



CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS DE BAIXO CARBONO APLICÁVEIS AOS SETORES-CHAVE DO BRASIL

EDIFICAÇÕES

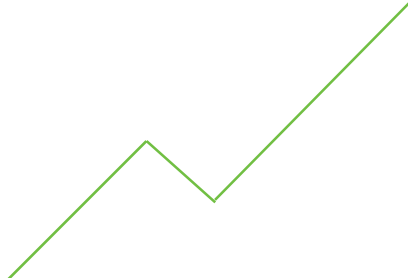
André Lucena

Maio de 2015




Esse material objetiva a capacitação acerca das metodologias empregadas no projeto “Opções de mitigação de emissões de GEE em setores-chaves do Brasil”. Portanto, seu conteúdo não expressa resultados do projeto.

Sumário

- /// Introdução
 - /// Planejamento energético e técnica de cenários
 - /// Modelos Energéticos
 - /// Procedimento para construção de cenários energéticos em edificações
 - /// Exemplo de aplicação
- 

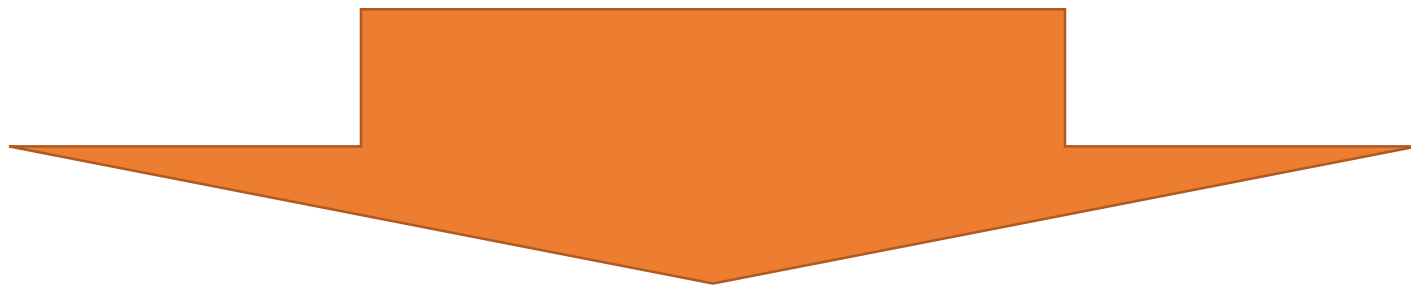
Introdução

- Segmentos do Setor de Edificações:
 - Residencial
 - Comercial
 - Serviços
- Emissões de GEE no Setor de Edificações
 - Emissões diretas
 - Emissões indiretas

```
graph LR; A[Emissões diretas] --> B[Uso de Energia]; C[Emissões indiretas] --> B;
```

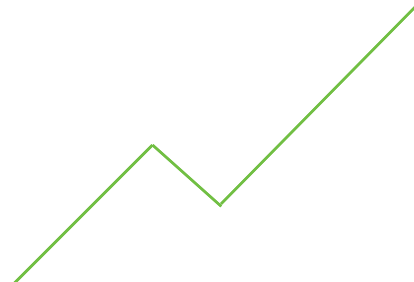
Introdução

- /// Energia = bem meritório (aspecto coletivo de sua utilização = interesse público)
disfunção alocativa do mercado (externalidades positivas do uso da energia)
- /// Interferência na realidade: existem imperfeições de mercado e de governo
- /// Aspecto temporal: longo prazo e investimentos irreversíveis e/ou específicos.
- /// Universalização de acesso a serviços energéticos. Mercado com pouco interesse em expandir fornecimento a áreas remotas (reduzida economia de rede)



Planejamento Energético de Longo-prazo

Modelos Energéticos



Papel dos Modelos Energéticos

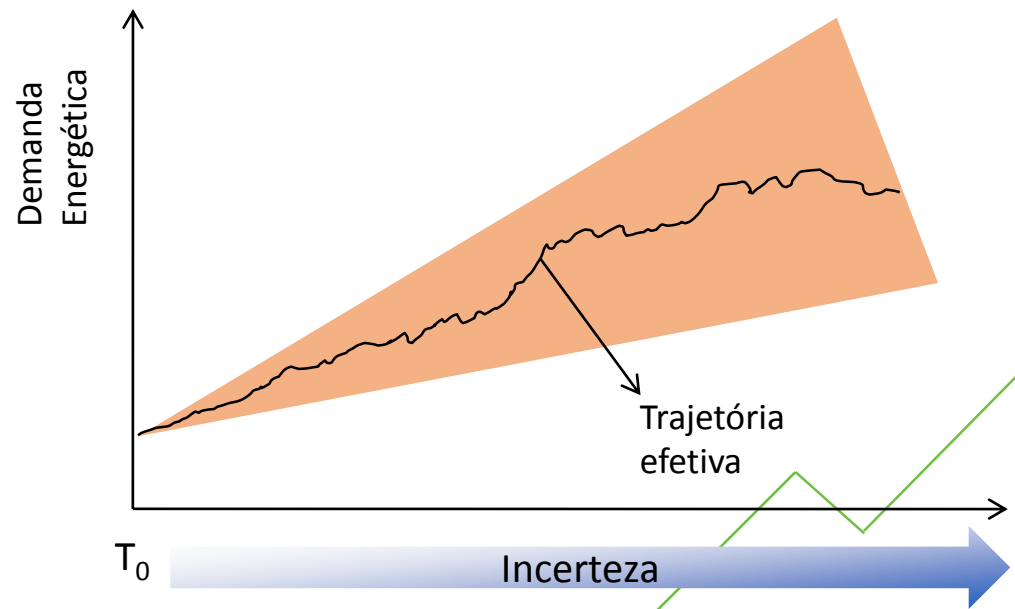
- /// O que é um modelo energético?
- /// **Análise Positiva x Normativa**
 - /// Análise consistente das interações entre as cadeias do setor energético e entre este setor e os outros da economia
 - /// Instrumento de planejamento e análise de políticas energéticas.
 - /// Formulação de políticas públicas e/ou estabelecimento de diretrizes para os agentes que atuam na indústria.
- /// **Projeção vs. previsão da oferta e da demanda de energia.**
 - /// Elemento do planejamento (forecast)
 - /// Prever consequências de ações ou não-ações : análise de cenários de longo prazo: “what if?” (“se-então”)
 - /// Formulação de caminhos possíveis para chegar a um objetivo (backcast)
- /// **Papel didático e de capacitação do próprio ato de planejamento.**

Papel dos Modelos Energéticos

/// Cenários:

- /// Diferente de projeções/previsões – descrições de diferentes caminhos futuros
- /// Tentativa de reduzir incerteza ao cobrir grande leque de possibilidades
- /// Ajuda a tomar posições sobre o que se julga importante, frente à incertezas elaboração de estratégias
- /// Ajuste do Ano-base

/// Cone de possibilidades:

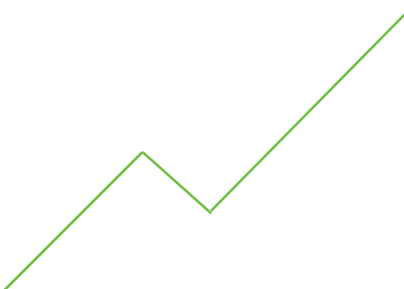


Técnica de Cenários

/// Tipos de Cenários:

- /// Cenários Tendenciais: buscam a manutenção das forças motrizes e tendências históricas
 - /// Linha de base – base de comparação
 - /// Cenário Referência – cenário que indica uma trajetória “mais provável”
- /// Cenários Exploratórios (ou alternativos): buscam avaliar caminhos diferentes assumindo quebras de tendência
- /// Cenários Normativos: configuração de futuros desejáveis, buscando uma trajetória para alcançá-los.

/// Elementos de cenários energéticos:

- /// Evolução sócio-econômica e demográfica
 - /// Evolução tecnológica
 - /// Questões Ambientais
- 

Técnica de Cenários

/// Interpretação errônea de cenários:

- /// Entendimento como previsões
- /// Entendimento como tendências de curto-prazo
- /// Habitualmente interpretações sobre-enfatizam a precisão quantitativa da informação
- /// Ênfase nas fontes de informação e na justificativa para determinados parâmetros

/// Requisitos da análise de cenários:

- /// Coerência: interações complexas
- /// Transparência: apresentar premissas e pressupostos para gerar discussão
- /// Humildade: ser claro com relação as limitações da análise

Modelos Energéticos

/// Modelos de demanda

/// Projetam a demanda de energia com base em drivers (crescimento econômico, crescimento demográfico, desenvolvimento tecnológico, etc.)

/// Ex.: econométricos, técnico-paramétricos, mistos.

/// Modelos de oferta

/// Projetam a oferta de energia para atender a uma determinada demanda

/// Ex.: otimização setorial ou multi-setorial, simulação



Modelos Energéticos

- /// Modelos Top-down (TD): partem do nível mais agregado
 - /// Exemplo: modelos econométricos, modelos de equilíbrio geral
- /// Modelos Bottom-up (BU): partem do nível mais desagregado
 - /// Exemplo: modelos técnico-paramétricos



Modelos Energéticos – Exemplo Edificações





***Exemplo de modelo Top-Down – modelos
econométricos***

Modelos Econométricos

- /// Modelos econométricos de demanda energética fazem uso das relações empíricas entre consumo energético e outras variáveis para fazer projeções para o futuro.
- /// Top-down: assume um conjunto de consumidores homogêneos – “consumidor representativo”
- /// Uso de elasticidades – medida de sensibilidade do consumo energético com relação a outras variáveis (PIB, preços, etc.)
 - ex. $\Delta CE = \varepsilon \cdot \Delta Y$
- /// Dados temporais; dados seccionais; dados de painel
- /// Uso de variáveis de controle e variáveis dummy

Modelos Econométricos

- /// Aplicações:
 - /// Bons para previsão no curto prazo, devido à inércia do sistema energético
 - /// Projeção de longo prazo em cenários com baixa probabilidade de ruptura em padrões tecnológicos ou econômicos consolidados
 - /// Comparações internacionais – estilos de desenvolvimento
 - /// Em abordagens mistas, em conjunção com modelos técnico-econômicos ou paramétricos
- /// Muito adotados até a década de 1970.
- /// As crises do petróleo mostraram a reduzida eficácia das análises macro-econométricas para previsão de rupturas tecnológicas e avaliação de políticas setoriais de uso racional de energia.



Modelos Econométricos

/// Elasticidades de Curto-prazo (séries temporais ou pool):

/// consideram estrutura constante:

/// Gasolina – frota constante

/// Eletricidade – população, posse equipamentos, etc. constantes

/// Exemplo:

$$\ln(E_t) = \alpha + \beta_1 \ln(E_{t-1}) + \beta_2 \ln(Y_t) + \beta_3 \ln(P_t) + \beta_4 X_t + \varepsilon_t$$

/// Onde: E = consumo de energia; Y = PIB; P = Preço

X = vetor de variáveis de controle

/// Elasticidades de Longo-prazo (dados seccionais ou painel):

/// Possibilidade de alterações na estrutura de consumo:

$$\ln(E_i) = \alpha + \beta_2 \ln(Y_i) + \beta_3 \ln(P_i) + \varepsilon_i$$

Modelos Econométricos

/// Exemplos de estudos econométricos para demanda elétrica

Year	Authors	Country	Period	Long run income elasticity	Long run price elasticity	Short run income elasticity	Short run price elasticity
<i>Aggregate demand</i>							
1987	Pouris [2]	South Africa	1950–1983	0.71	–0.9	na	na
1998	Diabi [15]	Saudi Arabia	1980–1992	0.09–0.11	–0.12	na	na
2002	Al Faris [29]	Gulf Cooperation Council countries	1970–1997	na	na	0.15	–0.9
2005	Narayan & Smyth [13]	Australia	1969–2000	2 models: 0.323 and 0.408	–0.541	0.0121 and 0.0415 insignificant	–0.263
2006	De Vita et al. [31]	Namibia	1980q1–2002q4	0.41	–0.54	0.012	–0.26
2007	Atakhanova & Howie [5]	Kazakhstan	1990–2003	0.37/0.72	Insignificant	na	na
2007	Narayan et al. [7]	G7 countries	1978–2003	Model 1: 0.245–0.312 Model 2: 0.350–0.371	Model 1: –1.450...–1.563 Model 2: –6.867...–7.408	Model 1: –0.1917...–1.2057 Model 2: 0.0096...0.0763	Model 1: –0.1068...–1.7394 Model 2: –0.0001...–0.4054
<i>Residential demand</i>							
1991	Donatos & Mergos [17]	Greece	1961–1996	1.5	–0.58	0.53	–0.21
1996	Bernard et al. [28]	Canada	1989	46.5	0.09/ 0.02	na	na
2004	Hondroyiannis [16]	Greece	1986–1999	1.56	–0.41	0.2	–0.14 insignificant
2004	Filippini & Pachauri [30]	India	1993–1994	0.64	–0.29	0.6	–0.42
2007	Zachariadis & Pashourtidou [20]	Cyprus	1960–2004	1.175	–0.43	Insignificant	Insignificant
2008	Ziramba [8]	South Africa	1978–2005	0.31	–0.04 insignificant	0.3	–0.02 insignificant



Modelos Econométricos

- /// Outras aplicações de modelos econométricos:
 - /// Projeções de carga elétrica no curtíssimo prazo utilizando modelos Autoregressivos.
 - /// Análise de impactos de alterações no clima sobre a demanda por energia elétrica (Ex.:Aroonruengsawat & Auffhammer, 2009):
 - /// Mudanças Climáticas – clima mais quente:
 - /// maior demanda para condicionamento de ar
 - /// menor demanda para calefação de ambientes

Modelos Econométricos

/// Vantagens:

- /// demanda reduzida de dados; fácil aplicação
- /// Diferentes níveis de agregação, conforme a disponibilidade de dados
- /// Comparação entre países: dados seccionais; homogeneidade da base de dados
- /// Resultados formalizados a partir de testes estatísticos
- /// Bom para cenários de referência/tendenciasais

/// Desvantagens:

- /// Resultados agregados – não explica o processo ou relação causal
- /// Necessidade de séries históricas
- /// Não incorpora quebras estruturais
- /// Por basear-se em relações empíricas, omissão de variáveis relevantes podem levar a resultados equivocados (*omited variable bias*)
- /// Não são bons para cenários alternativos de maior eficiência energética e outras políticas de gerenciamento pelo lado da demanda



***Exemplo de modelo Bottom-up – modelos Técnico
Paramétricos***



Modelos Contábeis de Uso Final (técnico-paramétricos)

/// Modelagem bottom-up

- /// Descrição física detalhada do sistema energético: estrutura tecnológica e o uso-final da energia
- /// Desagregação (enquanto modelos top-down econométricos analisam uma classe completa e homogênea de consumidores)
- /// Independem de séries históricas – apenas ajuste do ano-base
- /// Projeções feitas a partir de:
 - /// Consumo Específico – Indicador Técnico:
E/Produção; E/Residência; E/Área; etc.
 - /// Intensidade Energética – Indicador Técnico-Econômico:
E/PIB; E/VA



Modelos Contábeis de Uso Final (técnico-paramétricos)

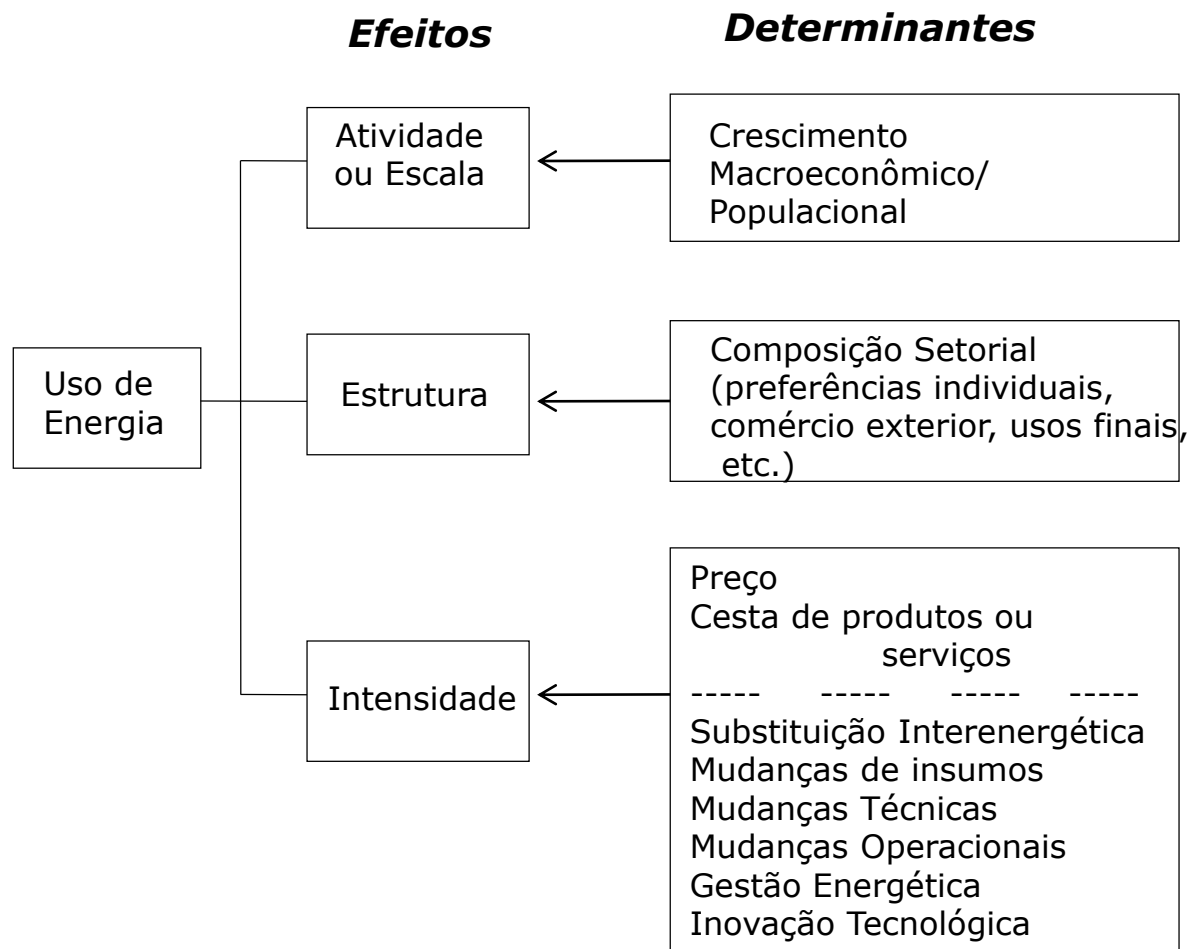
/// Aplicações

- /// Construção de cenários – serve para análises do tipo “what if?”
- /// Análise setorial detalhada
- /// Possibilidade de avaliar ganhos de eficiência (ex. best practice)
- /// Análise de efeitos de política energética – permite avaliar quebras estruturais
- /// Análises econométricas podem amparar a projeção ou fornecer cenários tendenciais para os parâmetros de modelos técnico-econômicos ou para as forças motrizes do consumo (efeito escala)



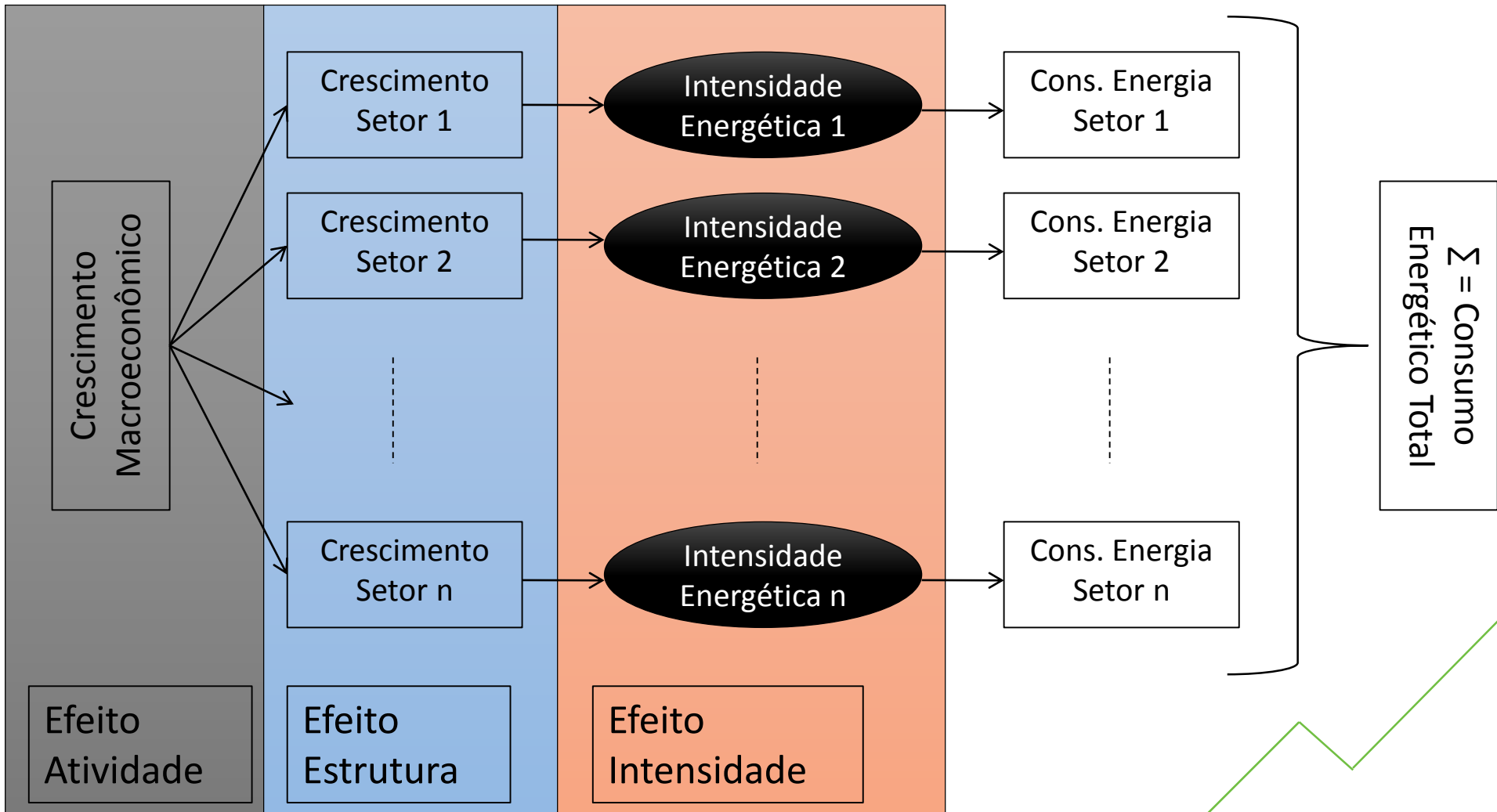
Modelos Contábeis de Uso Final (técnico-paramétricos)

/// Determinantes dos efeitos atividade, estrutura e intensidade





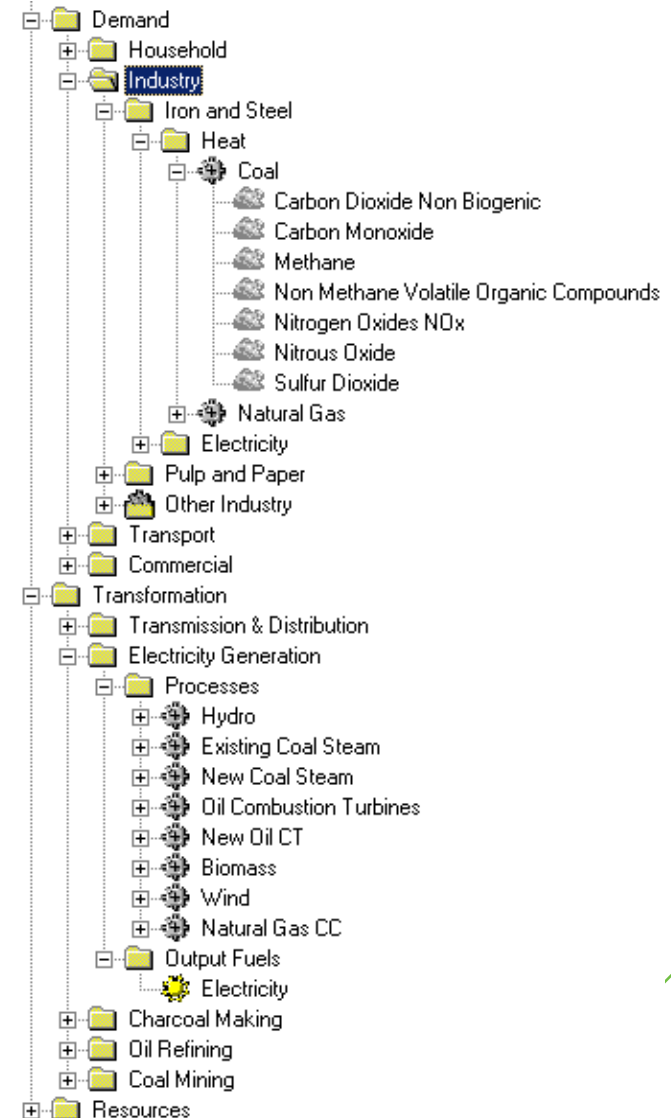
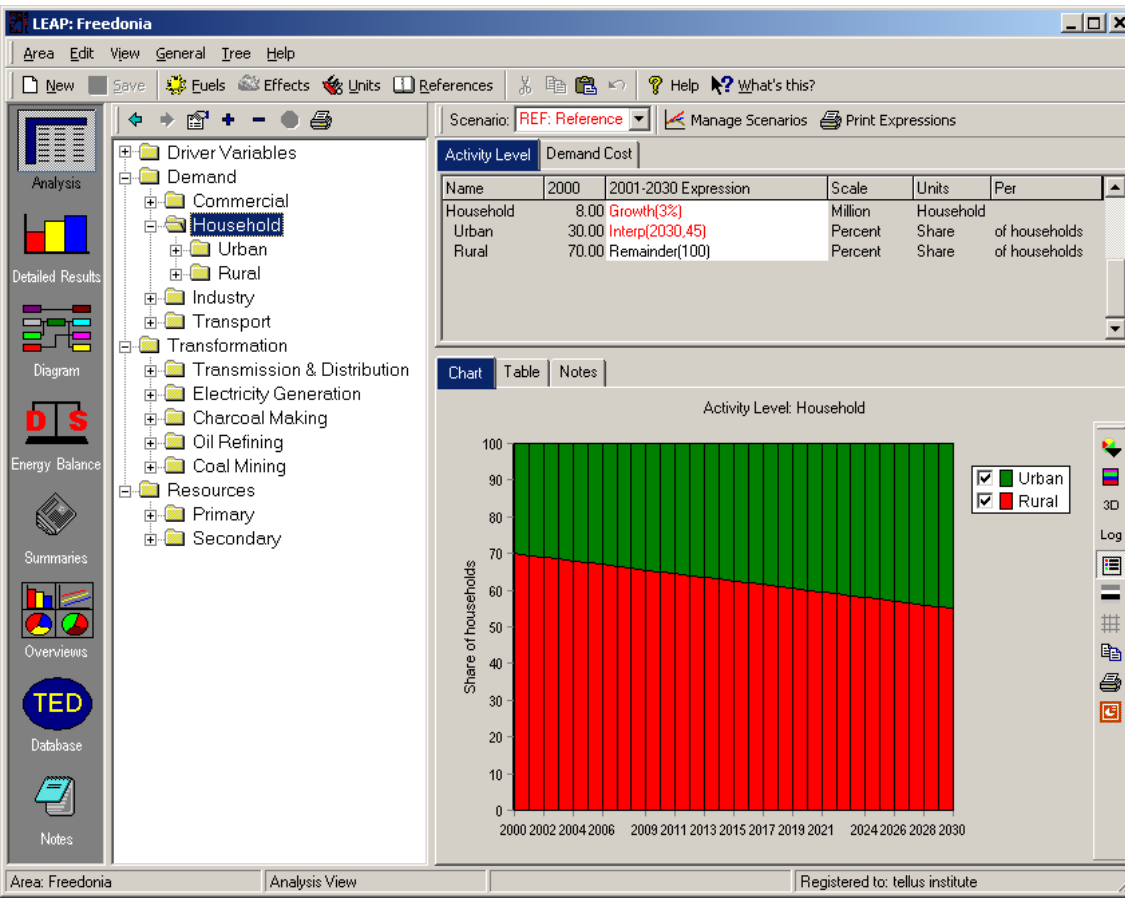
Modelos Contábeis de Uso Final (técnico-paramétricos)





Modelos Contábeis de Uso Final (técnico-paramétricos)

/// Exemplo modelo LEAP





Modelos Contábeis de Uso Final (técnico-paramétricos)

/// Vantagens

- /// São mais flexíveis para avaliação de alternativas
- /// Permite avaliar o efeito de mudanças estruturais – desvinculação entre crescimento econômico e demanda de energia.
- /// Conveniente para análises de políticas energéticas e backcasting
- /// Projeções a partir de um ano base – independem de séries históricas

/// Desvantagens

- /// Alta demanda por dados: número elevado de parâmetros a serem coletados/estimados
- /// As soluções podem ser inconsistentes: dificuldade de consistência macro na agregação de análises setoriais
- /// Depende intrinsecamente das premissas adotadas
- /// Participação dos energéticos (market-share) sem explícita consideração sobre preços ou custos

Modelos Energéticos – Comparação

Puramente <i>Top-down</i> (TD)	Puramente <i>Bottom-up</i> (BU)
Utiliza dados agregados (consistência macro)	Utiliza dados detalhados de tecnologias (não garante consistência macro)
Avaliação do planejamento através dos seus impactos na produção, na renda, no PIB	Avaliação do planejamento a partir dos seus impactos no desenvolvimento e aplicação de tecnologias (eficiência produtiva)
Assume que os mercados são eficientes (eficiência alocativa)	Não parte da hipótese de eficiência do mercado
Progresso técnico agregado	Progresso técnico tende a ser superestimado: existência de “hidden costs” para inovações tecnológicas (custos de transação, barreiras de mercado, “otimismo da bancada”, “trancamentos”).
Tecnologias analisadas por parâmetros de equações	Tecnologia explicitamente tratada no modelo
Adequado para avaliação de políticas fiscais, monetárias	Adequado para avaliação de políticas de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD)
Não permite avaliação detalhada dos impactos ambientais	Adequado para avaliação de políticas ambientais setoriais

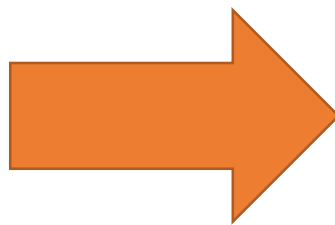


Exemplo de modelagem Bottom-up no Setor de Edificações

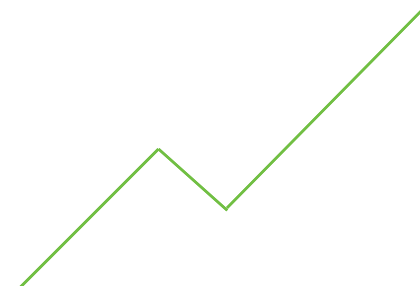


Metodologia – Procedimento para construção de cenários

1. Definição da relação Bottom-up
2. Ajuste ano base – por tipologia de uso energético
3. Definição de forçantes (“*drivers*”) de longo prazo
 - a) Efeito atividade
 - b) Efeito Estrutura
 - c) Efeito Intensidade
4. Cálculo e Agregação de resultados



Definição de premissas:
Linha de Base
Cenário Alternativo





(1) Metodologia Genérica Bottom-Up – Setor Residencial

$$\text{Consumo Energia} = \sum_{i,j} \text{Residências}_i * \text{Posse média}_{i,j} * \text{Eficiência}_j * \text{Uso}_j$$

Atividade

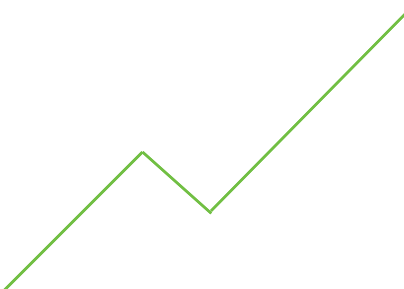
Estrutura

Intensidade

Premissas

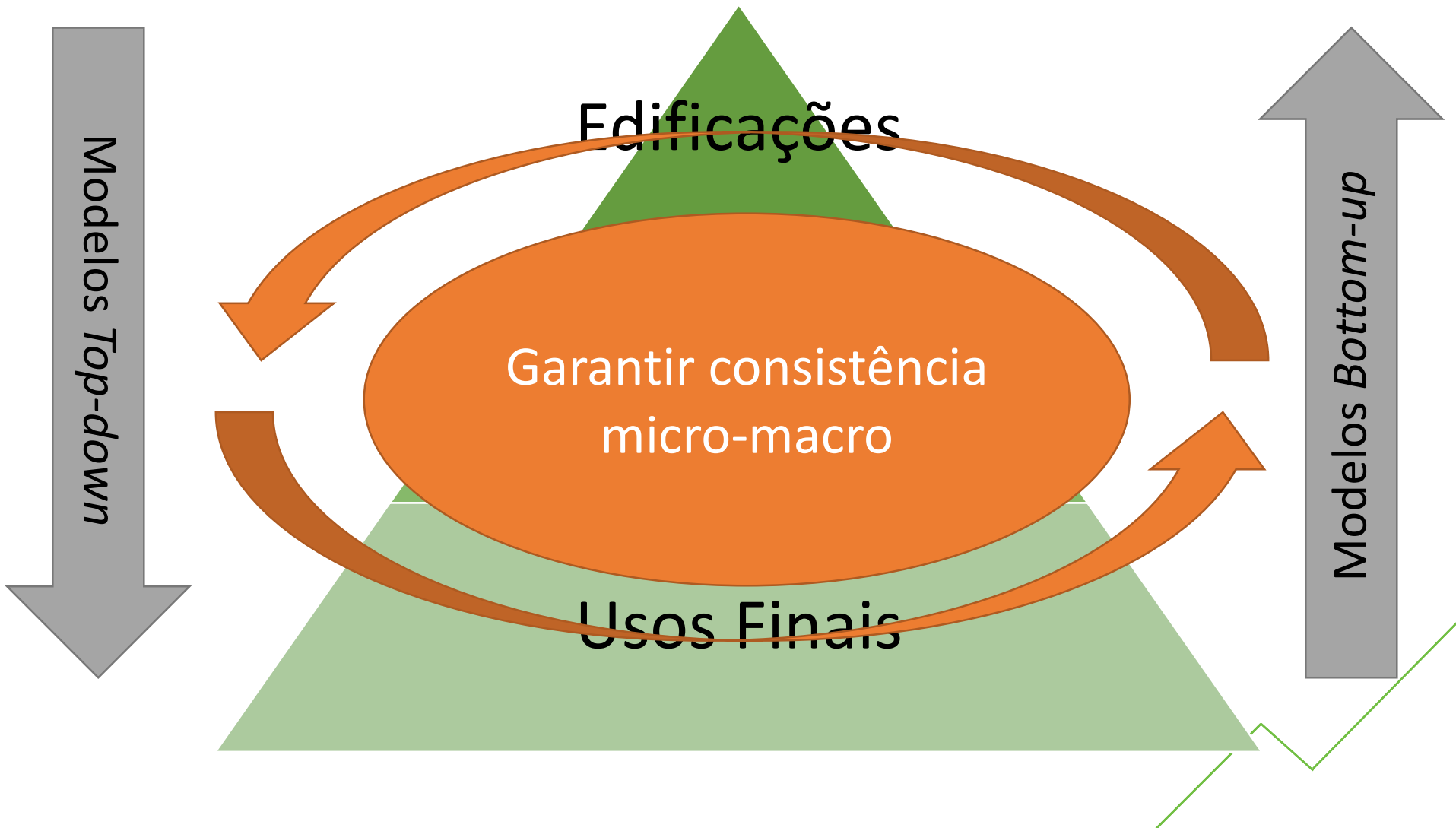


(2) Metodologia - Ajuste do ano base

- /// Convergência das abordagens *bottom-up* e *top-down*
 - /// Ajuste *top-down* → Calibrado com informação de consumo por fontes energéticas por setor e demanda de energia por uso final
 - /// Ajuste *bottom-up* → Parâmetros de posse, uso, número de residências, eficiência de equipamentos, consumo específico
- 



Metodologia - Ajuste do ano base



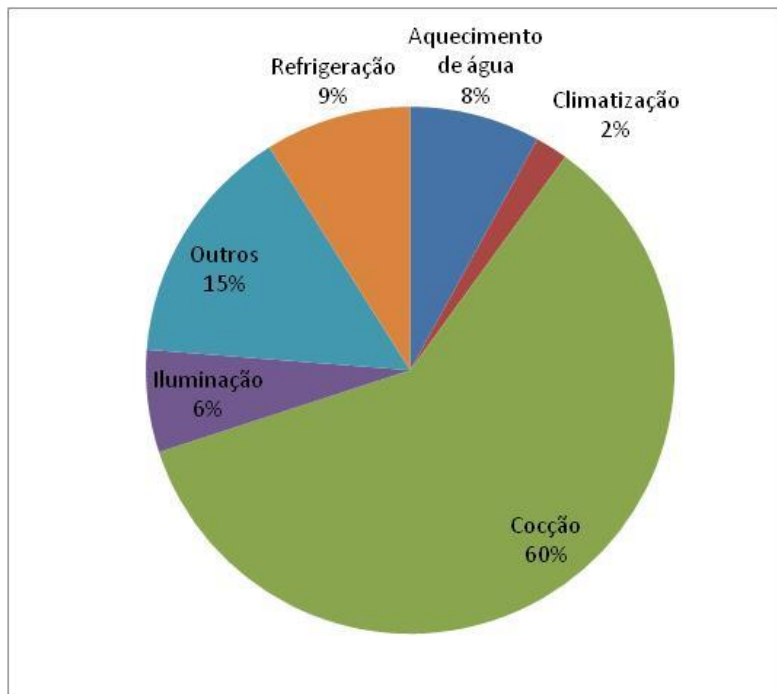
Ajuste Top-Down: setor residencial

/// Fontes de Informação:

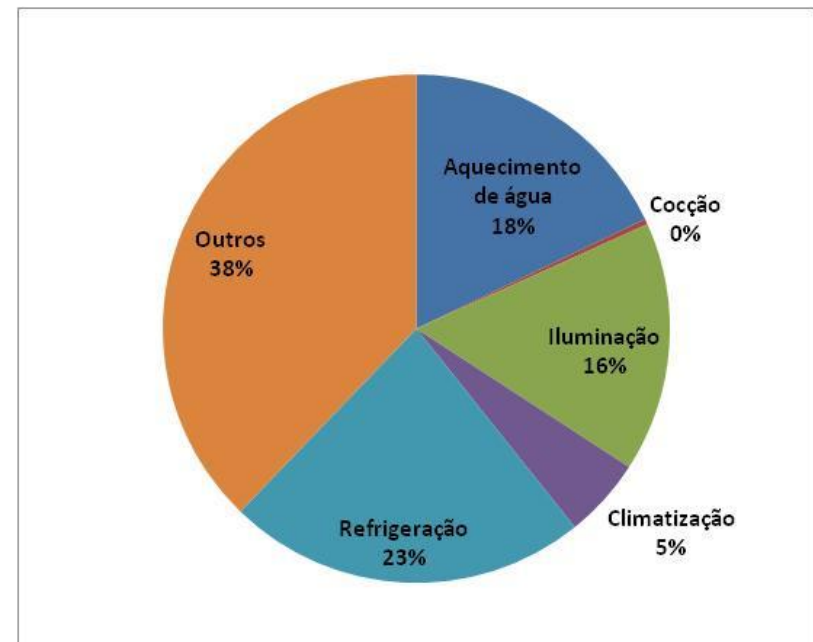
/// Procel (2005)

/// EPE (2014)

Ano base (2010): Consumo de Energia no
Setor Residencial por Uso Final



Ano base (2010): Consumo de Energia
Elétrica no Setor Residencial por Uso Final



Metodologia Bottom-Up: Uso iluminação

$$CT \text{ uso iluminação} = \sum_{i,j} \text{Residências}_i * \text{Posse média}_{i,j} * \text{Potência}_{i,j} * \text{Horas de uso}_{i,j}$$

i: Regiões

j: Tipo de lâmpada

/// Fontes de informação

/// Residências : IBGE – POF e PNAD

/// Posse média: Procel (2005) atualização feita com dados de importações de AliceWeb, Abilux , Abilumi.

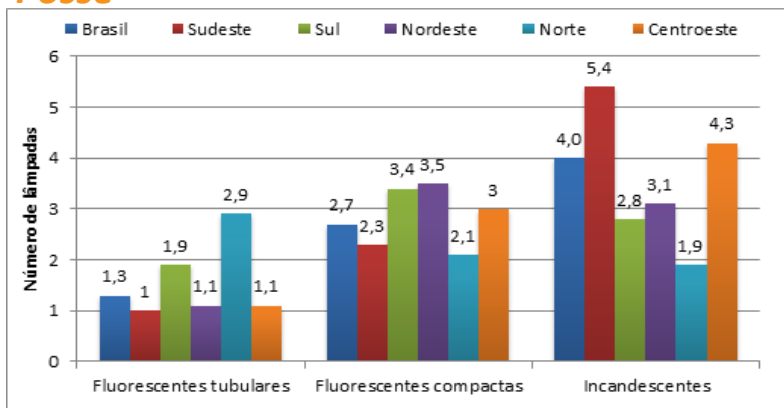
/// Potência: Chagas (2008), INMETRO, Mercado.

/// Horas de uso: Cardoso & Nogueira (2008).



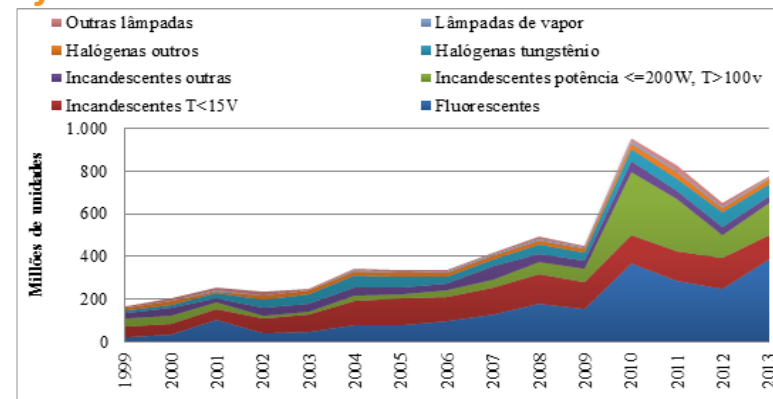
Metodologia Bottom-Up: Ano Base Uso iluminação

Posse



Fonte: PROCEL/ELETROBRAS (2007)

Eficiência



Fonte: Aliceweb (2014) e ABILUMI (2007)

Uso

Região	Setor residencial	
	P. seco	P. úmido
Sul	610	396
Sudeste	605	400
Centro-Oeste	601	403
Nordeste	595	407
Norte	592	409

Cardoso & Nogueira (2008)



Metodologia Bottom-Up: Uso Climatização

Ar condicionado

$$CE = \sum_{j,i} residências_i \cdot posse_{i,j} \cdot \sum_{j=1}^2 \% \text{ participação} \cdot COP_j \cdot CT_i$$

i= região

j= tipo de ar-condicionado: 1= split; 2=janela

COP= Coeficiente de Performance (W/W)

$$CT = Q_{Ti} \cdot \sum_{r=1}^n \frac{|T_{amb,r} - T_{int_r}|}{(T_{amb,s} - T_{int_s})} \cdot t_r ; T_{amb,r} \geq T_{sup_i}; T_{amb,r} \leq T_{inf_i}$$

CT= Carga Térmica

Qti= Potência nominal do equipamento (kW).

Tamb,r = Temperatura externa real (°C)

Tamb,s = Temperatura externa de referência nos testes de desempenho (35°C)

tr= horas de Tamb,r acima de 28° C

Ventiladores

$$CEV = \sum_{i,j} residências_i \cdot posse_{i,j} \cdot potência_j \cdot horas_i$$

i= região

j= tipo de ventilador: 1= teto; 2=portátil

Cálculo consumo de energia total do uso climatização

$$CEC = (CEA + CEV) \cdot fs$$

fs é um fator de simultaneidade

Metodologia Bottom-Up: Uso Climatização

Fontes de informação

- /// QTi= Capacidade nominal do equipamento
 - /// **Potência Representativa - 9000 BTU** (Cardoso et al. 2010)
 - /// **Estatísticas de Vendas por tamanhos (ABRAVA/ELETROS).**

- /// Posse:
 - /// IBGE (POF)
 - /// Homescan Brasil (Nielsen)
 - /// **Vendas de ar-condicionado (ABRAVA/ELETROS)**

- /// Participação:
 - /// **Vendas de ar-condicionado por tipo (ABRAVA)**
 - /// Homescan Brasil (Nielsen)

- /// COP
 - /// **Projeções do INMETRO para A e B (Inmetro)**
 - /// **Estatísticas de Histórico de Vendas por eficiência (ABRAVA/ELETROS)**



Metodologia Bottom-Up: Ano Base Climatização: Ar condicionado

Posse

$$posse_{to} = \frac{\sum_{t=to-n,j,i} vendas_{i,j,t}}{residencias_{i,to}}$$

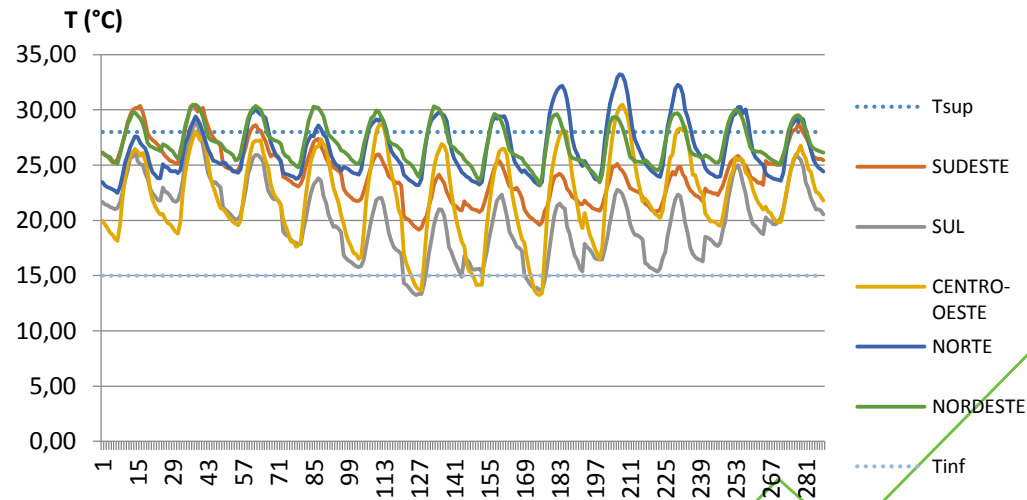
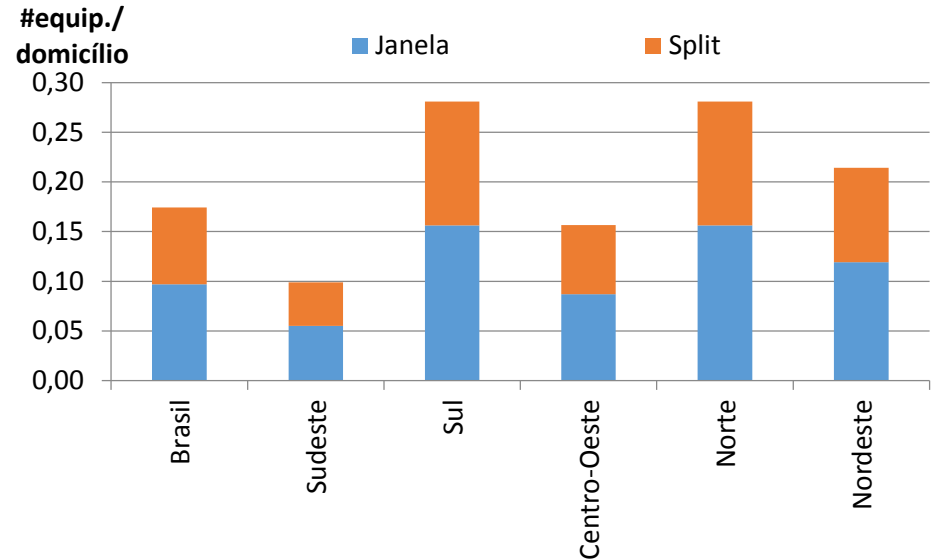
Eficiência

$$COP_{to,j} = \frac{\sum_{t=to-n,j,i} COP_{j,t} \cdot vendas_{i,j,t}}{\sum_{t=to-n,j,i} vendas_{i,j,t}}$$

Uso

$$CT = Q_{Ti} \cdot \sum_{r=1}^n \frac{|T_{amb,r} - T_{int,r}|}{(T_{amb,s} - T_{int,s})} \cdot t_r ; T_{amb,r} \geq$$

$$T_{sup_i}; T_{amb,r} \leq T_{inf_i}$$





Metodologia Bottom-Up: Uso Refrigeração

$$CE = residencias_i \cdot posse_i \cdot \sum_{j=1}^n \%participação_j \cdot volume_j \cdot consumoenergia_j$$

i= região

j= tipos de refrigeradores e freezers por tamanhos

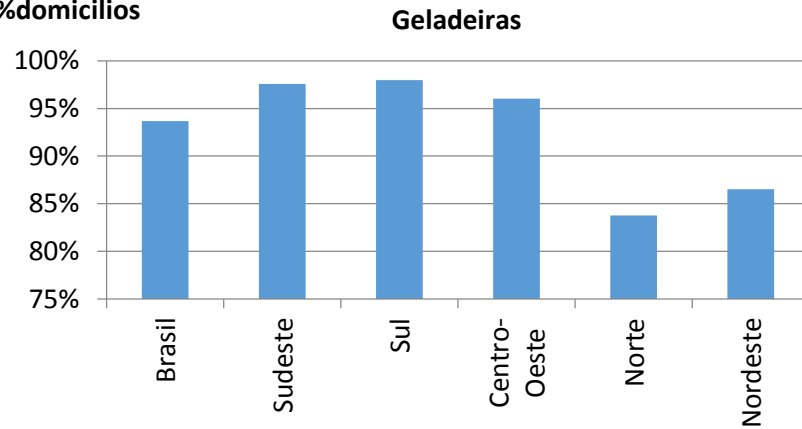
- /// Fontes de informação
 - /// Residências, habitantes por residência : IBGE
 - /// Posse:
 - /// Geladeiras e Freezers: IBGE (PNAD)
 - /// Posse por tamanho de geladeiras:
 - /// Estimado
 - /// **Vendas de geladeiras por tamanhos (ELETROS)**
 - /// Consumo de energia:
 - /// Estimado
 - /// **Projeções do INMETRO para as categorias A e B (INMETRO)**



Metodologia Bottom-Up: Ano Base Refrigeração

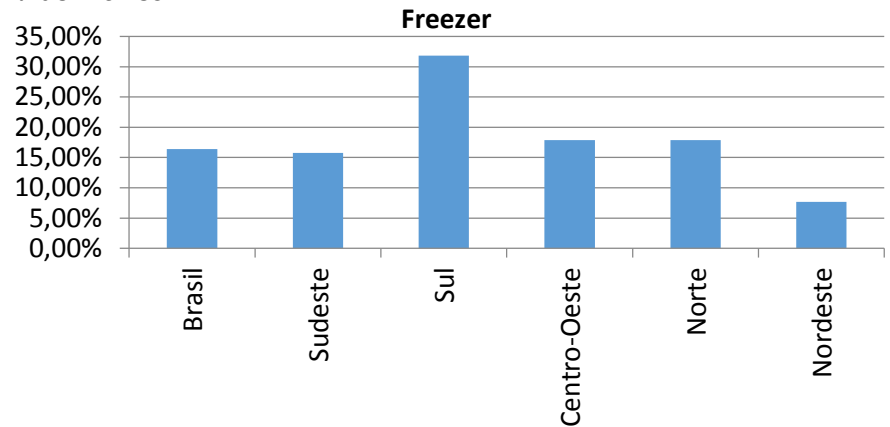
Posse

%domicílios



Fonte: IBGE

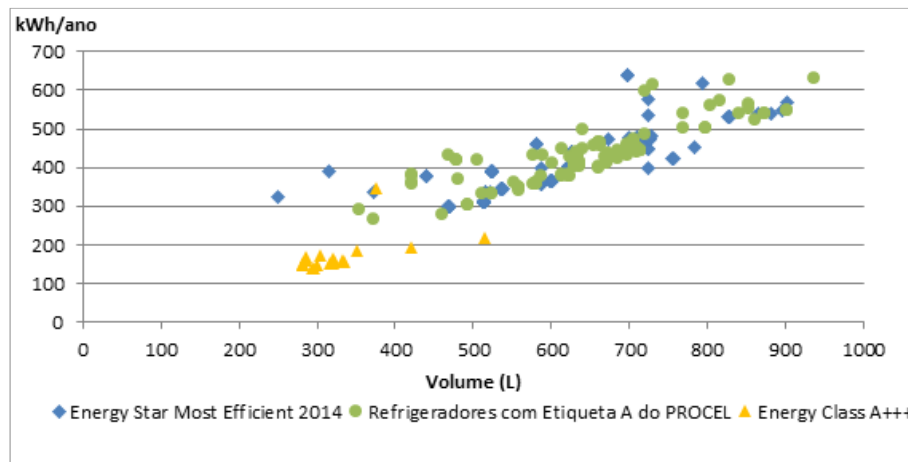
%domicílios



Fonte: IBGE

Eficiência

Geladeira



Fonte: (Energy Star, 2014; Inmetro, 2014; topten.eu, 2014)



Metodologia Bottom-Up: Uso aquecimento de água / cocção

$$CT\ uso_j = \sum_i \% \text{ energético}_i \cdot \frac{\text{habitantes}}{\text{residência}} \cdot \frac{tep_{i,j}}{\text{habitante}} \cdot \text{residências}$$

i: Tipo de energético (GLP, GN, lenha, carvão vegetal, energia elétrica)

j: Uso (aquecimento de água, cocção)

/// Fontes de informação

/// Residências, habitantes por residência : IBGE

/// Participação dos energéticos (posse inclusa):

/// Aquecimento de água: Procel (2005), EPE (2014)

/// Cocção: IBGE (PNAD)

/// Consumo de energia por habitante, por energético: variável de ajuste – deve possuir mesma ordem de grandeza que valores da literatura, como Schaeffer *et al.* (2003) e World Energy Council (1999).



Metodologia Bottom-Up: Ano Base Aquecimento de água / Cocção

Posse

Cocção

Dado	2009	2010	2011
Domicílios que possuem fogão	97,3%	97,5%	97,7%
Combustível utilizado no fogão			
Gás de botijão	92,4%	92,9%	93,4%
Gás canalizado	2,0%	2,2%	2,4%
Lenha	4,6%	4,0%	3,4%
Carvão Vegetal	0,8%	0,8%	0,7%
Energia elétrica	-	-	-
Outro combustível	-	-	-

Aquecimento de Água

Fonte energética	Participação em 2010
Eletricidade	71,6%
Não aquece	20,0%
Gás Natural	3,5%
Solar	2,7%
GLP	2,2%

Fonte: IBGE/EPE

Eficiência/uso

Cocção

Energético	tep/hab.ano	MJ/hab.dia
Gás Natural	0,027	3,1
Lenha	0,958	109,8
GLP	0,036	4,1
Carvão vegetal	0,355	40,7

Aquecimento de Água

Energético	tep/hab.ano	MJ/hab.dia
Gás Natural	0,021	2,44
GLP	0,022	2,55
Eletricidade	0,012	1,39



Metodologia Bottom-Up: Outros usos

$$CE_{total\ outros\ usos\ t} = CE_{principais\ aparelhos\ t} + CE_{outros\ aparelhos\ t}$$

$$CE_{principais\ aparelhos\ t} = \sum_{i,j,t} Residencias_{it} * Posse\ média_{i,j,t} * Potência_{i,j,t} * Horas\ de\ uso_{i,j,t}$$

i : Regiões; j : televisão, ferro, computador, máquina de lavar; $t=2010, \dots, 2050$

$$CE_{outros\ aparelhos\ t} = Elasticidade\ renda\ da\ demanda * \Delta Consumo\ das\ famílias$$

/// Fontes de informação

/// Residências : IBGE – POF e PNAD

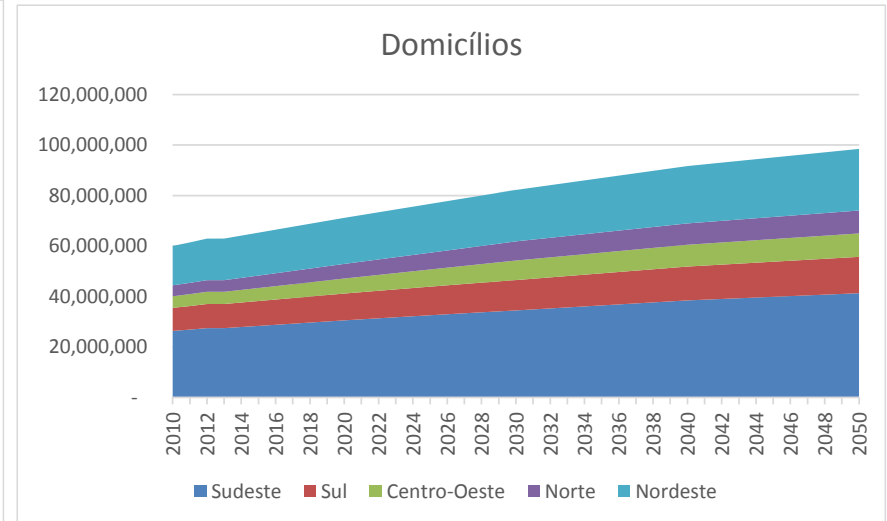
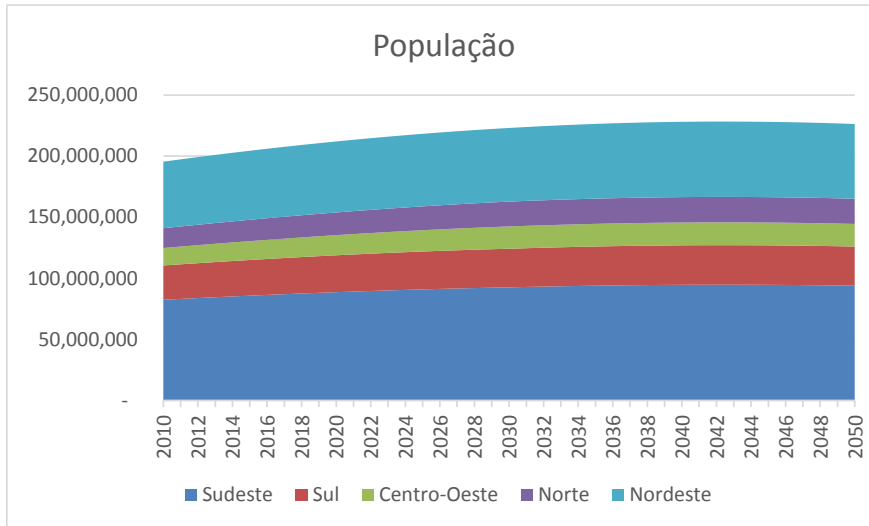
/// Posse média: Procel (2005), EPE.

/// Potência: Chagas (2008), INMETRO, Mercado.

/// Horas de uso: Chagas (2008)



(3) Definição de forçantes “drivers” de longo prazo



Fontes: IBGE e EPE

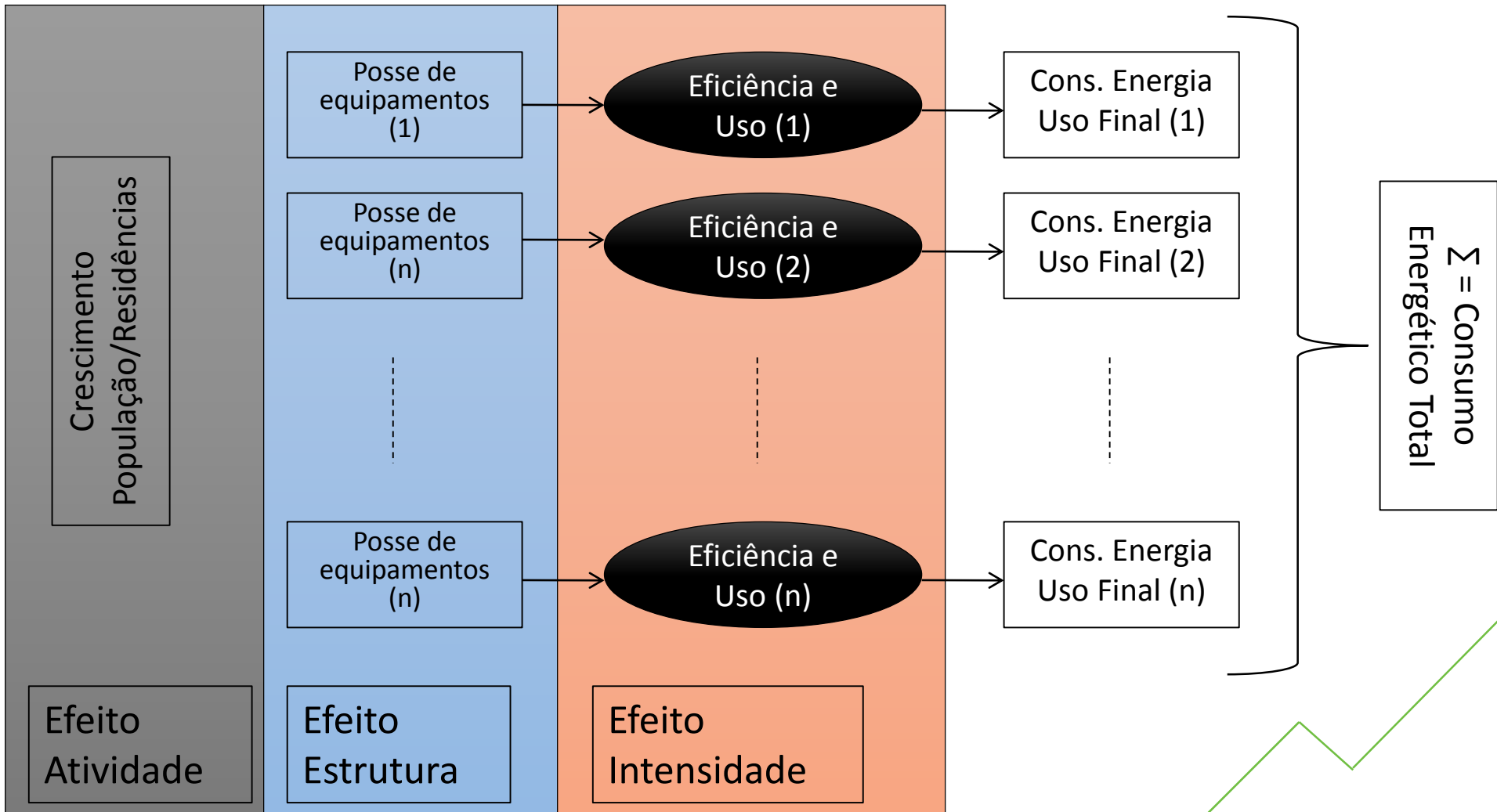
/// Outras Premissas (específicas por uso):

/// Posse

/// Uso

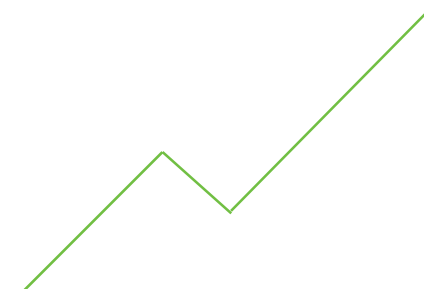
/// Eficiência

(4) Agregação de resultados





***Exemplo aplicação para construção de linha de base
(Iluminação)***



Exemplo Iluminação

/// Passo (1) – Definição da relação Bottom-up

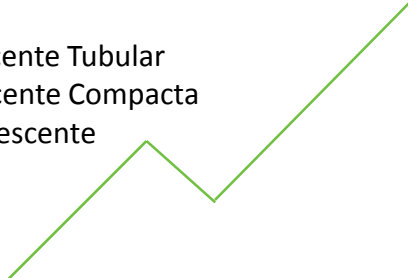
$$CT \text{ uso iluminação} = \sum_{i,j} \text{Residências}_i * \text{Posse média}_{i,j} * \text{Potência}_{i,j} * \text{Horas de uso}_{i,j}$$

i: Regiões
j: Tipo de lâmpada

/// Passo (2) – Ajuste ano base

		2010
Número de Domicílios		60028000
Tempo de Uso	horas/ano	1004
Posse média	Lampadas/dom	8.6
Participação (%)	FT	20%
	FC	42%
	INC	38%
	LED	0%
Potência média (W)	FT	15
	FC	15
	INC	60
	LED	7

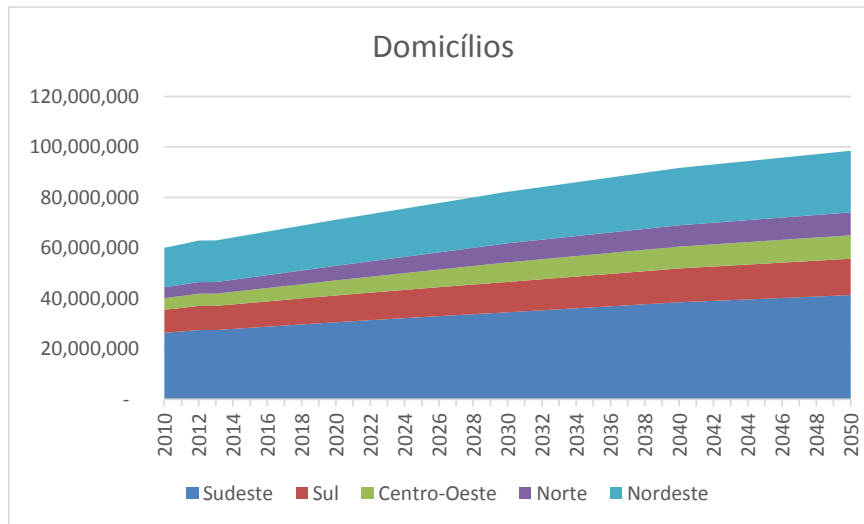
FT – Fluorescente Tubular
FC – Fluorescente Compacta
INC – Incandescente
LED - LED



Exemplo Iluminação

/// Passo (3) – Definição de forçantes (“drivers”) de longo prazo

/// Número de domicílios



/// Posse e uso:

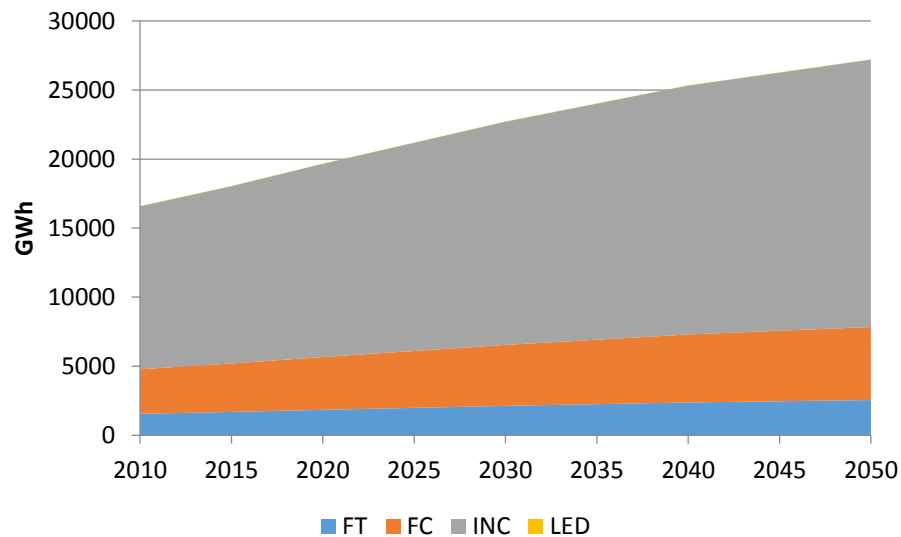
/// Cenário Manutenção de posse uso ano base

/// 2 x Cenários exploratórios

Exemplo Iluminação

/// Passo (4) – Cenários:

1. Cenário Manutenção participação



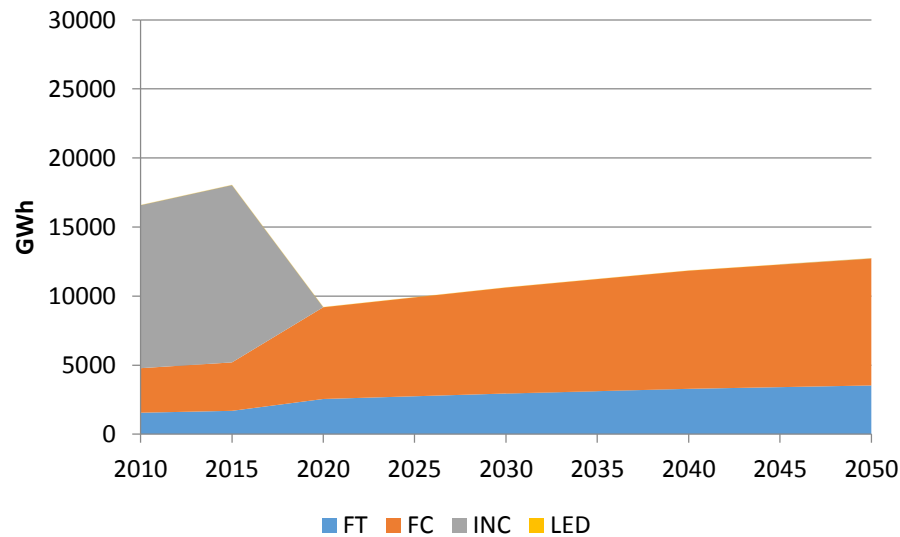
PREMISSAS

- Manutenção da participação por tipo de lâmpada do ano base

Exemplo Iluminação

/// Passo (4) – Cenários:

2. Cenário Banimento Incandescente (2020)



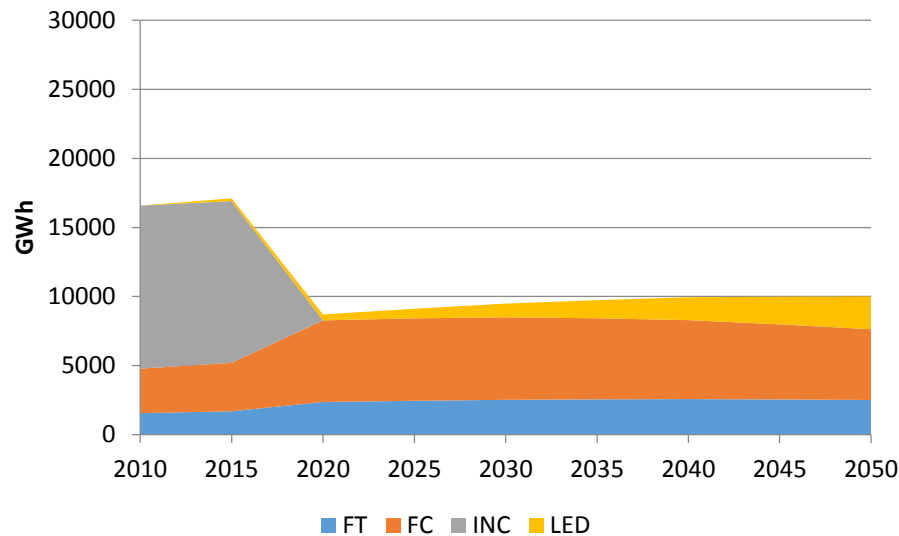
PREMISSAS

- Banimento das lâmpadas incandescentes a partir de 2020;
- FC ficam com 80% e FT com 20%

Exemplo Iluminação

/// Passo (4) – Cenários:

3. Cenário Banimento Incandescente + Penetração LED

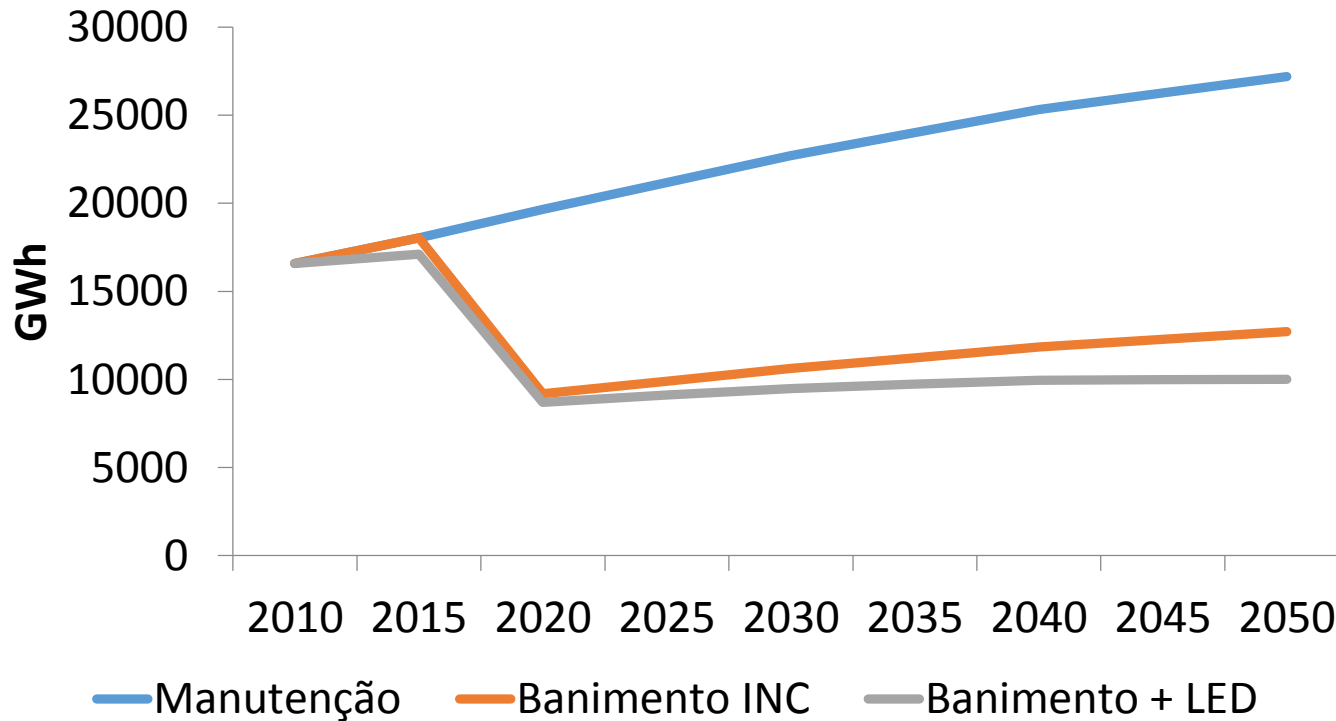


PREMISSAS

- Banimento das lâmpadas incandescentes a partir de 2020;
- Penetração gradual de LED até alcançar 40% em 2050;
- FC ficam com 80% e FT com 20% do restante.

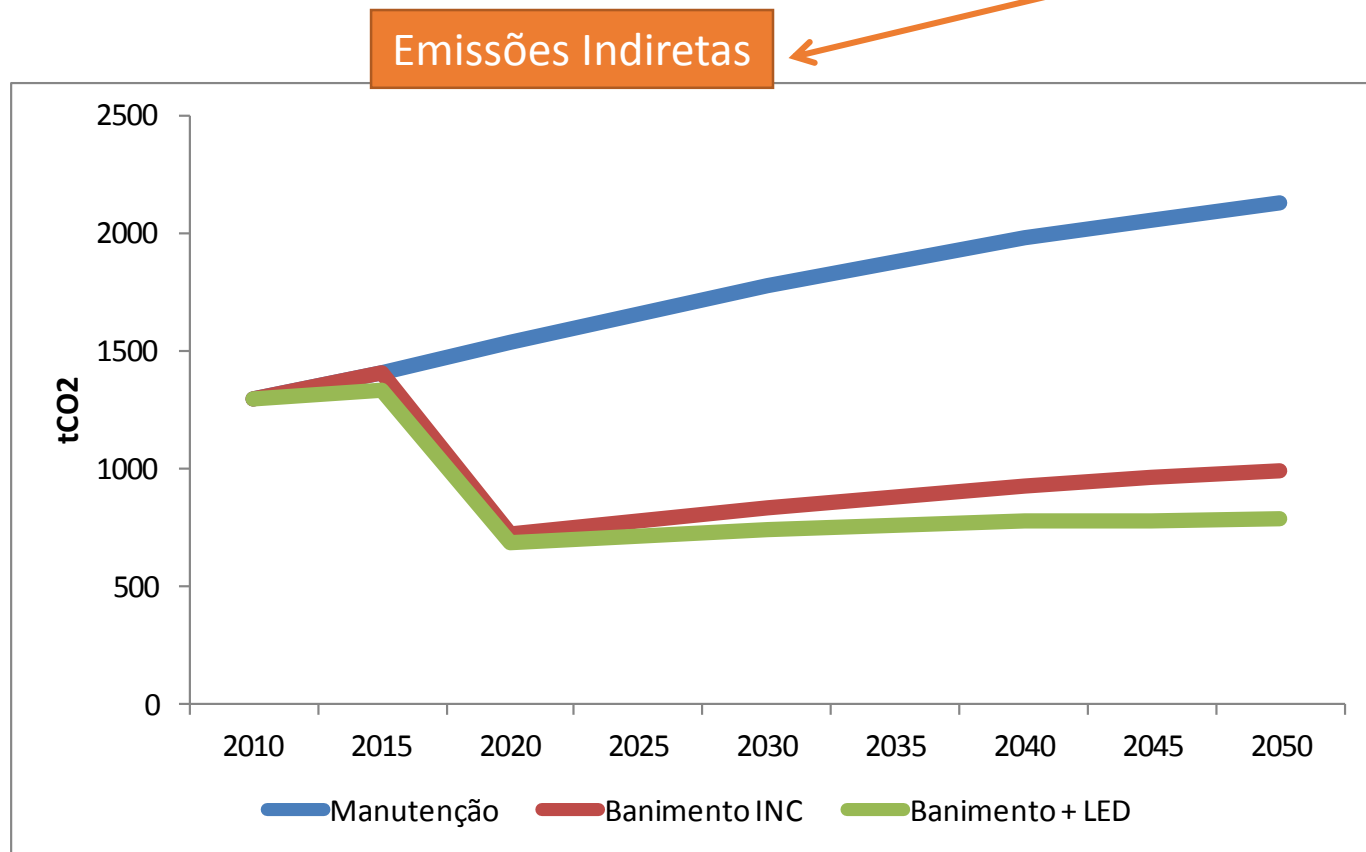
Exemplo Iluminação

/// Comparação de cenários - Energia



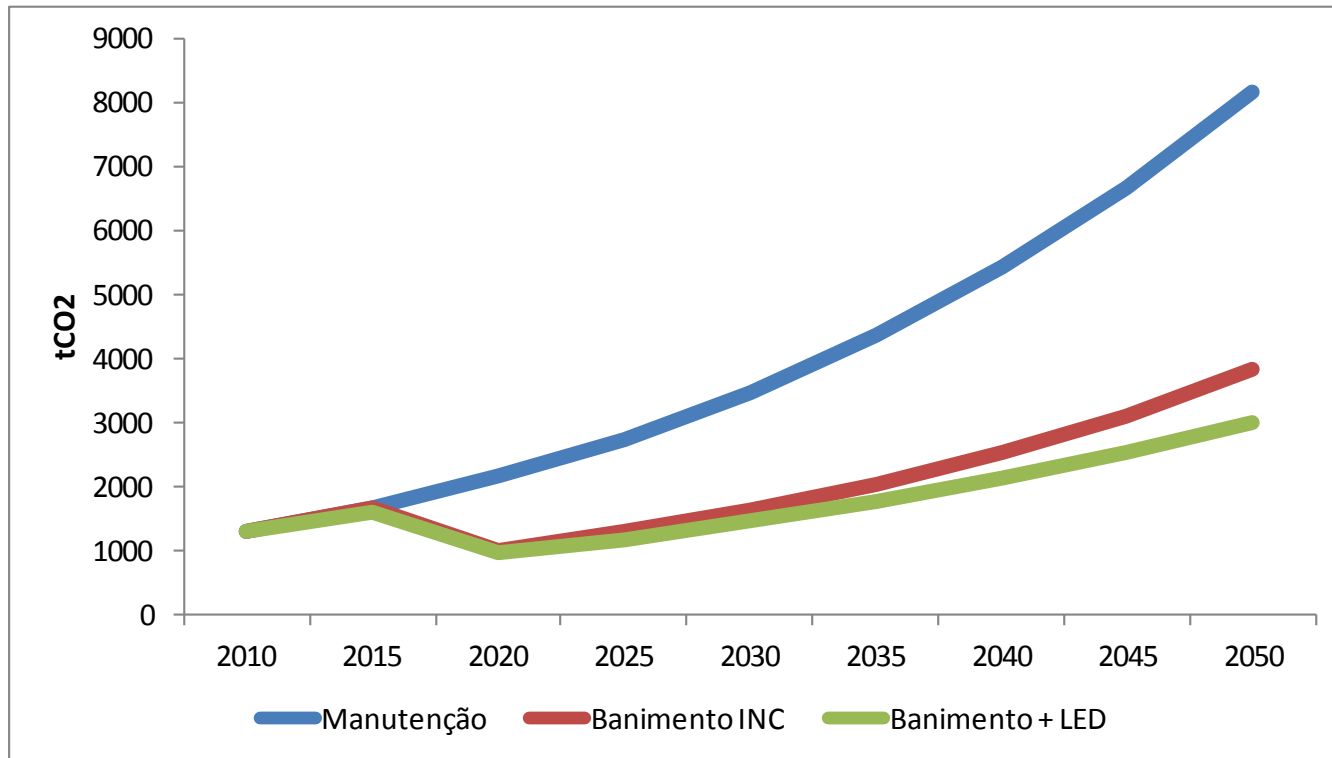
Exemplo Iluminação

/// Comparação de cenários – Emissões (0.08 tCO₂/MWh)



Exemplo Iluminação

/// Comparação de cenários – Emissões (fator crescente chegando a 0.3 tCO₂/MWh em 2050)



Fontes de Informação

- Consumo de Energia (agregado)
 - Balanço Energético Nacional - EPE
- Demografia e economia
 - IBGE (POF, PNAD, Censo), EPE, IPEADATA
- Iluminação (inclusive pública)
 - Abilumi, Abilux, AliceWeb, Procel, MME (PNEf)
- Climatização
 - ABRAVA, PROCEL/ELETROBRAS, IBGE (PNAD), INMETRO, REDEMET
- Refrigeração
 - PROCEL/ELETROBRAS, IBGE (PNAD), INMETRO
- Cocção
 - IBGE (PNAD), MME (BEU), EPE (BEN e PNE 2050), INMETRO (PBE)
- Aquecimento de água
 - ELETROBRAS (Procel) , MME (BEU), EPE (BEN e PNE 2050), INMETRO (PBE)
- Outros usos
 - Procel, IBGE (POF, PNAD, PAP), INMETRO
- Geração Distribuída
 - SWERA, IBGE, ANEEL e BACEN
- Emissões
 - IPCC (Guidelines), MCTI (Fator emissão grid)



Obrigado