

# Análise e Projeção da carga

# Agenda

1. Contextualização
2. Considerações para o estudo
3. Modelos
  - ✓ Anuais
4. Projeções

# Agenda

1. Contextualização
2. Considerações para o estudo
3. Modelos
  - ✓ Anuais
4. Projeções

# Contextualização

1. Nota Técnica ONS - 148/2016; CCEE - 0023/2016 e EPE – 035/2016, Avaliação e Compatibilização das Informações de Geração, Carga e Consumo de Energia Elétrica no SIN, marca início de trabalho conjunto sendo ampliado, incluindo a projeção da carga, no procedimento de rede e no acordo operativo CCEE/ONS.

2. Participação da CCEE no Planejamento Anual da Operação Energética e Revisões Quadrimestrais

3. Dependência crescente do Preço de Liquidação das Diferenças das Previsões de Carga

- ✓ Baixa Hidraulicidade
- ✓ Participação crescente de usinas renováveis intermitentes

4. Previsão da Carga Determinante para o Preço Horário de Liquidação das Diferenças

5. Início dos Estudos de Avaliação do Comportamento da Carga e Projeção pela CCEE

em Maio de 2017

# Agenda

1. Contextualização
2. Considerações para o estudo
3. Modelos
  - ✓ Anuais
4. Projeções

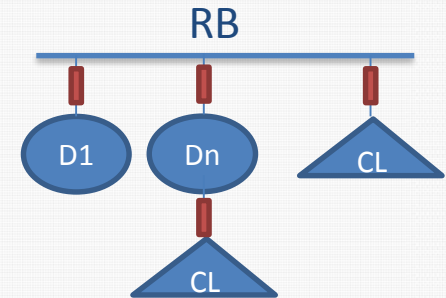
# Considerações para o Estudo

1. A Série de Dados de Consumo no Ponto de Conexão da CCEE.
2. 229 Séries de Variáveis Econômicas.
3. Softwares Avaliados

○ Forecast 

○ Forecast Regressão Dinâmica  + 

○ Plataforma desenvolvida pela Engenho- Espaço de Hilbert



# Considerações para o Estudo

## Forecast Pro for Windows (FPW)

- ✓ É um software para **análise e previsão de séries temporais**.
- ✓ Funciona sob diversas versões do Windows, é conhecido no mercado, é de fácil utilização e exige poucos recursos de hardware. Identificação automática de modelos.
- ✓ Aqui, utilizamos os modelos clássicos de projeção e de Regressão Dinâmica, o qual permite a inclusão de variáveis exógenas nos modelos (economia e clima).

## Plataforma Engenho

- ✓ Utiliza **análise funcional evolutiva e Espaços de Hilbert**, objetivo explicar a variável dependente (no caso, a carga) pela decomposição de variáveis independentes relacionadas ao consumo (variáveis macroeconômicas, temperatura, sazonalidade, tendência, e outros).
- ✓ Novo padrão de consumo a sociedade após o racionamento (dados passados de consumo não mais explicavam totalmente o presente).
- ✓ A previsão é realizada a partir da **projeção das variáveis explicativas** e de seu impacto na variável explicada.



**ccee**

Câmara de Comercialização  
de Energia Elétrica

# Considerações para o Estudo

## 4. Modelos Anuais

- Dados observados no período de 2009 até 2016
- Back teste da projeção 2017

## 5. Modelos Mensais

- Anual sazonalizado

Em teste

- Dados observados no período de jan/09 até out/17
- Back teste da projeção nov e dez de 2017
- Análise de Variáveis Regionalizadas, Temperatura, CDD e HDD

## 6. Modelos Diários/Horários

- Em Desenvolvimento



# Agenda

1. Contextualização
2. Considerações para o estudo
3. Modelos
  - ✓ Anuais
4. Projeções

# Modelos Anual

		FORECAST	REGRESSÃO DINÂMICA	ESPAÇO DE HILBERT
Erros de aproximação	SE/CO	2,38%	0,30%	-
	S	2,33%	0,72%	-
	NE	2,62%	0,92%	-
	N	4,45%	2,32%	-
Erro de Previsão	SE/CO	0,09%	0,35%	0,10%
	S	0,29%	1,97%	0,75%
	NE	2,73%	3,39%	0,92%
	N	3,65%	4,14%	0,67%
Não explicado	SE/CO	-	-	0,43%
	S	-	-	0,48%
	NE	-	-	0,08%
	N	-	-	0,56%

## Forecast

- SE/CO: Suavização Exponencial Holt-Winters
- Sul/NE/N: Suavização Exponencial Simples

## Variáveis Explicativas Regressão Dinâmica

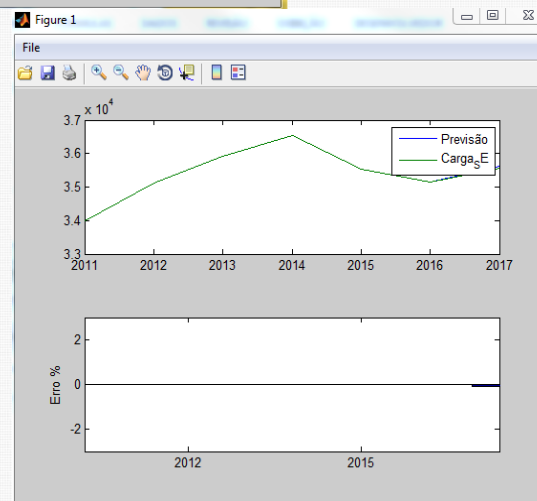
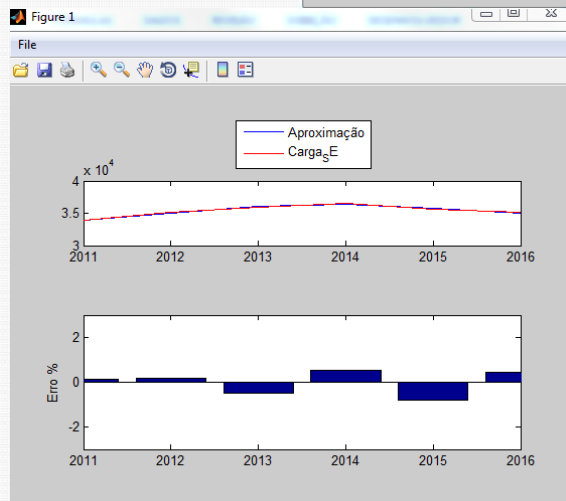
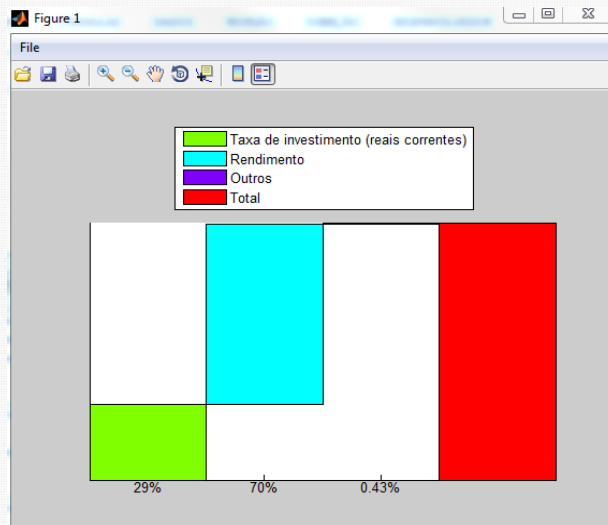
- SE/CO: PIB Serviços (var. anual % - Mediana), Carga\_Sudeste [-1], Carga\_Sudeste [-2]
- Sul: PIB per capita [(R\$ bi)/(milhões de hab.)] e População (milhões)
- NE: PIB per capita [(R\$ bi)/(milhões de hab.)] e População (milhões)
- N: Bal. Comercial (US\$ bi) e População (milhões de hab.)

## Variáveis Explicativas Espaços de Hilbert

- SE/CO: Taxa de investimento - FBCF/PIB (R\$ correntes) e Rendimento médio real de todos os trabalhos efetivamente recebido
- Sul: PIB per capita [(R\$ bi)/(milhões de hab.)] e Importações (US\$ bi)
- NE: População (milhões de hab.) e Saldo das operações de crédito do Sistema Financeiro Nacional - Nordeste Total - R\$ (milhões)
- N: População (milhões de hab.) e Bal. Comercial (US\$ bi)

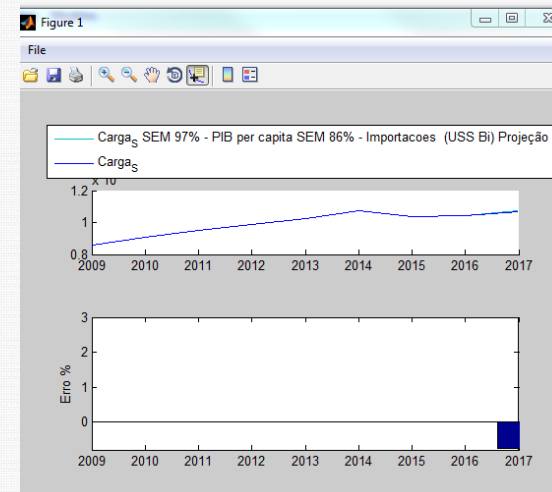
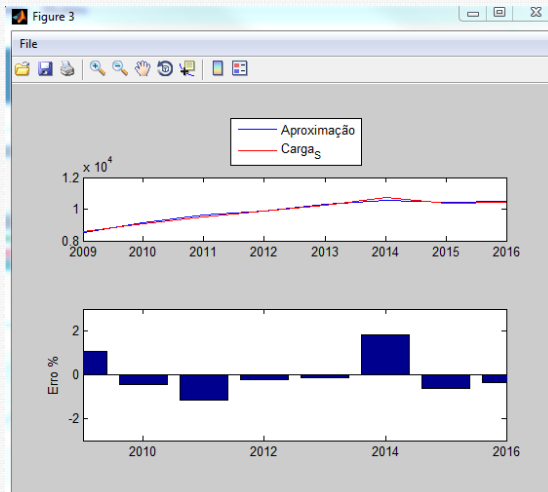
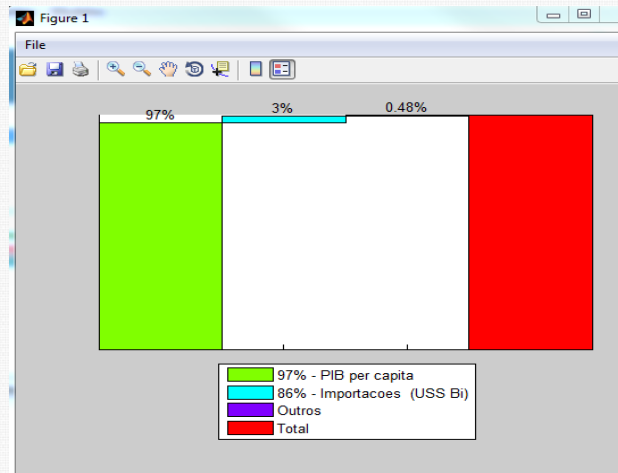
# Variáveis Explicativas – Submercado Sudeste

Taxa de investimento - FBCF/PIB (R\$ correntes) e Rendimento médio real de todos os trabalhos, efetivamente recebido



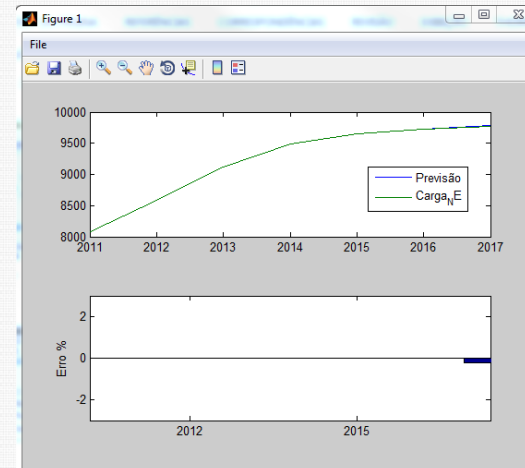
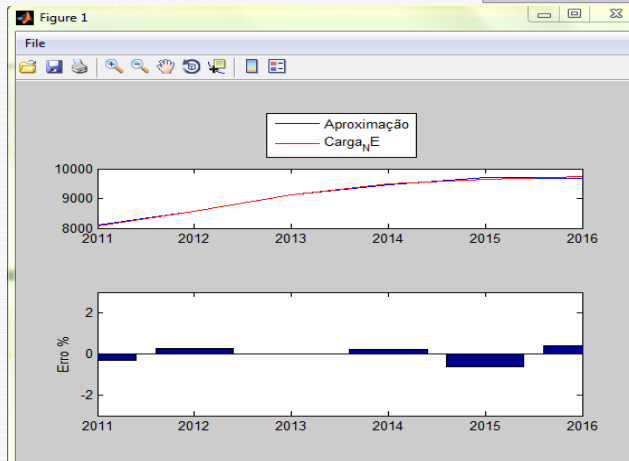
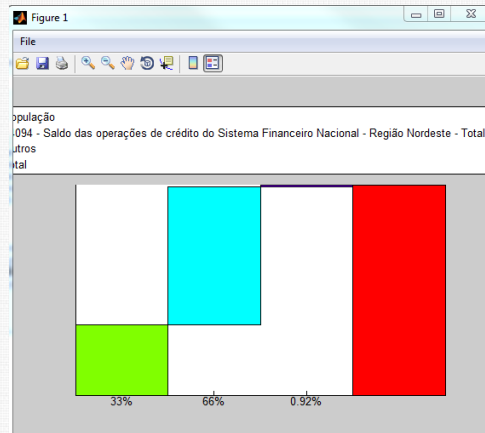
# Variáveis Explicativas – Submercado Sul

PIB per capita [(R\$ bi)/(milhões de hab.)] e Importações (US\$ bi)



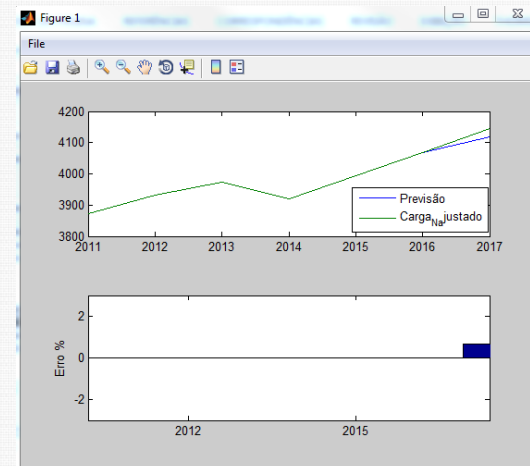
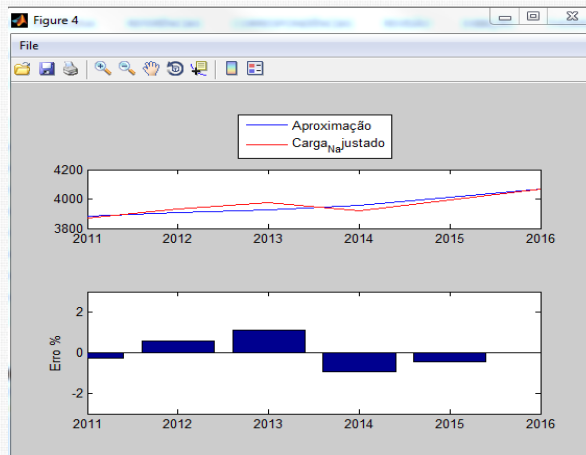
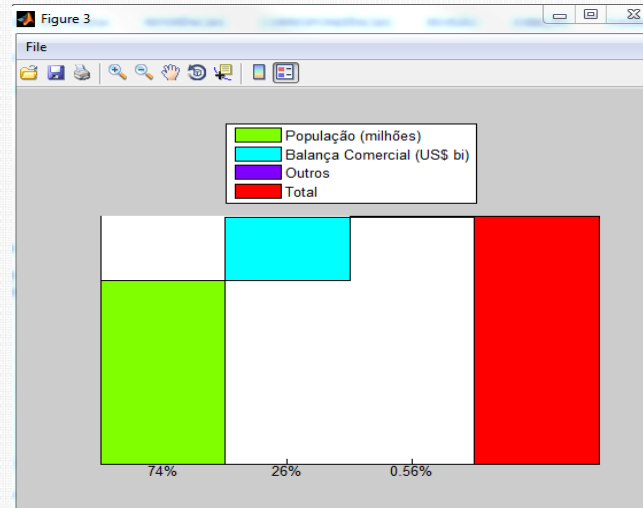
# Variáveis Explicativas – Submercado Nordeste

População (milhões de hab.) e Saldo das operações de crédito do Sistema Financeiro Nacional - Nordeste Total - R\$ (milhões)



# Variáveis Explicativas – Submercado Norte

População (milhões de hab.) e Balança Comercial (US\$ bi)



# Agenda

1. Contextualização
2. Considerações para o estudo
3. Modelos
  - ✓ Anuais
4. Projeções



# Projeção da Carga Anual

## Projeção das Variáveis Explicativas

- ✓ Rendimento médio real de todos os trabalhos, habitualmente recebido por mês (R\$)
- ✓ Taxa de investimento - FBCF/PIB (R\$ correntes)
- ✓ Importações (US\$ bi)
- ✓ PIB per capita [(R\$ bi)/(milhões de hab.)]
- ✓ Balança Comercial (US\$ bi)
- ✓ Saldo das operações de crédito do Sistema Financeiro Nacional - Região Nordeste - Pessoas físicas - R\$ (milhões)
- ✓ População (milhões de hab.)



ccee

Câmara de Comercialização  
de Energia Elétrica



# Projeção da Carga Mensal

## Projeção das Variáveis Explicativas

- ✓ Rendimento médio real de todos os trabalhos, habitualmente recebido por mês (R\$)
- ✓ Nível de Utilização da Indústria (NUCI)
- ✓ Importações (US\$ bi)
- ✓ Inadimplência à Pessoa Física
- ✓ Balança Comercial (US\$ bi)
- ✓ PIB de Serviços
- ✓ Saldo das operações de crédito do Sistema Financeiro Nacional - Região Nordeste - Total - R\$ (milhões)
- ✓ Câmbio Euro Médio
- ✓ População
- ✓ Cooling Degree Days (CDD)
- ✓ Temperaturas Médias de Recife e Salvador
- ✓ Temperatura Máxima de Porto Alegre



ccee

Câmara de Comercialização  
de Energia Elétrica

# Evolução

Incerto/Probabilístico

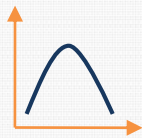


Determinístico

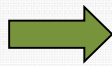


# Evolução

## Incertezas



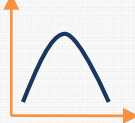
Variáveis  
Climatológicas



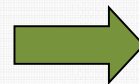
Variáveis  
Econômicas



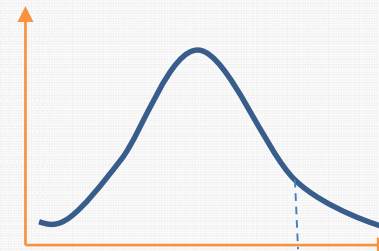
Outras



Cenários  
Futuros



## Riscos



CARGA



ccee

Câmara de Comercialização  
de Energia Elétrica