

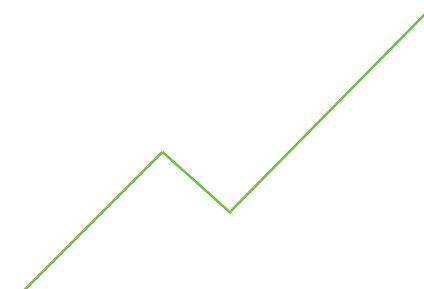


CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS DE BAIXO CARBONO APLICÁVEIS AOS SETORES-CHAVE DO BRASIL

ENERGIA

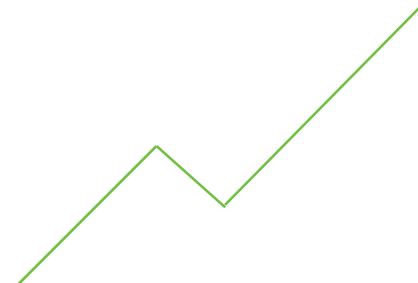
Pedro Rochedo

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.





Índice

- /// Aspectos conceituais
- /// Construção de Cenários
- /// Diferentes Abordagens
- /// Exemplos de cenários
- /// Fontes de Informação



Conceitos: Cenários

/// Com relação ao futuro:

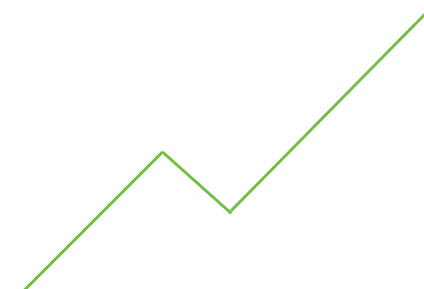
/// Projeção: descrição ou “caminho” para o futuro

/// Previsão: projeção mais provável

/// Inferência estatística, nível de confiança, risco, incerteza

/// Predição: processo subjetivo

/// Experiência





Conceitos: Cenários

/// Cenário:

/// Lugar onde se passa algum fato

/// Conjuntura, panorama, plano de ação

/// Scenario:

/// Resumo do enredo

/// Desenvolvimento previsto de possíveis eventos



Conceitos: Cenários

/// Cenário:

~~/// Lugar onde se passa algum fato~~

~~/// Conjuntura, panorama, plano de ação~~

/// Scenario:

~~/// Resumo do enredo~~

~~/// **DESENVOLVIMENTO PREVISTO DE POSSÍVEIS
EVENTOS**~~



Conceitos: Cenários

/// Dentro do nosso contexto:

/// Cenário: análise dos efeitos de estados futuros possíveis

/// Estado: Consumo energético, emissões, perfil de consumo

/// Inerentemente relacionado à conjunto de premissas

/// “Futuros possíveis”

/// Conjunto de cenários podem avaliar incertezas no presente

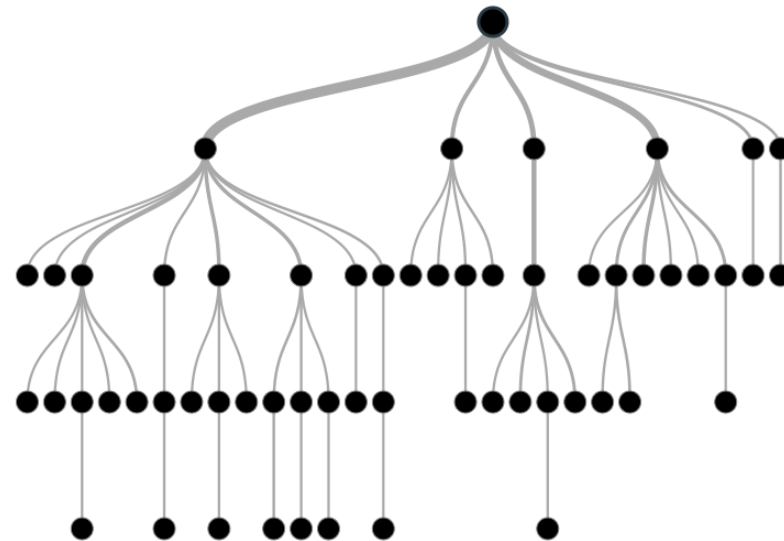
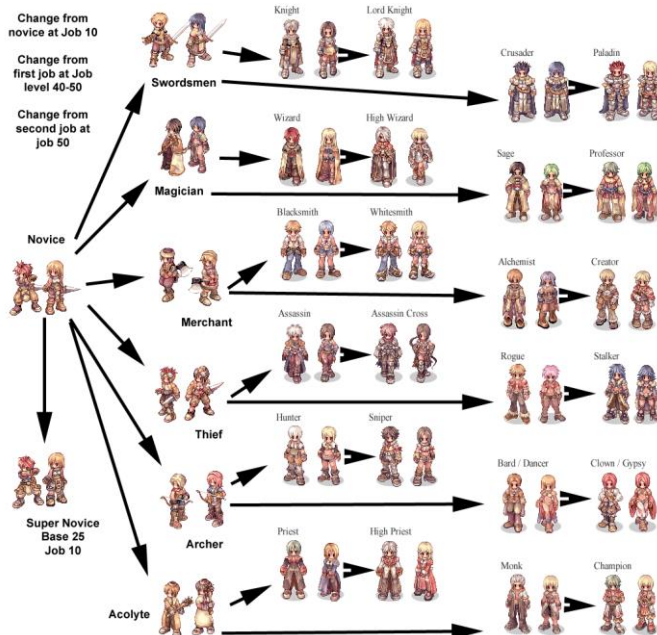
/// Exemplo: novas políticas, novas tecnologias

Conceitos: Cenários

/// Como gostaríamos de ver o futuro:

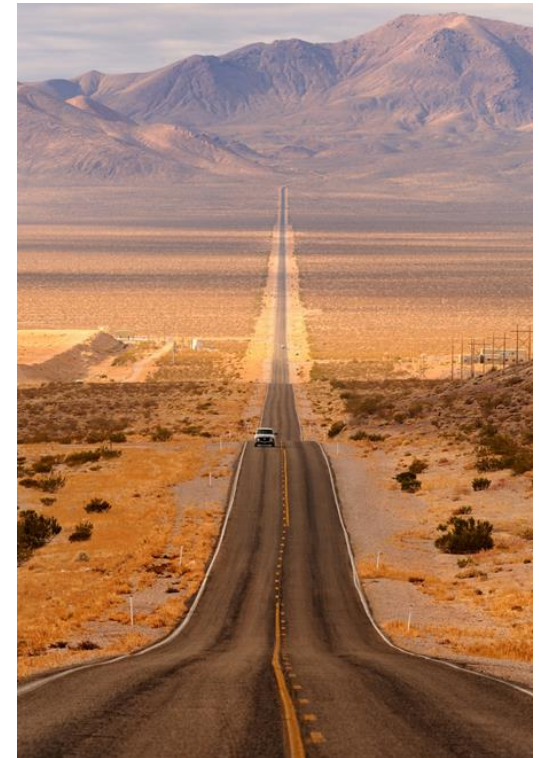


/// Como avaliar o futuro com cenários:



Conceitos: Cenários

/// Como o futuro é de verdade:



"It's a dangerous business, going out your door. You step onto the road, and if you don't keep your feet, there's no knowing where you might be swept off to." – J. R. R. Tolkien



Conceitos: Objetivo dos Cenários

- /// Fundamental: criar conjunto de informações sobre estados futuros
- /// Utilidade:
 - /// Auxiliar o planejamento
 - /// Avaliar robustez e/ou vulnerabilidades estruturais
 - /// Verificar efeitos de possíveis atividades atuais e/ou futuras (CP ou LP)
 - /// Auxiliar elaboração de instrumentos (política, mercado, ambiental)



Conceitos: Aplicação dos Cenários

- /// Objetivo: criar conjunto de informações sobre estados futuros
- /// Aplicação: utilizado de forma relativa, não de forma absoluta
 - /// Resultados são comparados dentro de um mesmo referencial
- /// Importante definir a base de comparação (referencial)

Conceitos: termos

- /// Cenário Referencial: base de comparação dos cenários alternativos
- /// Cenários Alternativos: demais visões de futuro
 - /// Diferenciam-se do referencial (ex: premissas)
- /// Linha de Base: ponto de partida da análise
 - /// Maior consenso ou aceitação sobre premissas básicas
 - /// Geralmente conservador
 - /// Pode ser o Referencial
 - /// IEA: Current Policies Scenario

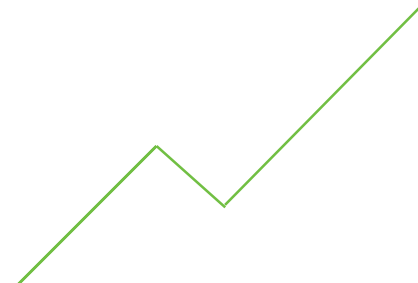


Conceitos: termos

- /// Business-as-usual (BAU): “passado explica o futuro”
 - /// Menor influência das premissas
 - /// Menor esforço técnico para elaboração
 - /// Em certos casos, pode não fazer sentido algum
- /// Mitigação/Baixo Carbono: cenários com esforços de redução de emissões de GEE
 - /// Representam os cenários alternativos
 - /// Através de políticas (mercado, ambientais, etc.)



Construção de Cenários





Construção de Cenários

/// Modelos Matemáticos (quantitativos)

- 1) Determinar escopo do problema e objetivo da análise
- 2) Definir premissas do cenário referencial
- 3) Quantificar o cenário referencial
- 4) Definir premissas do cenário alternativo
- 5) Quantificar o cenário alternativo
- 6) Comparar resultados e extrair conclusões



Construção de Cenários

- /// Determinar escopo do problema e objetivo da análise
- /// Variáveis de saída (decisão)
 - /// Ex: Energia, eletricidade, emissões
- /// Horizonte e escala de tempo
 - /// Ex: 2030 de ano em ano
- /// Nível de detalhamento e escopo
 - /// Ex: Setor elétrico do Sudeste
- /// Objetivo: análises e contribuições



Construção de Cenários

- /// Determinar premissas do cenário referencial
- /// Definir variáveis de entrada (exógenas)
 - /// Ex: PIB, população, imp/exp, taxa de desconto
- /// Determinar conjunto de premissas necessárias
 - /// Ex: perfil tecnológico, perfil de consumo, desagregação setorial, evolução tecnológica, entrada de novos agentes/fontes/tecnologias, restrições físicas/técnicas/econômicas/mercado, custos
- /// Determinar variáveis endógenas

Construção de Cenários

- /// Quantificar o cenário referencial
 - /// Elaborar modelo matemático e base de cálculo
 - /// Banco de dados
 - /// Equações, restrições e premissas
 - /// Softwares, planilhas, etc
- /// Validar resultados com dados disponíveis
 - /// Minimamente os resultados do ano inicial
- /// Organizar e avaliar resultados



Construção de Cenários

- /// Determinar premissas do cenário **alternativo**
- /// Definir **possíveis mudanças** nas variáveis de entrada (exógenas)
 - /// Ex: PIB, população, imp/exp, taxa de desconto
- /// Determinar **variações** nos conjunto de premissas necessárias
 - /// Ex: perfil tecnológico, perfil de consumo, desagregação setorial, evolução tecnológica, entrada de novos agentes/fontes/tecnologias, restrições físicas/técnicas/econômicas/mercado, custos
- /// Determinar variáveis endógenas



Construção de Cenários

- /// Quantificar o cenário alternativo
 - /// **Adaptar** modelo matemático e base de cálculo
 - /// Banco de dados
 - /// **Equações, restrições e premissas**
 - /// Softwares, planilhas, etc
- /// Validar resultados com dados disponíveis
 - /// Minimamente os resultados do ano inicial
- /// Organizar e avaliar resultados



Construção de Cenários

- /// Comparar resultados e extrair conclusões
- /// Organizar resultados de todos os cenários
- /// Elaborar análises quali/quantitativas dos resultados
- /// Avaliar efeito dos cenários alternativos em relação ao referencial
 - /// Determinar benefícios ou prejuízos dos cenários alternativos
- /// Reavaliar limitações da análise/modelo/cenários



Diferentes Abordagens

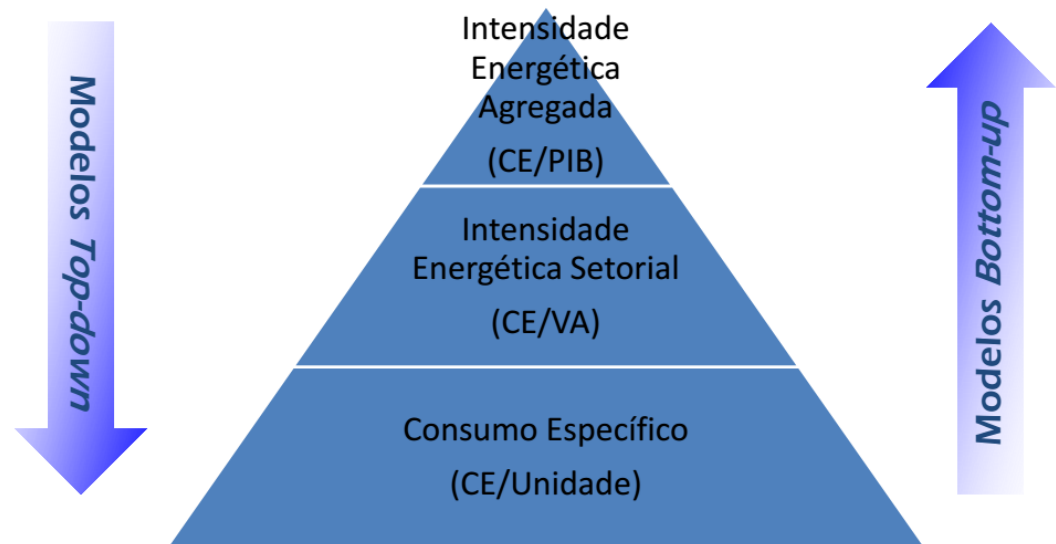


Construção de Cenários

/// Metodologias

/// Bottom-up

/// Top-down





Construção de Cenários

- /// Exemplo: renda total de um prédio de 10 andares (classe média)
 - /// Top-Down: premissas
 - /// 4 apartamentos por andar
 - /// Média familiar: 3 pessoas por apartamento
 - /// Filhos: média de 1,2 filhos por família
 - /// Renda per capita: 320 a 1120 R\$/hab/mês
 - /// Faces da Classe Média: 902 R\$/hab/mês da classe média
 - /// Total: R\$108.333 por mês



Construção de Cenários

/// Exemplo: renda total de um prédio de 10 andares (classe média)

/// Bottom-up: premissas

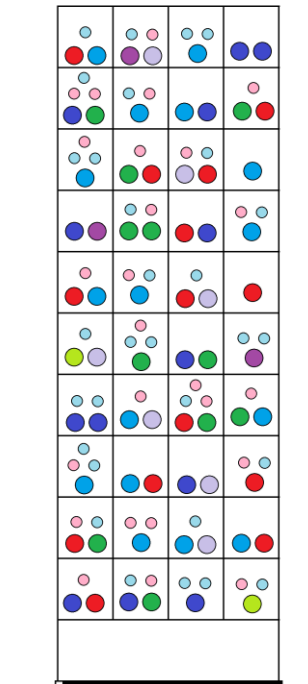
/// 4 apartamentos por andar

/// Bottom-up: Dados

/// "Censo"

/// Salário médio por profissão
(Fonte: Exame, Datafolha)

/// Total: R\$265.500 por mês



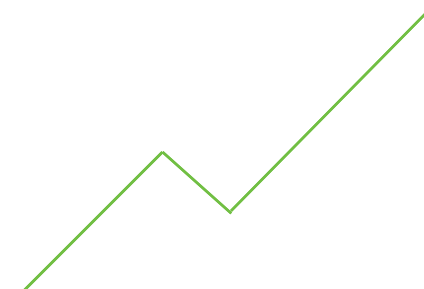


Exemplos de Cenários



Exemplos de construção de cenários

/// Exemplo 1: consumo de energia

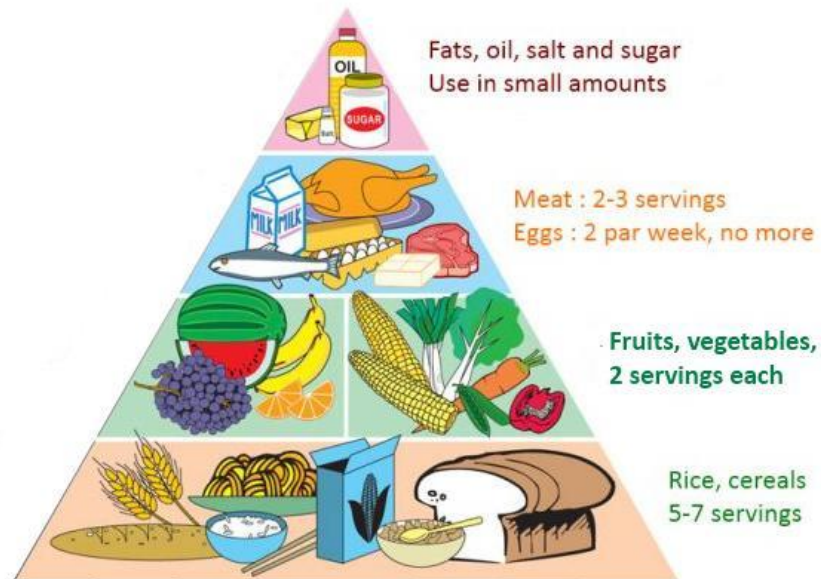


Exemplos de construção de cenários

/// Exemplo 1: consumo de energia

/// Tópico: Alimentação

/// Objetivo: Redução de peso





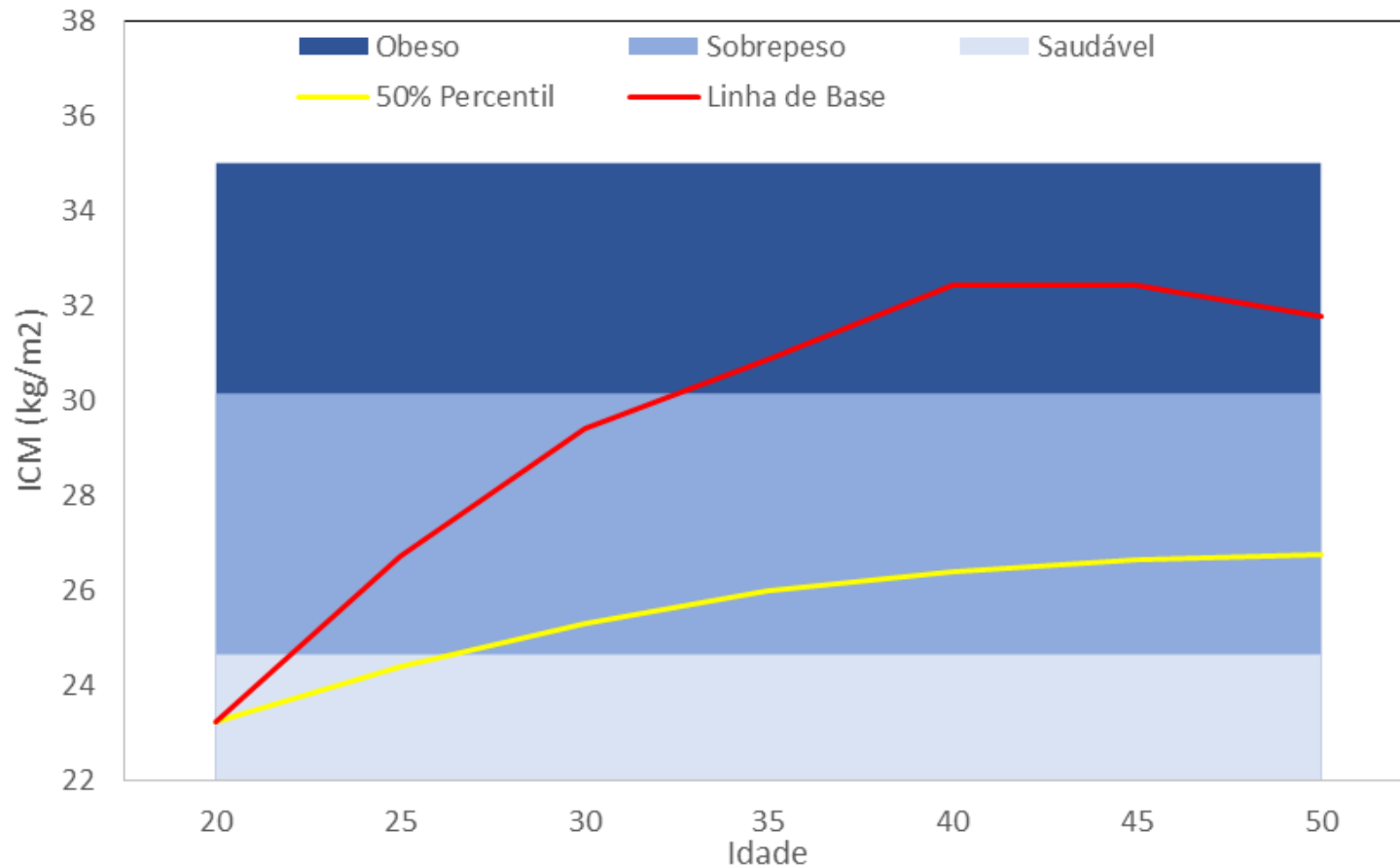
Exemplo 1: Alimentação (Hipotético)

- /// Objetivo: Avaliar alternativas para perder peso
- /// Escopo: Homem mediano (1,75 m)
- /// Horizonte: 20 a 50 anos
- /// Cenário referencial:
 - /// Dieta desbalanceada
 - /// >2500 kcal/dia
 - /// Sedentarismo



Exemplo 1: Alimentação

/// Referência?



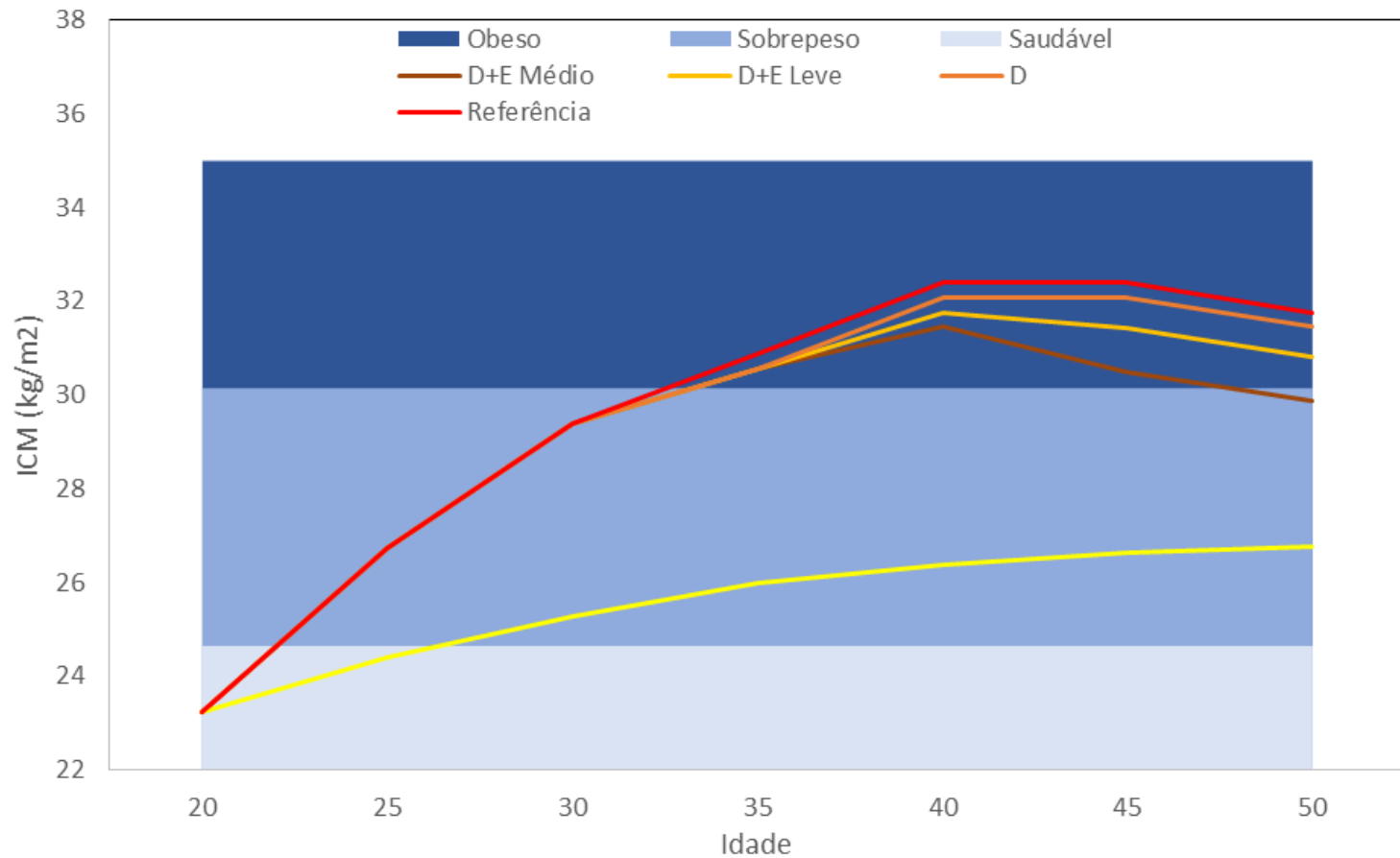
Exemplo 1: Alimentação

- /// Choque: perder peso após os 30 anos
- /// Estratégias de redução de peso:
 - /// Cenário D: Regular levemente a dieta
 - /// Cenário D+E Leve: Modificar dieta e exercício regular
 - /// Cenário D+E Médio: Modificar dieta e exercício frequente



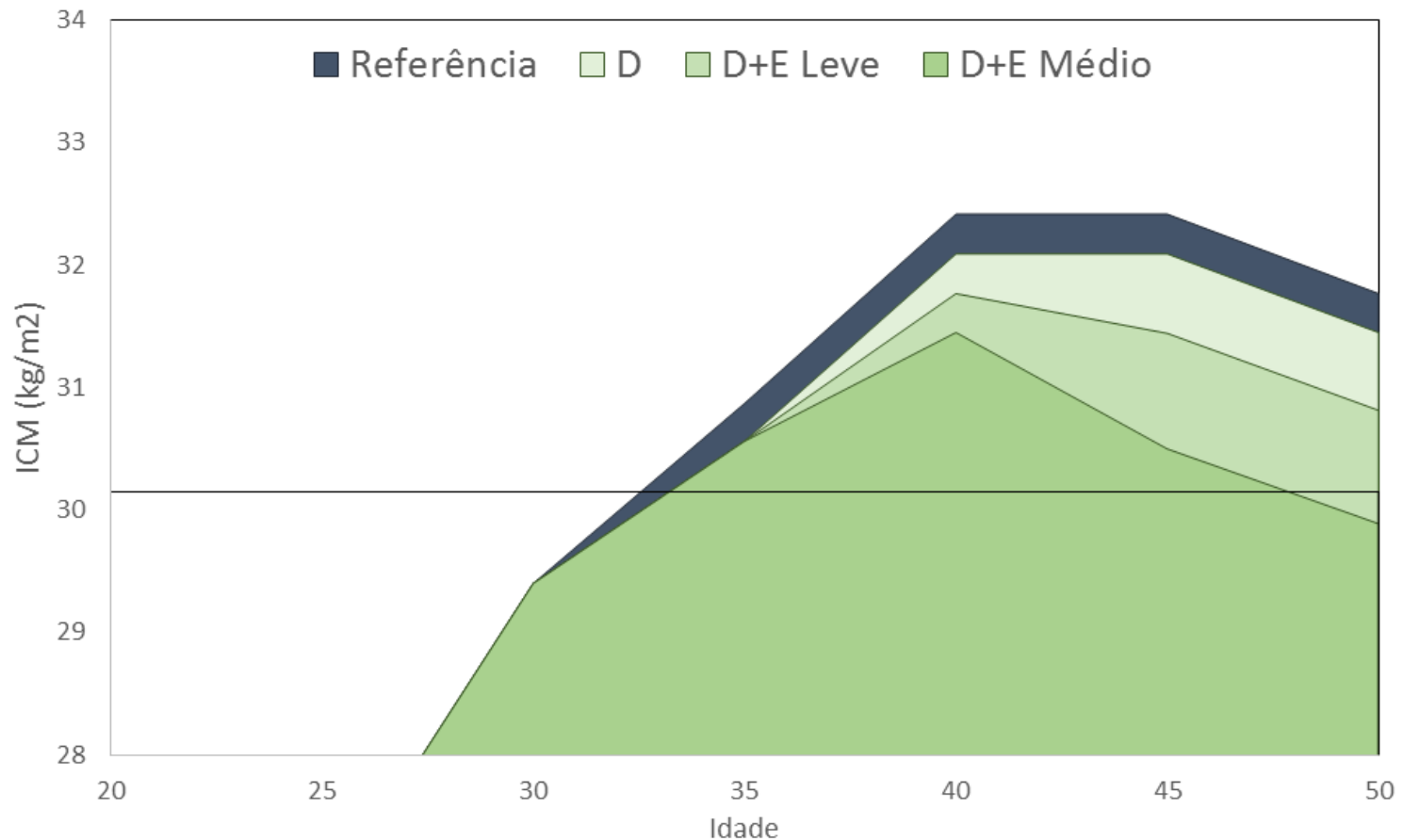
Exemplo 1: Alimentação

/// Cenários:



Exemplo 1: Alimentação

/// Cenários:





Exemplo 1: Alimentação

/// Conclusões

- /// Dieta precisa ser significativamente alterada para ver efeito
- /// Exercícios auxiliam a perder peso

/// Limitações

- /// Nutrição (adicionar restrições)
- /// Regimes de treinamento
- /// Custos e mudanças de hábito



Exemplo 1: Alimentação

- /// Limitações e considerações (modelo)
 - /// Dieta simplificada
 - /// Oferta de cesta de possíveis alimentos
 - /// Nutrição
 - /// Possível adicionar restrições (ex: sódio, carboidratos)
 - /// Regimes de treinamento
 - /// Oferta de cesta de opções (tempo, cansaço, energia adicional)
 - /// Custos e mudanças de hábito



Exemplo 2: Consumo energético pessoal

- /// Objetivo: Avaliar consumo energético pessoal
- /// Escopo: atividades pessoais diretas
 - /// Identificar atividades com emissão
- /// Horizonte: próximos 48 meses



Exemplo 2: Consumo energético pessoal

/// Referencial:

/// Eletricidade: consumo direto

/// Residencial: média de 200 kWh/mês (2 habitantes)

/// Comercial: estimativa de 100 kWh/mês

/// Transporte: deslocamento

/// 2 viagens de 35km por dia de semana

/// 15 km nos fim de semanas

/// Tecnologia: carro pessoal com rendimento de 14 km/l/p



Exemplo 2: Consumo energético pessoal

/// Referencial:

/// Gás Natural:

/// Residencial: média de 6 Nm³/mês (2 habitantes)

/// Comercial: estimativa de 1 Nm³/mês (refeições)

/// Preços: aumento igual de 0,1% ao mês

/// Eletricidade: 0,6 R\$/kWh

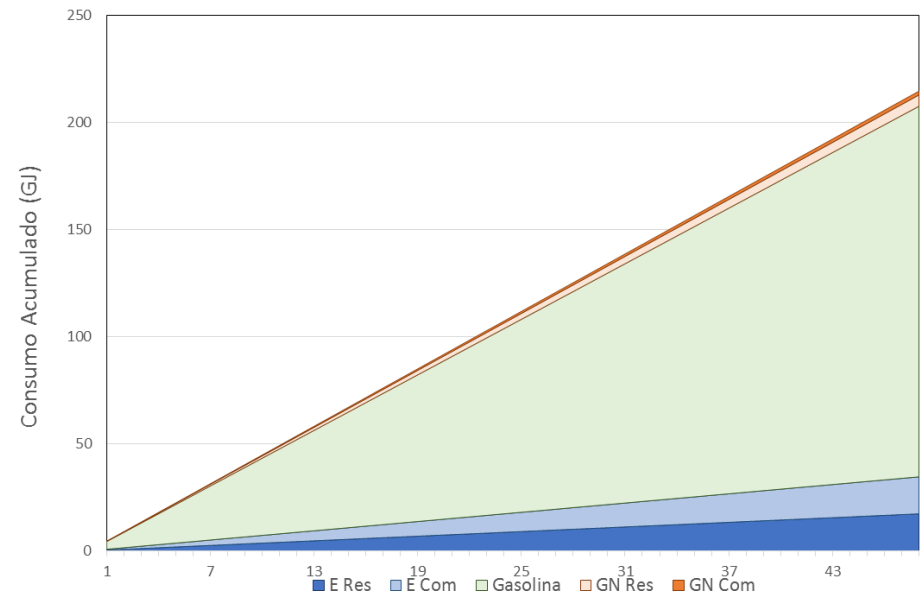
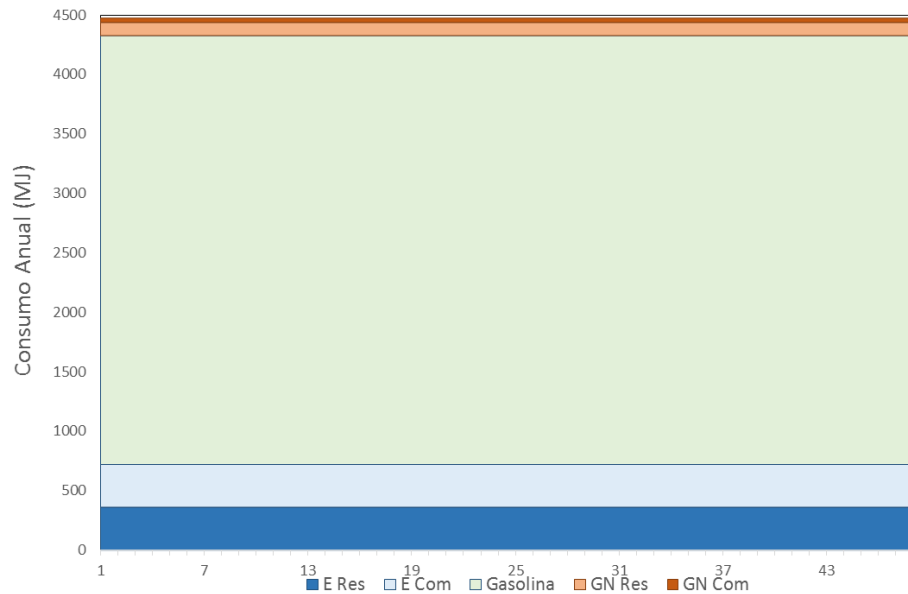
/// Gás Natural: 6 R\$/Nm³

/// Gasolina: 3 R\$/l

Exemplo 2: Consumo energético pessoal

/// Referencial: consumo energético

/// Mensal e Acumulado





Exemplo 2: Consumo energético pessoal

/// Referencial: outros parâmetros

/// Fator de emissão:

/// Gás e gasolina constantes (56 e 70 tCO₂/TJ)

/// Eletricidade: 0,1 tCO₂/MWh, crescente 10% ao ano (0,8% ao mês)

/// Preços: aumento igual de 0,1% ao mês

/// Eletricidade: 0,6 R\$/kWh

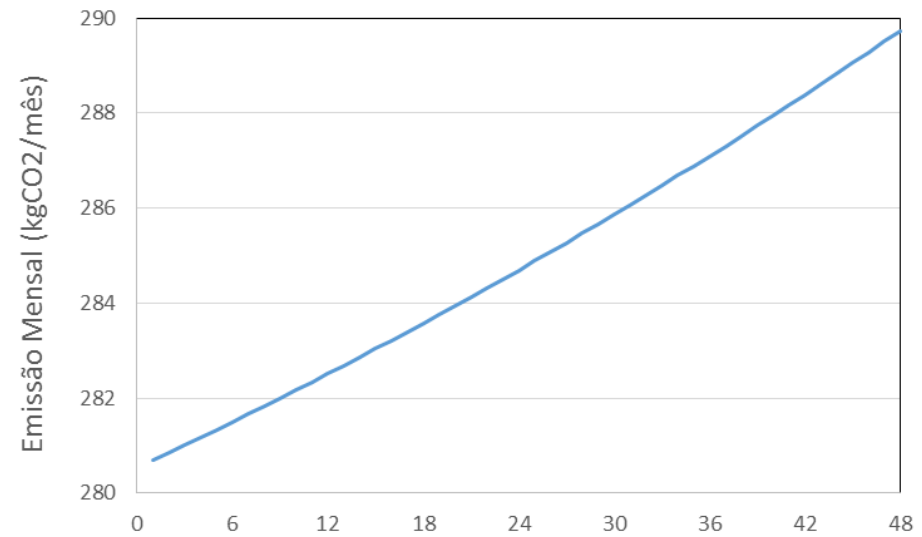
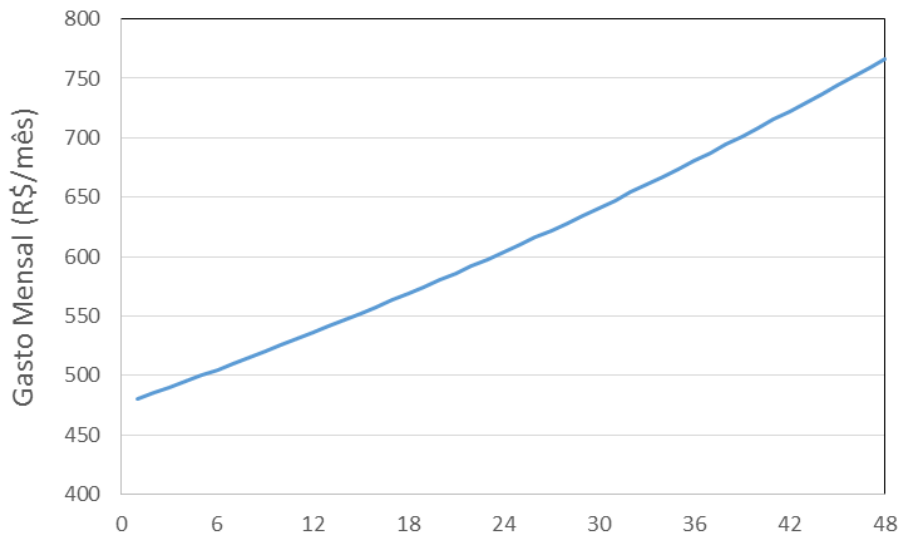
/// Gás Natural: 6 R\$/Nm³

/// Gasolina: 3 R\$/l



Exemplo 2: Consumo energético pessoal

/// Referencial: outros parâmetros





Exemplo 2: Consumo energético pessoal

/// Alternativa 1: home office 2 dias por semana

/// Reduz cerca de 600 km por mês → 40 l mês → 1,4 GJ/mês

/// Energia: 30% de redução no consumo mensal

/// Custo: 21% redução do custo mensal no mês 48

/// Emissões: 26% redução da emissão mensal no mês 48

Exemplo 2: Consumo energético pessoal

- /// Alternativa 2: Trocar para carro mais eficiente
- /// Investimento: 48 prestações de R\$1.000
- /// Rendimento: 18 km/l
- /// Reduz 22% do consumo mensal → 25 l mês → 0,8 GJ/mês
- /// Energia: 22% de redução no consumo mensal
- /// Custo: aumento de 215% no mês 48
- /// Emissões: 19% redução da emissão mensal no mês 48



Exemplo 2: Consumo energético pessoal

/// Alternativa 3: Home office + trocar para carro

/// Mesmos parâmetros

/// Não existe problema de dupla contagem

/// Reduz 600 km e faz restante de forma mais eficiente

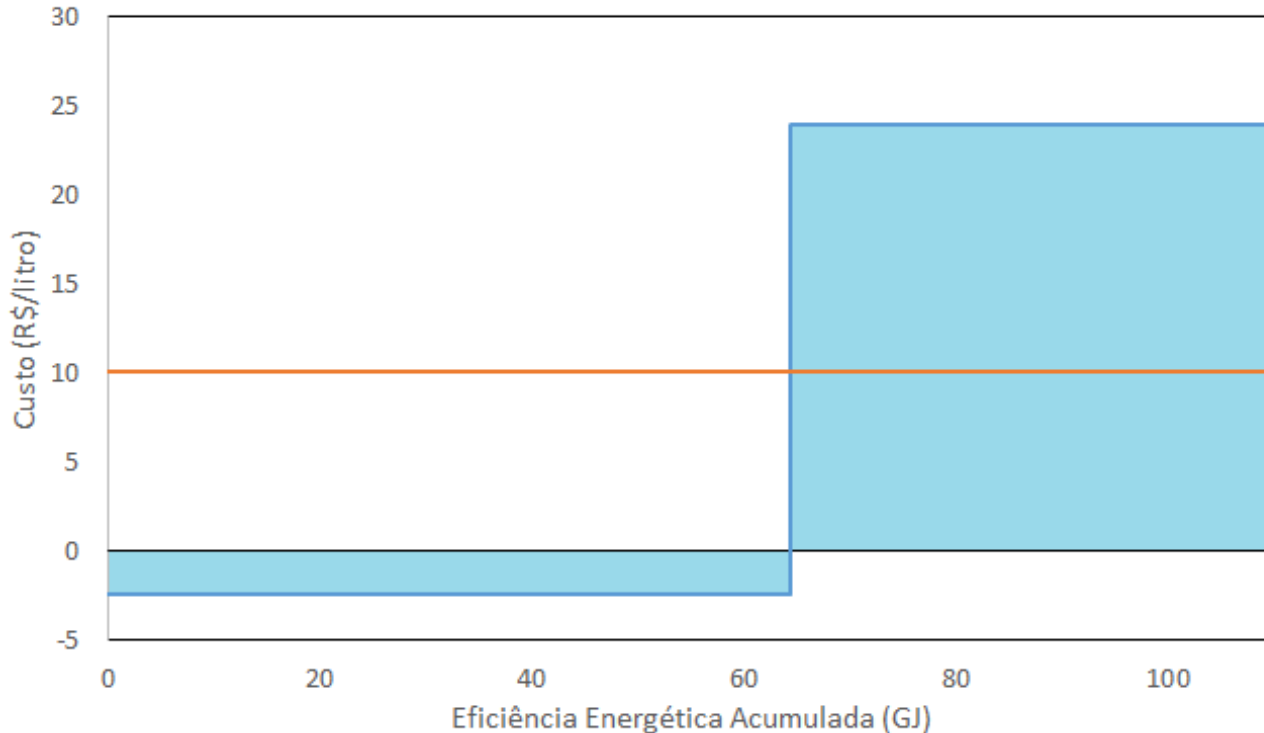
/// Energia: 52% de redução no consumo mensal

/// Custo: aumento de 195% no mês 48

/// Emissões: 36% redução da emissão mensal no mês 48

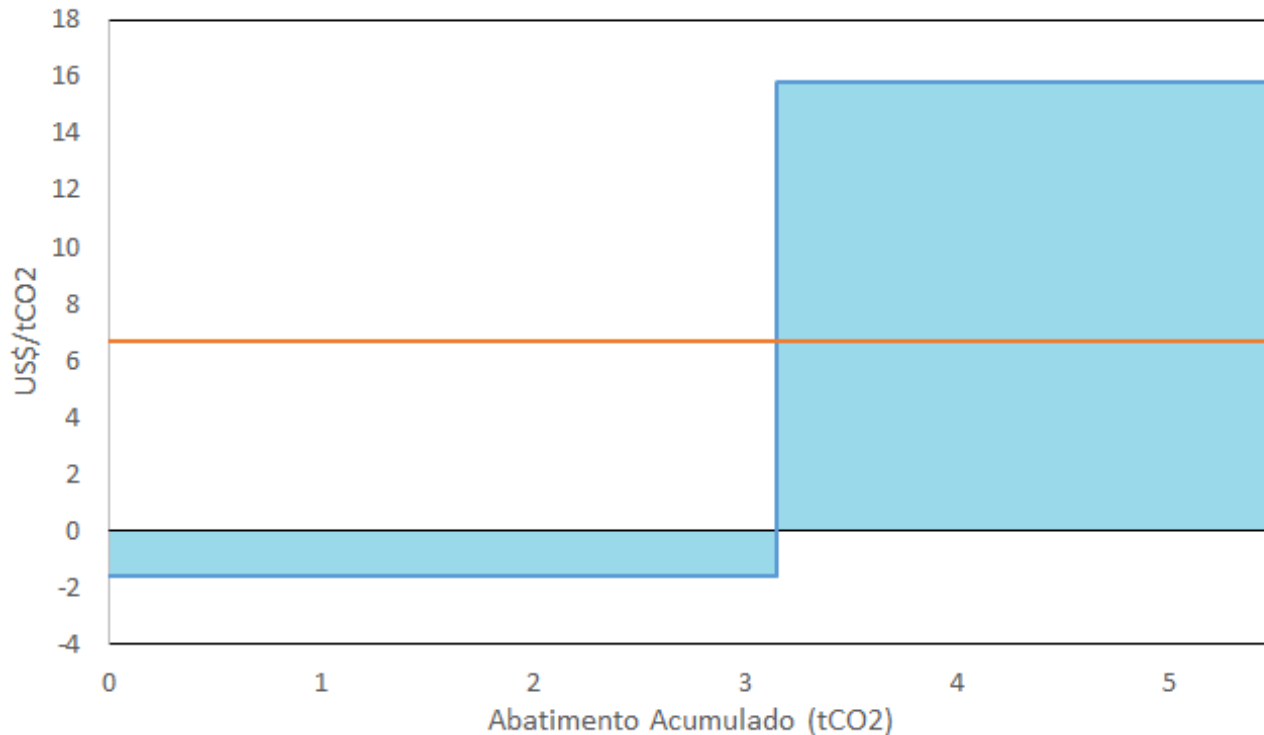
Exemplo 2: Consumo energético pessoal

/// Análise: Energia → gasolina variou de 3 a 5 R\$/l



Exemplo 2: Consumo energético pessoal

/// Análise: Emissões

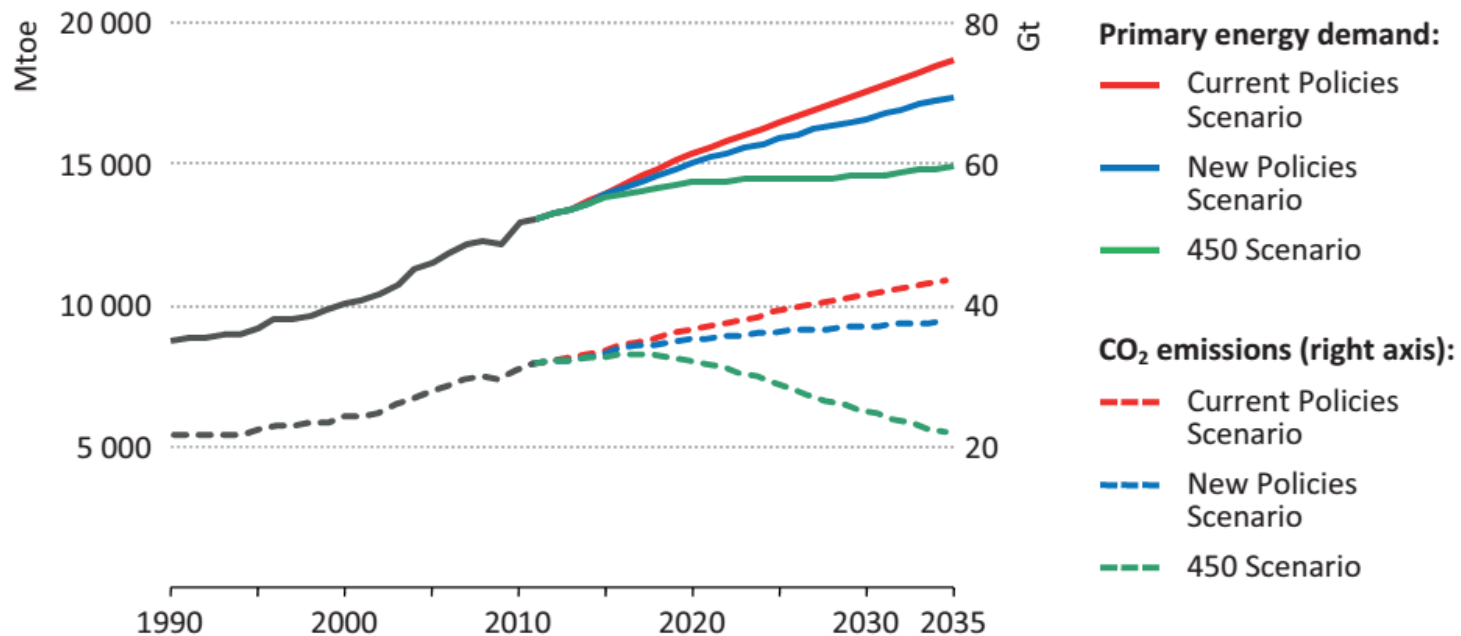




Exemplos de Cenários

/// Exemplo 1: World Energy Outlook - 2035

Figure 2.1 ▶ World primary energy demand and related CO₂ emissions by scenario



Note: Mtoe = Million tonnes of oil equivalent; Gt = gigatonnes.



OBRIGADO

Pedro R. R. Rochedo

pedrorochedo@ppe.ufrj.br