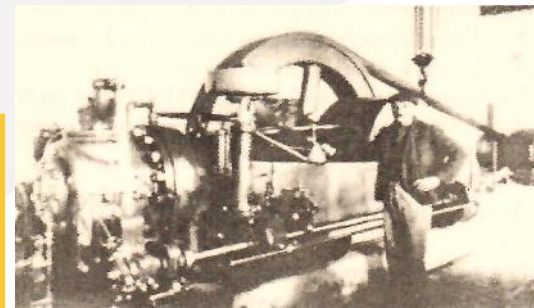
1ª
Central Hídrica
São Miguel
1899



1º
Sistema Storage
São Miguel
1906



1º
Diesel
Terceira
1908



1ª
Central Ondas
Pico
1999



1º
Parque Eólico
Santa Maria
1988



1ª
Geotérmica
São Miguel
1980

1º
Volante Inércia
Flores
2005



1º
Solar
Graciosa
2019



1º
BESS
Graciosa
2019

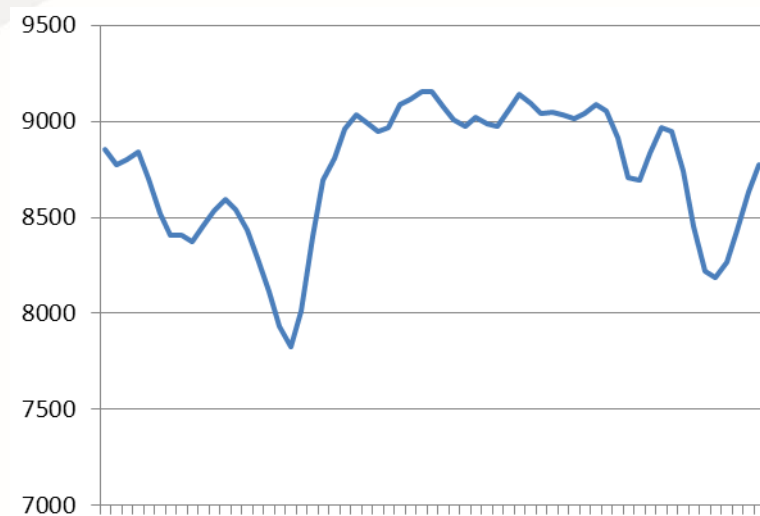


Torres Eólicas ENERCON E30

Ilhas de Santa Maria, Graciosa, São Jorge, Faial e Flores

Instaladas em diversas ilhas a partir do ano de 2002, originando novos desafios:

- Introdução da eletrónica de potência moderna em sistemas elétricos:
 - ✓ Maximizava a produção através de um controlo ótimo de potência;
 - ✓ Algum controlo de potência (curtailment);
 - ✓ Sem capacidade de resposta/insensibilização a curto-circuitos (sem fault-ride-through).
- Instabilidade devido a uma elevada penetração de energias renováveis intermitentes em redes elétricas isoladas de pequena dimensão (baixa inércia).
- Começámos a ter que usar o curtailment para não violar os mínimos técnicos de operação dos grupos geradores diesel (40% ou 50% carga).



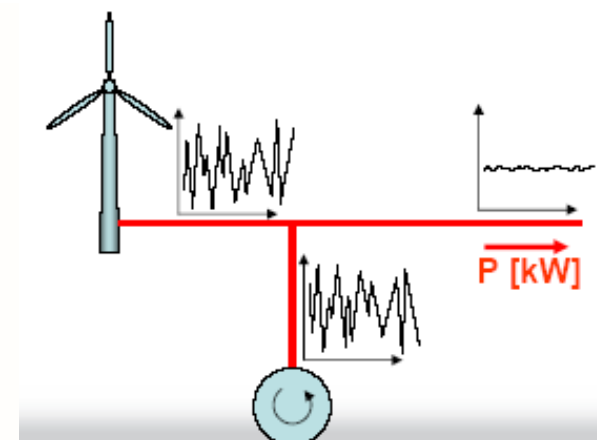
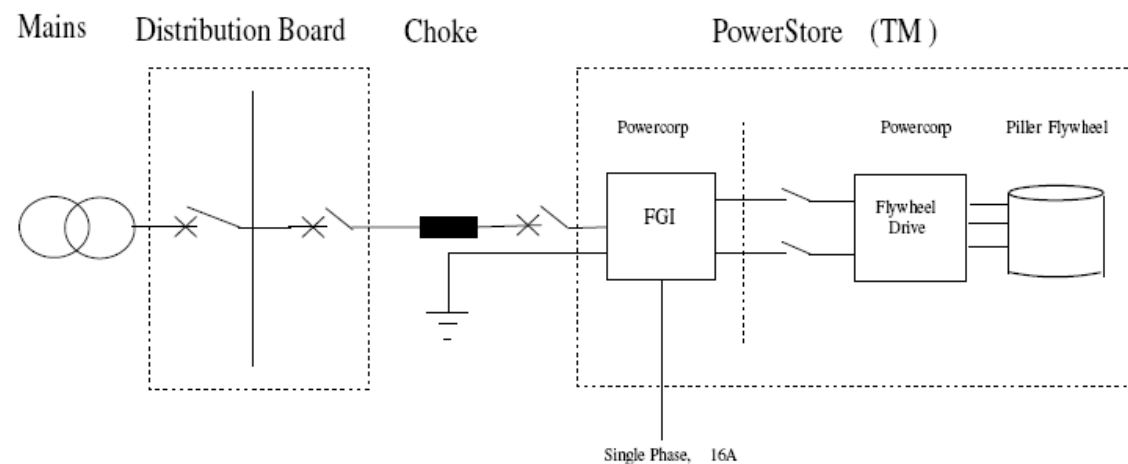
Serra do Cume - 20 fevereiro 2012
Em 10 segundos há uma variação de 1,2 MW

Volantes de Inércia

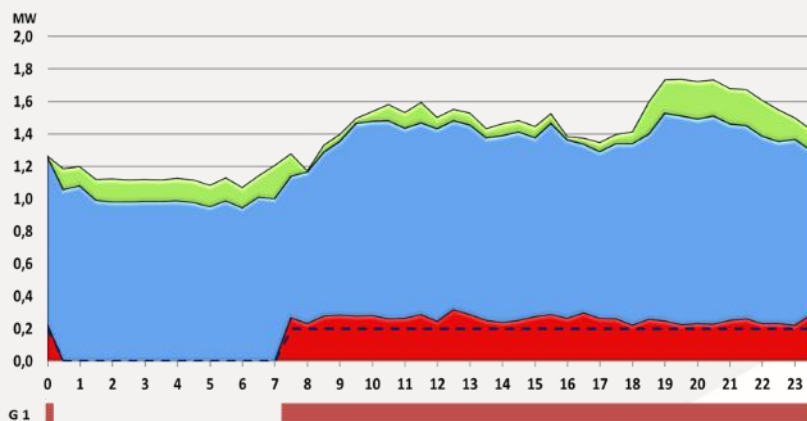
Ilhas da Graciosa e das Flores

Instalados em 2005 com o objetivo de estabilizar sistemas elétricos:

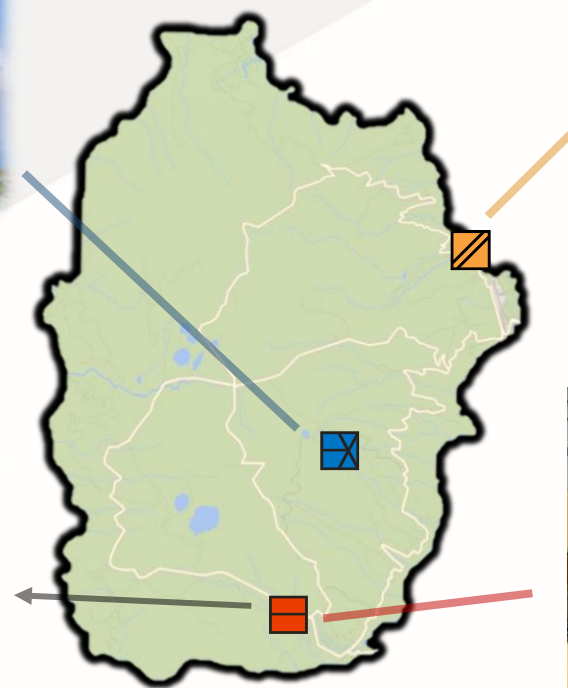
- O projeto foi financiado através de fundos comunitários (85%).
- O equipamento era capaz de consumir ou fornecer 250 kW por um período máximo de aproximadamente 40 segundos (16,5MJ – 8kWh).



Possibilitava o funcionamento em períodos de várias horas apenas com produção renovável.

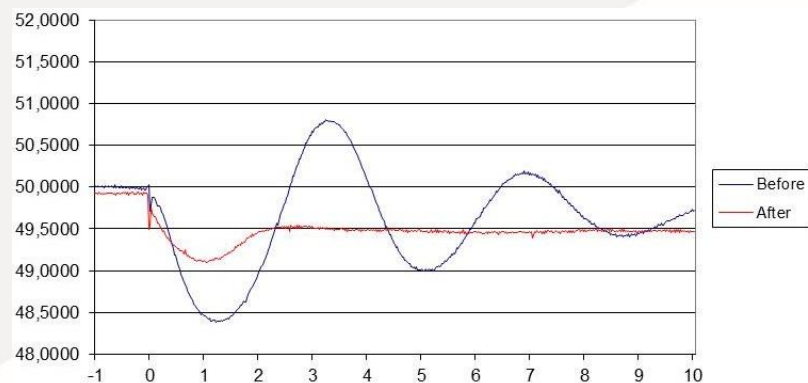
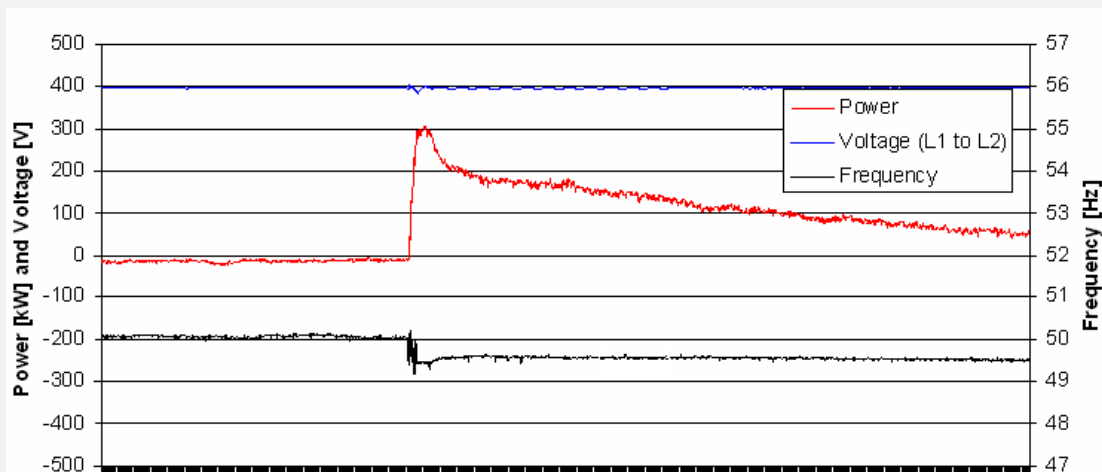


■ Diesel ■ Hidrica ■ Eólica



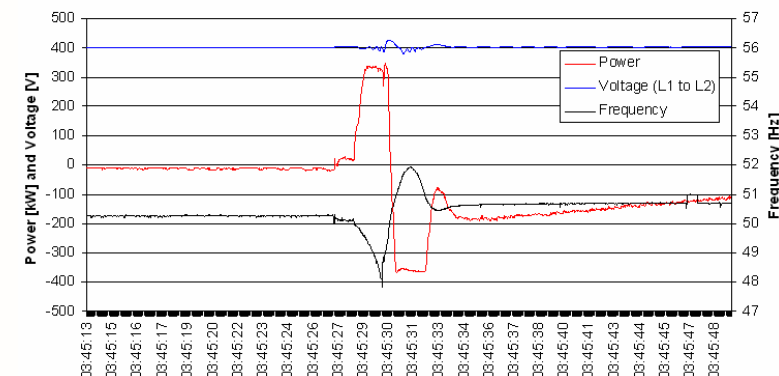
■ Central Termoelétrica
 ■ Parque Eólico
 ■ Central Hídrica (com reservatório e capacidade de armazenamento)

Disparo do Parque Eólico com 450 kW, causando uma queda de frequência de apenas 0,8Hz (no passado era de cerca de 2 Hz).



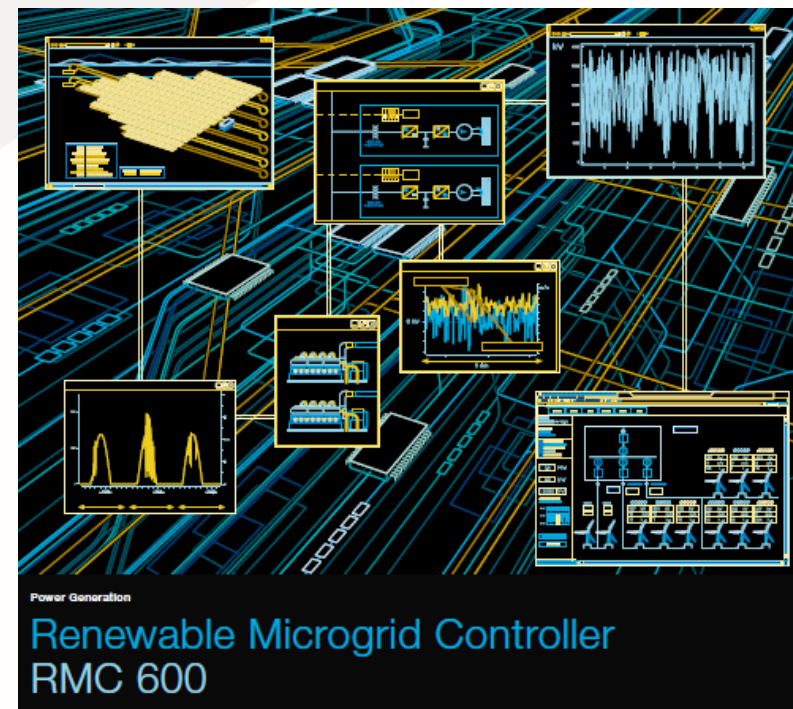
Fault-ride-true

PowerStore Response to Major Event



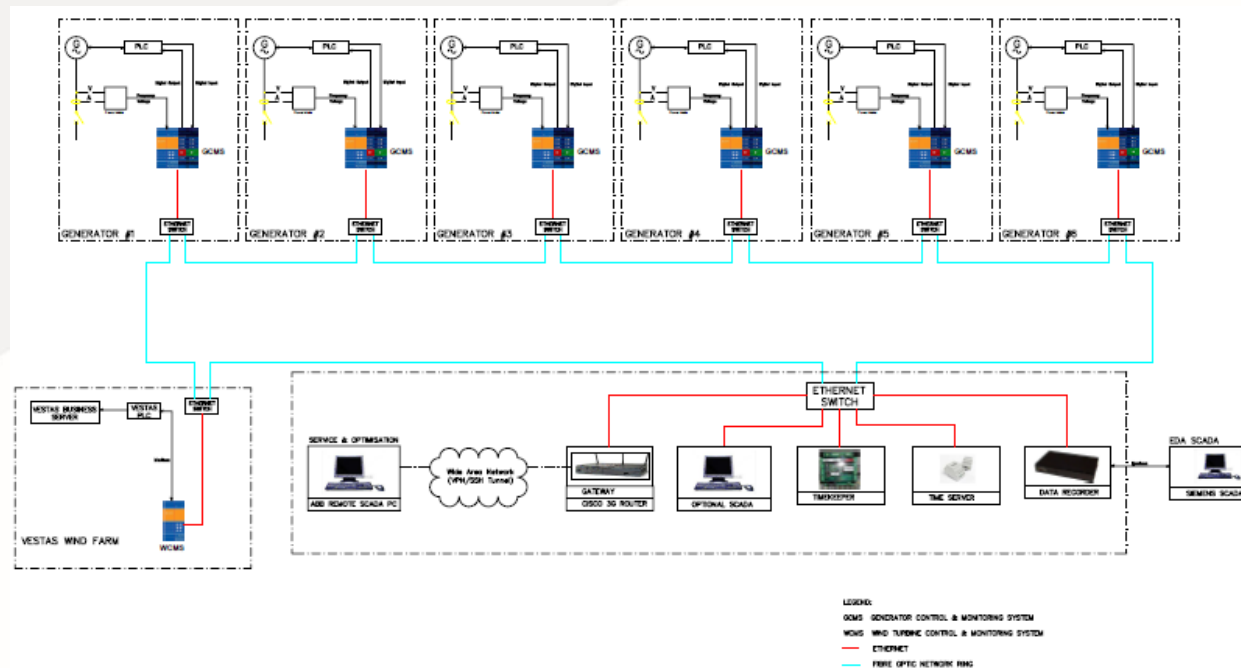
Instalado em 2012 com o objetivo de aumentar a penetração de energia eólica:

- Baseado num sistema Wind-Diesel (componente hídrica desprezável).
- Central Termoelétrica (17 MW Potência instalada):
 - ✓ 1 x 1,50 MW
 - ✓ 2 x 2,25 MW
 - ✓ 3 x 3,705 MW
- Parque Eólico de 4,3 MW:
 - ✓ 5 x V52 850 kW (Vestas)
 - ✓ Desafios ao nível do control de tensão
- Diagrama de cargas diário entre os 3,6 MW e os 9 MW.



Descrição da solução:

- Sistema de controle distribuído que define automaticamente os setpoints ótimos para a potência ativa e reativa nos motores diesel e aerogeradores (park control).
- Sugere aos operadores a configuração ideal das unidades diesel online para utilizar o potencial máximo do vento disponível (restrições de carga mínima e de reserva girante), evitando decisões aleatórias dos operadores (fator humano).
- Permitiu que a EDA evoluísse em todas as ilhas soluções similares mais simples (100 ms vs 15 min.).

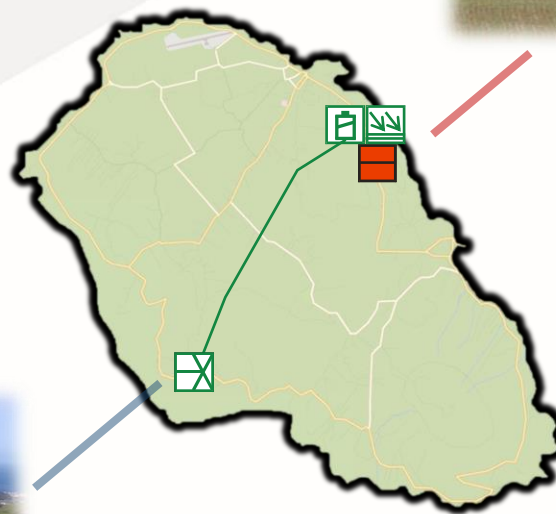
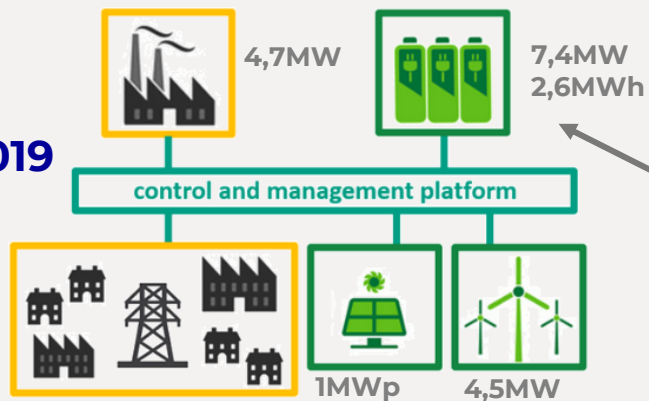


Projeto Inovador BESS + WIND + PV

Ilha da Graciosa

Projeto decorreu entre 2006 e 2019

- Objetivo de 65 % Renováveis
- Recorreu-se a um inovador sistema de gestão de energia e a um sistema de armazenamento de energia por baterias.



-  Central Diesel
-  Central de Baterias
-  Parque Eólico
-  Parque Fotovoltaico



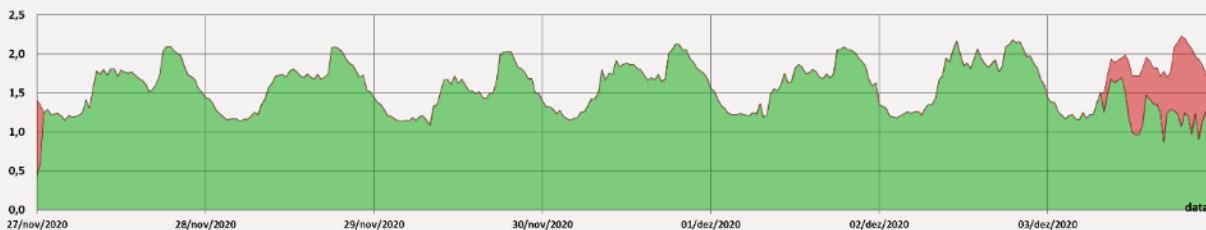
Projeto Inovador BESS + WIND + PV

Ilha da Graciosa

Diagrama de Cargas

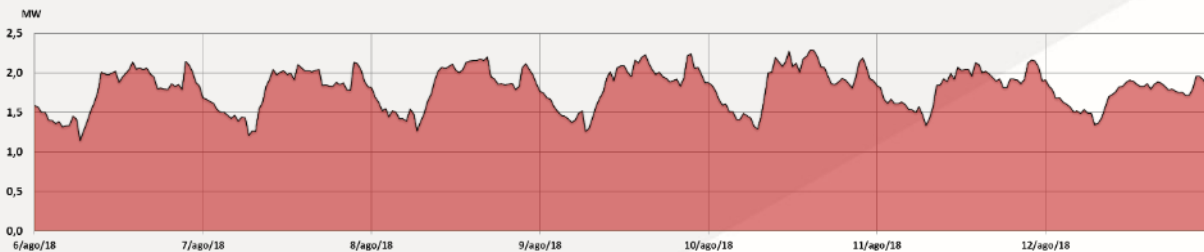
■ Fossil ■ Renováveis

2020 (Semana novembro/dezembro)

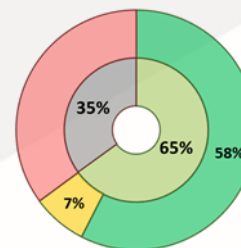
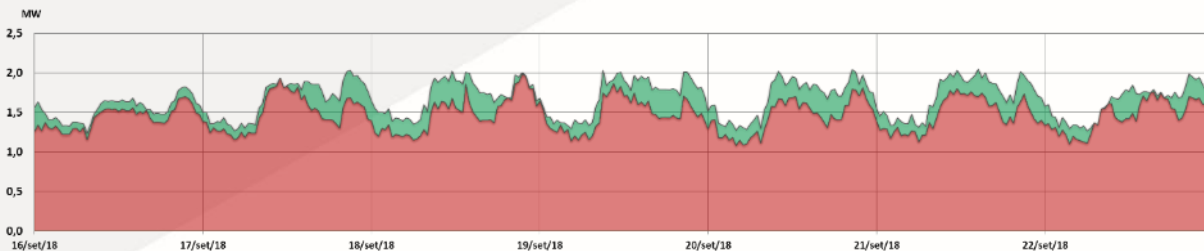


Mais de 6 dias com produção de eletricidade apenas a partir de fontes renováveis intermitentes.

Semana típica de agosto



Semana típica de setembro



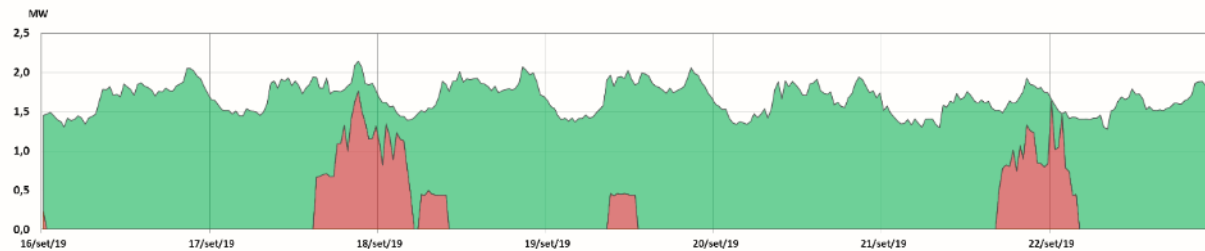
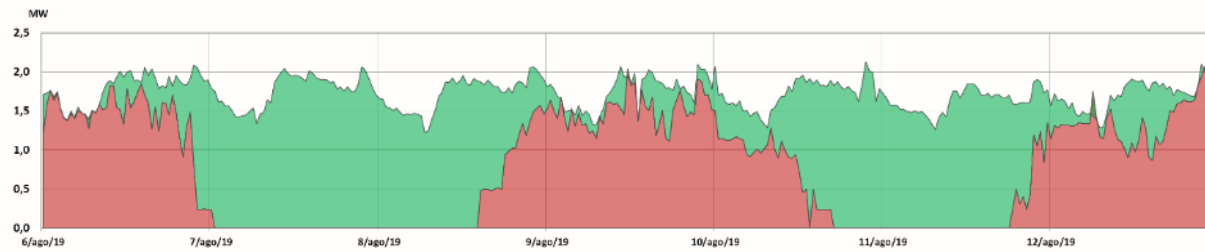
Armazenamento

2,6MWh

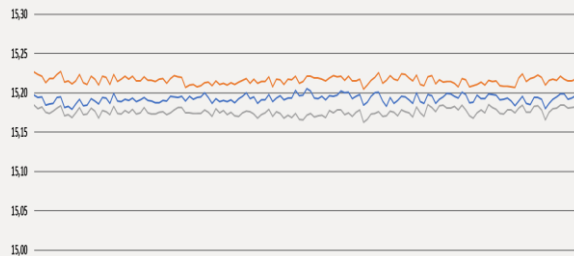
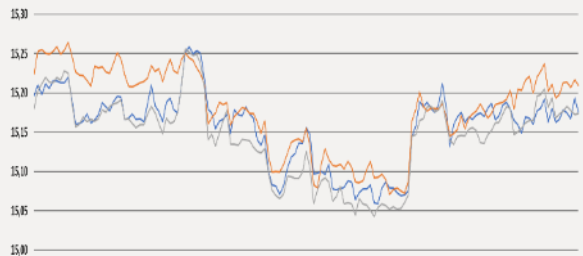


x 105

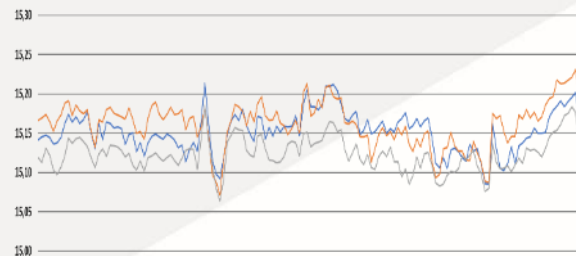
273MWh



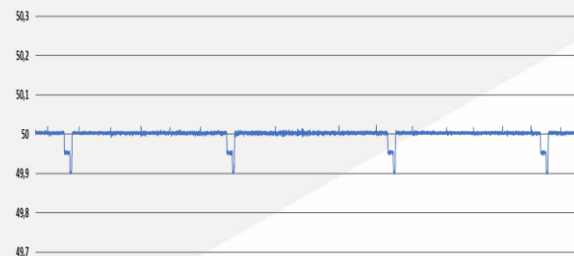
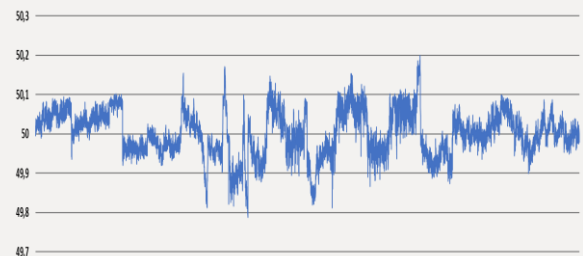
Tensão [kV]



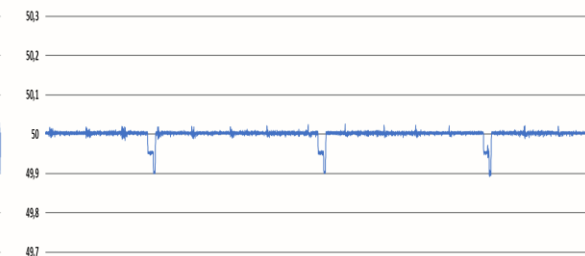
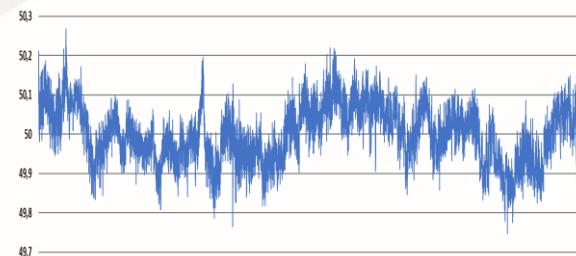
Tensão [kV]



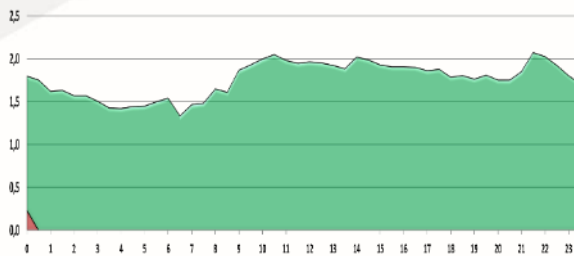
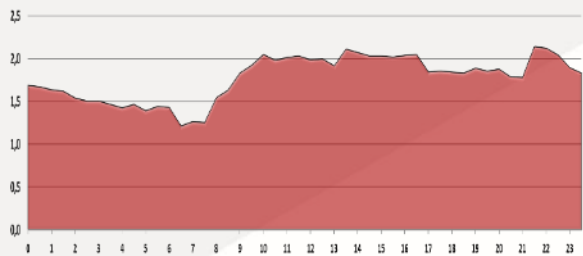
FREQUÊNCIA [Hz]



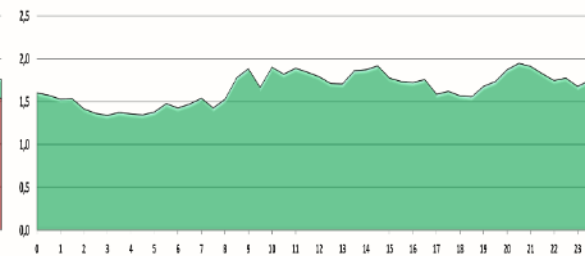
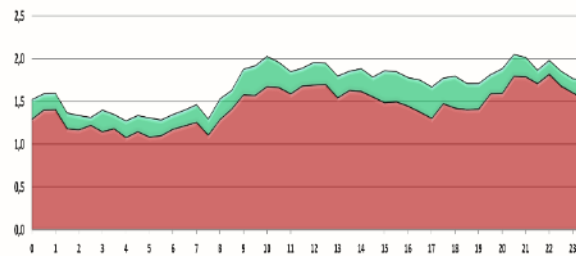
FREQUÊNCIA [Hz]



Geração Elétrica[MW]



Geração Elétrica [MW]



G1



G1

Fóssil

Renováveis

Principais objetivos dos sistemas tipo BESS:

- ✓ Potenciar o aproveitamento de recursos renováveis compensando a sua natureza intermitente (regulação);
- ✓ Permitir a integração direta de uma maior parcela de produção renovável através da redução do número de grupos geradores térmicos necessário manter em serviço para garantir a segurança de abastecimento (reserva girante);
- ✓ Melhorar a qualidade de serviço técnica, sobretudo a continuidade de serviço através do aumento da resiliência do sistema eletroprodutor.



Instalação BESS
da ilha Terceira



Ensaio em fábrica no Vietnam
Ensaio laboratorial no LABELEC



Instalação BESS
de São Miguel



- Software de otimização de geração cujo objetivo é maximizar a penetração de renováveis

- Previsões meteorológicas

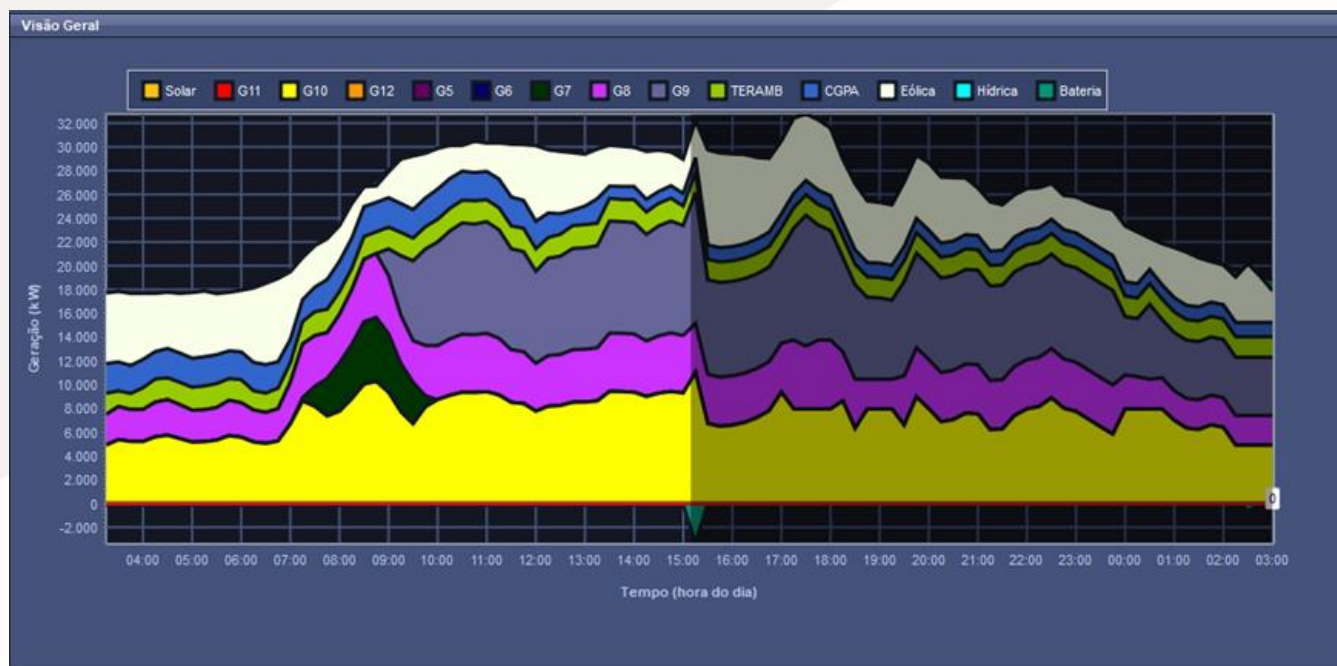
- Previsões de carga

- Previsões de geração

- Restrições técnicas operacionais

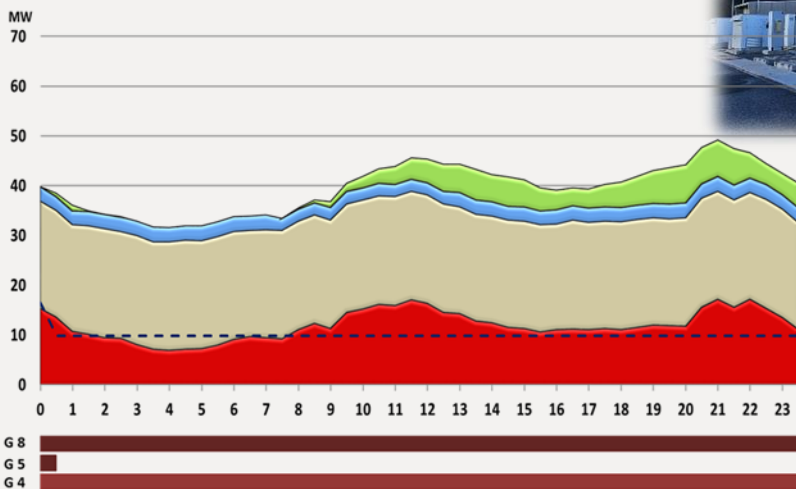


Plano operacional dos recursos para as 24h seguintes

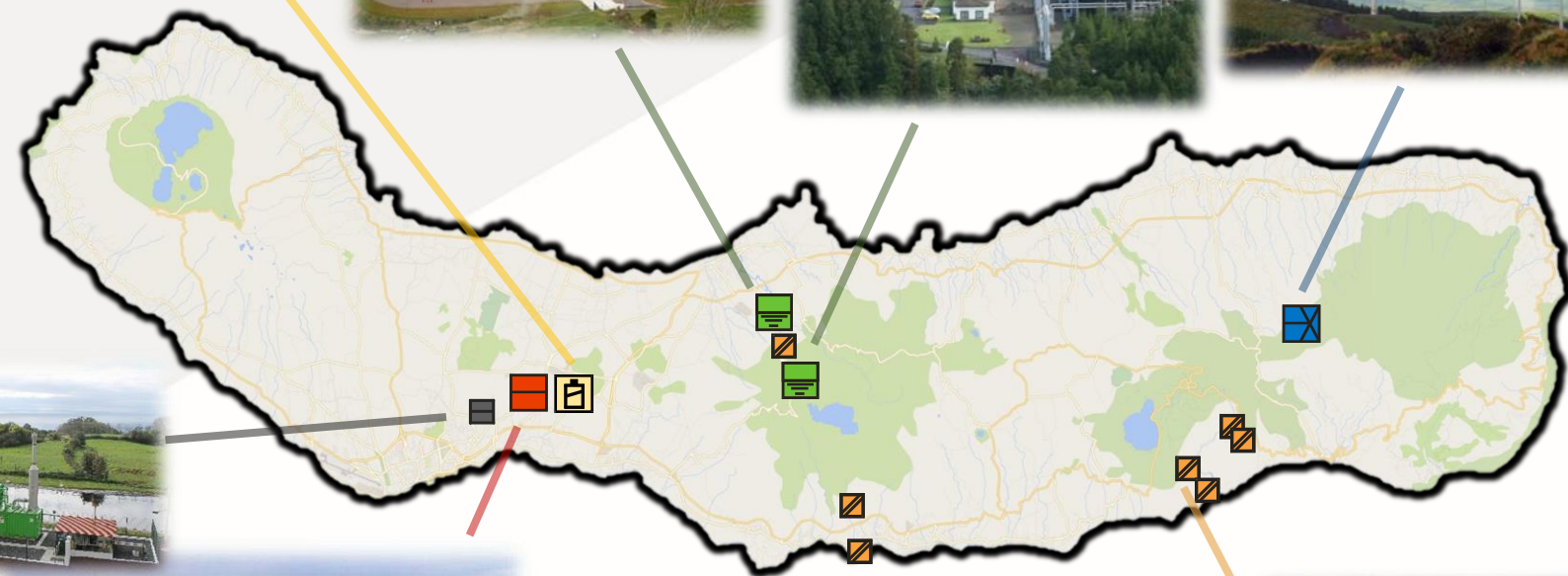


Sistemas BESS

Ilha de São Miguel



■ Fóssil
 ■ Geotérmica
 ■ Hídrica
 ■ Eólica

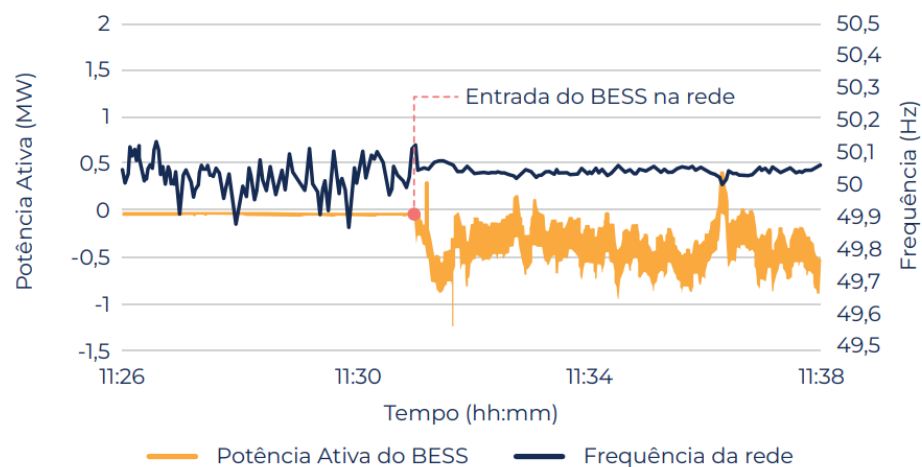
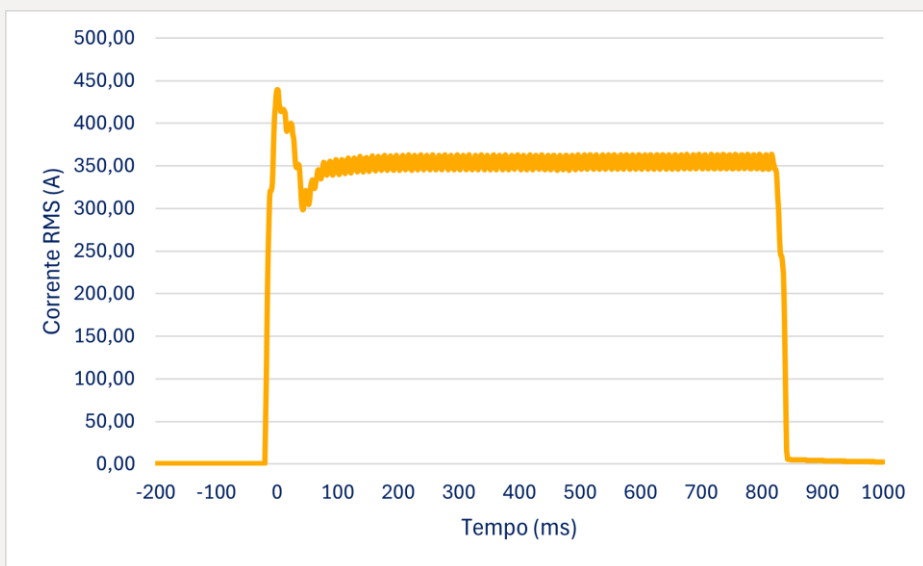


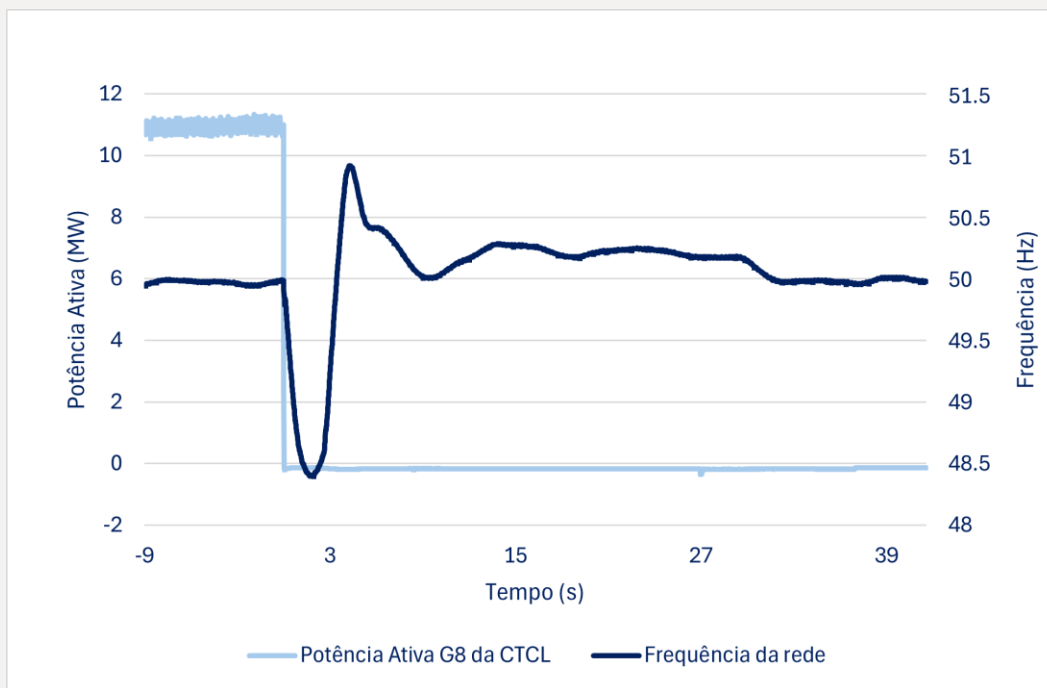
- Central Diesel (HFO)
- Central Geotérmica
- Parque Eólico
- Central de Baterias
- Central Hídrica (fio de água)
- Central Biogás

Capacidade de injeção de corrente de CC de duas vezes a corrente nominal no ponto de interligação, contribuindo durante um defeito na rede.

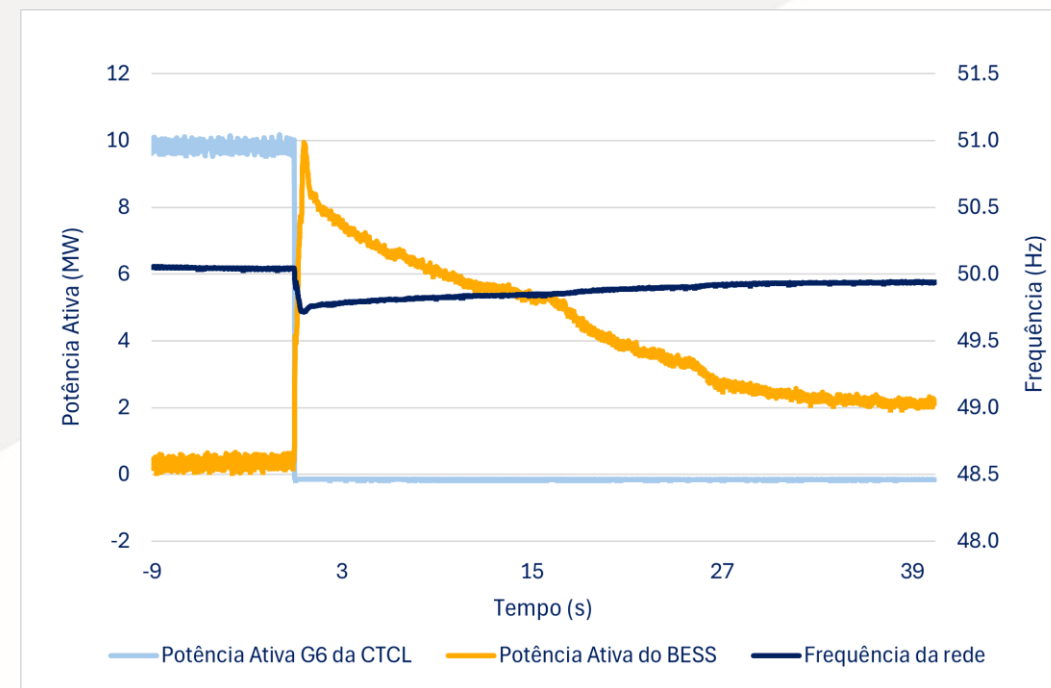
Curto-Circuito:

- Apenas 6 CORES disponíveis: 18,75MVA -> $I=176\text{ A}$ -> $2I=350\text{ A}$
- Com 8 CORES -> $2I=470\text{ A}$

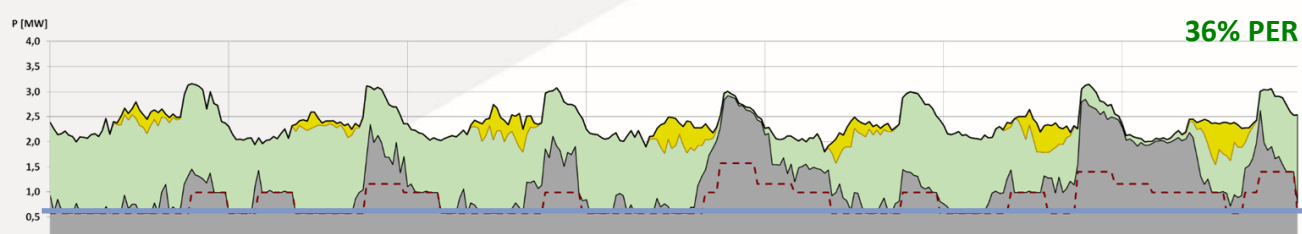
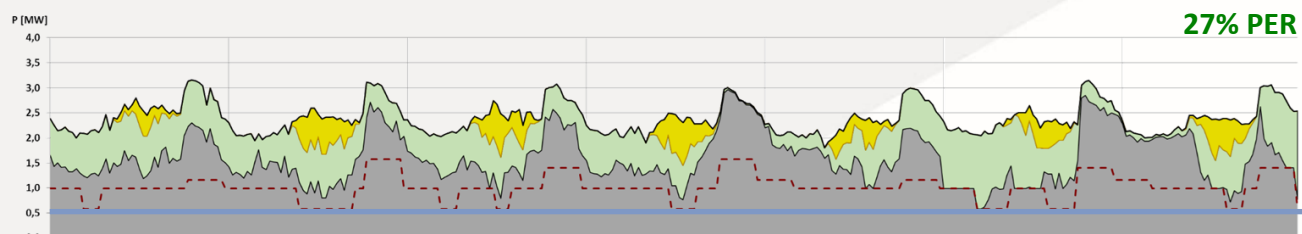
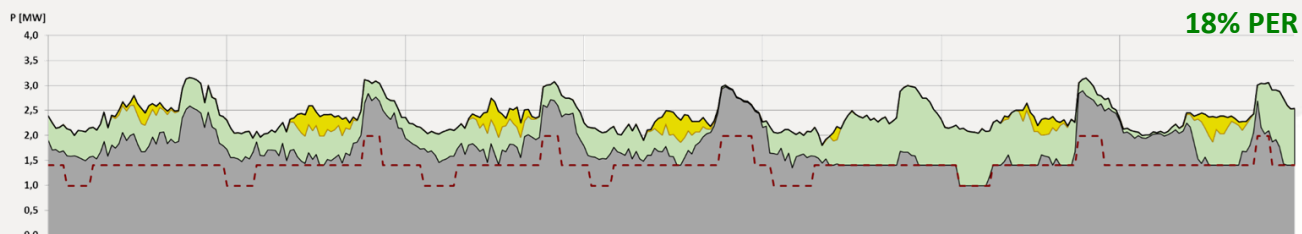
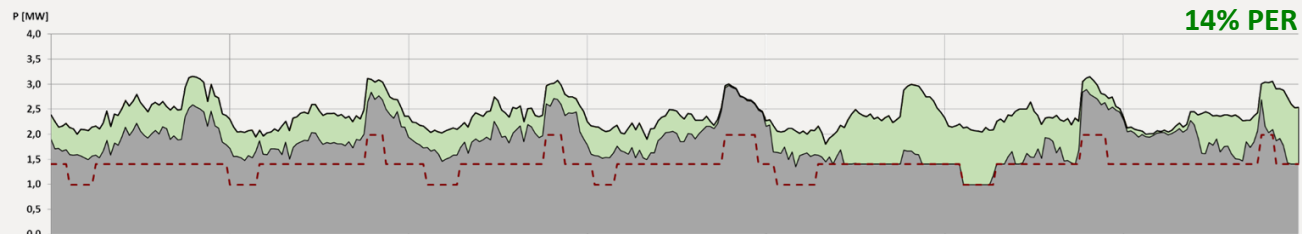




- ✓ Perda de geração sem o BESS $\approx$ 11MW
- ✓ Frequência $\approx$ 48,5Hz
- ✓ Deslastre de 5 linhas



- ✓ Perda de geração com BESS $\approx$ 10MW
- ✓ Frequência $\approx$ 49,6Hz
- ✓ Deslastre de 0 linhas



■ Eólica ■ Fotovoltaica ■ Térmica



1,5



1,5

0,6



1,8

1,0



3MW/1,5MWh



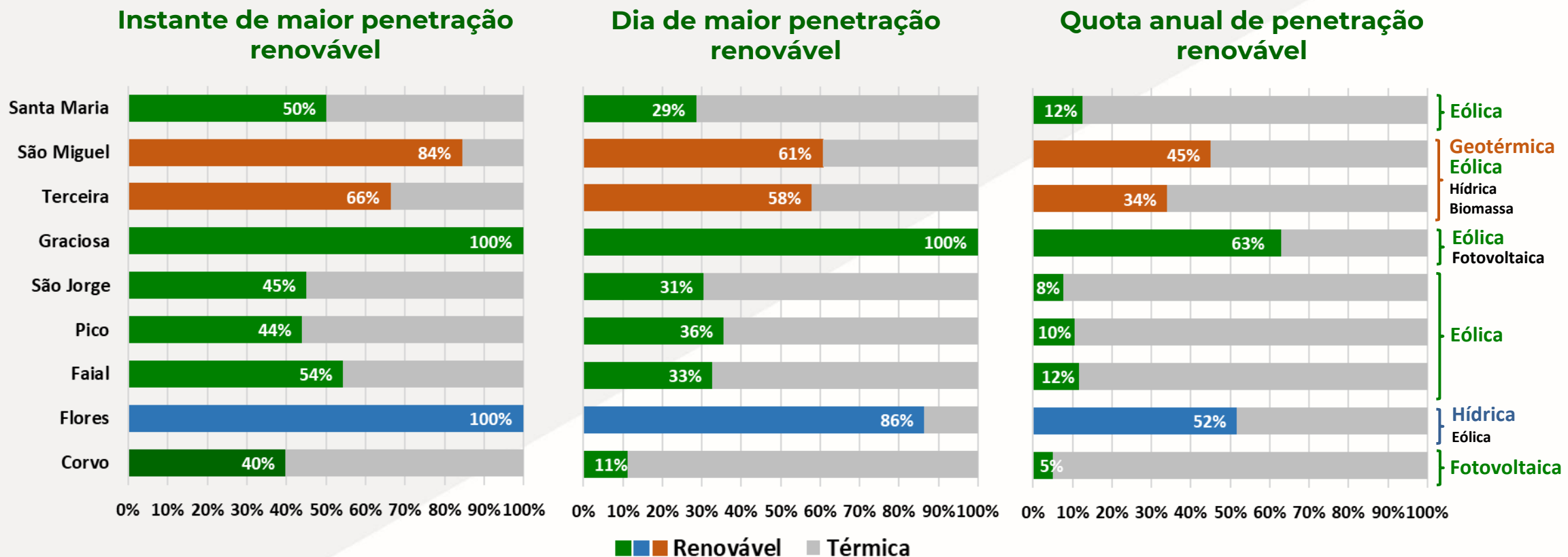
2,7

1,0



3MW/1,5MWh





Serviços de sistema (estabilidade)
Segurança operacional

Complementaridade
Armazenamento
Flexibilidade
“Inteligência”

Disponibilidade das fontes de energia
primárias (recursos naturais)
secundárias (H2, metanol, etc.)

OBJETIVO

Objetivos



- ✓ **Garantir a segurança de abastecimento e a qualidade de serviço** dos sistemas elétricos das diversas ilhas.
- ✓ **Potenciar os recursos de origem renovável/endógena** e, consequentemente, a redução de emissões de CO2 (descarbonização do setor).
- ✓ **Aumentar a autonomia energética da RAA**, através da redução da dependência dos combustíveis fósseis.

Desafios



- ✓ Operar **nove sistemas elétricos isolados** de pequena dimensão, sem interligações que permitam aumentar a sua robustez e importar/exportar energia renovável.
- ✓ **Satisfazer o aumento do consumo**, ao mesmo tempo que se reduz a dependência de combustíveis fósseis.
- ✓ **Garantir a segurança de abastecimento**, ao mesmo tempo que se integra uma maior quota de energia renovável variável.
- ✓ **Aumentar a qualidade de serviço técnica**, ao mesmo tempo que se aumenta o aproveitamento de recursos intermitentes.

Próximos passos



- ✓ Diversificação das fontes de energia
- ✓ Criar condições para a **produção dispersa**
- ✓ Promover a **gestão dos consumos**
- ✓ Melhorar os **sistemas de gestão e controlo**
- ✓ Promover o **armazenamento** de energia
- ✓ Converter os excedentes de produção renovável noutros **vetores energéticos**
- ✓ Substituir os combustíveis fósseis por **combustíveis alternativos** (verdes)

Condições necessárias



- ✓ **Evolução tecnológica**
 - Surgimento de fontes de energia alternativas
 - Aumento da eficiência energética
 - Reforço da segurança e robustez dos sistemas
 - Evolução dos sistemas de gestão e controlo
 - ...
- ✓ **Legislação e regulamentação adequada**
- ✓ **Condições de mercado favoráveis**
- ✓ **Apoio financeiro, principalmente fundos comunitários**



Obrigado
pela atenção