



Conceitos de Regulação Aplicados à Tarifação de Sistemas de Distribuição

ANDRÉ LUIS ROSSI DE OLIVEIRA

UTAH VALLEY UNIVERSITY

WORKSHOP TARIFA BINÔMIA – ANEEL

BRÁSILIA, 8 DE NOVEMBRO DE 2018

Sumário

- ▶ Aspectos econômicos da determinação de preços
- ▶ Estudos empíricos sobre tarifas de distribuição
- ▶ Impactos sobre a geração distribuída
- ▶ Tarifas de distribuição no Brasil
- ▶ Discussão

Aspectos econômicos da determinação de preços

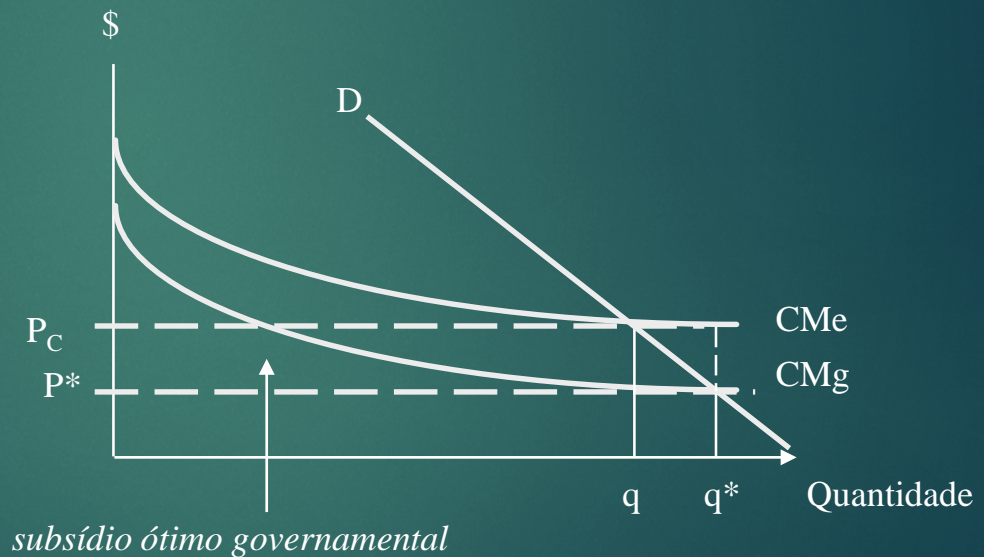
- ▶ Um dos erros mais comuns no tocante ao que diz a Microeconomia sobre tarifas de eletricidade (e tarifas em geral) é que os custos fixos devem ser recuperados por intermédio de uma tarifa fixa.
- ▶ A Microeconomia não tem muito a dizer sobre como as empresas devem recuperar os seus custos fixos, mas é taxativa quanto à parte variável (consumo) da tarifa. Ela estabelece que o preço por kWh deve refletir o custo marginal de curto prazo da energia, o que inclui não apenas os custos de produção, mas também os seus custos externos (associados à emissão de gases do efeito estufa, poluição etc.).
- ▶ Quando o preço é igual ao custo marginal, um kWh adicional é consumido se, e somente se, o seu valor é maior do que o seu custo para a sociedade.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Principais tipos de tarifa (preços)
 - ▶ Preço igual ao custo médio
 - ▶ Preços de Ramsey
 - ▶ Tarifas de duas partes
 - ▶ Tarifas multipartes
 - ▶ Tarifas de demanda de potência

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Preço igual ao custo médio
 - ▶ Quando o preço é igual ao custo marginal, não há garantia de que a distribuidora conseguirá recuperar todos os seus custos.



Aspectos econômicos da determinação de preços

▶ Preços de Ramsey

- ▶ São definidos como os preços que resolvem o problema de maximização do bem-estar social sujeito à restrição de lucro não-negativo para a firma.
- ▶ Suponha que uma firma venda seu produto ou serviço em dois mercados independentes, A e B.
- ▶ Nesse caso, o problema da firma é:

$$\begin{aligned} & \max_{p_A, p_B} EC_A(p_A) + EC_B(p_B) \\ & \text{s.a. } Lucro \geq 0 \end{aligned}$$

onde EC é o excedente do consumidor e p_A e p_B são os preços nos dois mercados.

Aspectos econômicos da determinação de preços

▶ Preços de Ramsey

- ▶ Não é necessário incluir o excedente do produtor, pois o lucro será igual a zero.
- ▶ A solução desse problema é: $\frac{p_i - c}{p_i} = \frac{\theta}{\varepsilon_i}$, $i = A, B$, onde c é o

custo marginal e θ é uma constante.

- ▶ Observe que a margem de preço (mark-up) é inversamente proporcional à elasticidade.
- ▶ A aplicação dessa regra gera preocupações quanto à equidade da tarifa. Consumidores com demanda inelástica são geralmente aqueles que não têm muitas alternativas.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Preços de Ramsey
 - ▶ Combinando as fórmulas para os dois mercados, obtemos:

$$\left(\frac{p_A - c}{p_A} \right) \Bigg/ \left(\frac{p_B - c}{p_B} \right) = \varepsilon_B / \varepsilon_A$$

- ▶ Essa equação pode ser usada para definir as tarifas para diferentes classes de consumidores.
- ▶ Quando a firma produz mais de um bem ou serviço com demandas interdependentes, deve-se:
 - ▶ Reduzir o preço do serviço se isso acarretar o aumento da demanda por outro serviço.
 - ▶ Elevar o preço do serviço se ele concorrer com outro serviço prestado pela firma.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Tarifas de duas partes
 - ▶ O consumidor paga uma tarifa fixa se estiver conectado à rede, e uma tarifa volumétrica por kWh.
 - ▶ A tarifa fixa depende do tamanho do excedente do consumidor, e não está relacionada ao custo de fornecimento do serviço de energia elétrica. Sendo assim, em princípio não há porque supor que ela deva ser destinada a cobrir os custos fixos da empresa.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Tarifas de duas partes
 - ▶ Exemplo: Uma distribuidora de eletricidade tem 100 consumidores, cada um com uma demanda mensal dada por $q = 100 - 100p$.
 - ▶ O custo marginal de fornecer eletricidade é de 10 centavos por kWh.
 - ▶ Suponha primeiramente que a empresa cobre 20 centavos por kWh. Nesse caso, cada consumidor comprará 80 kWh por mês e terá um excedente igual a $(0.8 \times 80)/2 = R\$32$.

Aspectos econômicos da determinação de preços

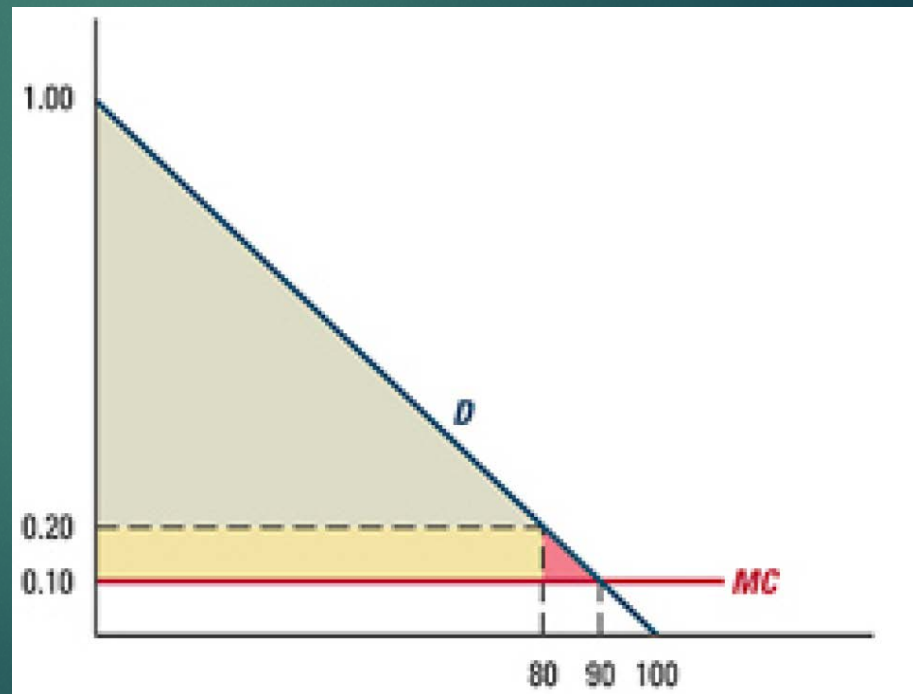
- ▶ Tarifas de duas partes
 - ▶ Se a empresa conhecer as demandas dos consumidores e puder cobrar uma tarifa fixa de R\$32, o seu lucro será igual a $(0,2 - 0,1) \times 80 + 32 = \text{R}\40 por consumidor, ou R\$4.000 por mês.
 - ▶ Se a empresa decidir abaixar a tarifa volumétrica para 10 centavos por kWh, ela poderá cobrar uma tarifa fixa máxima de R\$40,50. Nesse caso, o seu lucro por consumidor será igual a $(0,1 - 0,1) \times 90 + 40,50 = 40,50$, e o seu lucro mensal será de R\$ 4.050 por mês.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Tarifas de duas partes
 - ▶ Observe que a diferença entre os dois planos, de 50 centavos de lucro por consumidor, é igual à perda de peso morto causada pela tarifa volumétrica de 20 centavos por kWh.
 - ▶ Fica claro que qualquer perda de peso morto criada por um preço unitário mais alto do que o custo marginal é incorrida pela firma.
 - ▶ Portanto, ao usar uma tarifa de duas partes, a empresa maximiza o seu lucro ao cobrar uma tarifa volumétrica igual ao seu custo marginal.
 - ▶ Os incentivos da empresa estão alinhados à maximização do bem-estar social.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Tarifas de duas partes



Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Tarifas de duas partes
 - ▶ Embora a cobrança de uma tarifa fixa igual de todos os consumidores residenciais não seja incomum, essa prática não é recomendável para consumidores comerciais ou industriais, devido às grandes diferenças de tamanho entre eles (número de empregados, volume de vendas, tamanho das instalações etc.). Não faz sentido cobrar o mesmo valor fixo de uma siderúrgica e de uma pequena loja de varejo, por exemplo.
 - ▶ Mesmo no caso de consumidores residenciais, essa prática de cobrar uma tarifa fixa uniforme pode ser questionada quanto à sua equidade e a seus efeitos distributivos:
 - ▶ Equidade: Um consumidor que consome pouca eletricidade paga o mesmo que um que consome muita eletricidade.
 - ▶ Distributivo: Residências de renda mais alta consomem mais eletricidade.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Tarifas multipartes
 - ▶ O preço marginal pago pelo consumidor varia de acordo com a quantidade consumida.
 - ▶ No caso da tarifação pelo preço médio, a contribuição de cada consumidor para a receita adicional (acima da que é gerada pela tarifa volumétrica) é proporcional ao seu consumo. Já no caso de uma tarifa fixa, todos os consumidores pagam o mesmo valor independentemente do seu consumo.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Tarifas multipartes

- ▶ Tarifa por bloco decrescente

- ▶ Uma parte maior da receita adicional necessária é alocada aos consumidores de demanda mais alta do que aos de demanda mais baixa, mas não proporcionalmente.
 - ▶ Como o preço marginal que se aplica a volumes mais baixos de consumo é maior do que o custo médio, o preço marginal para volumes mais altos pode ser estabelecido em um nível próximo do custo marginal, o que diminui a perda de peso morto no consumo dessas unidades.
 - ▶ Comparada à tarifa fixa, no entanto, a tarifa por bloco decrescente tem a desvantagem de cobrar um preço marginal mais alto de consumidores com níveis mais baixos de consumo, o que os incentiva a diminuir (de forma ineficiente) o seu consumo.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Tarifas multipartes
 - ▶ Tarifa por bloco crescente
 - ▶ Justificativas:
 - ▶ Efeitos distributivos: É provável que a maior parte do consumo dos consumidores de baixa renda caia na faixa de tarifas mais baixas, o que redistribui renda dos consumidores de alta renda para os de baixa renda.
 - ▶ Economia de energia: O consumo agregado de energia tende a cair.
 - ▶ Limitações
 - ▶ Há estudos que mostram que a redistribuição de renda proporcionada por esse tipo de tarifa não é muito significativa quando existe uma tarifa social.
 - ▶ Não está comprovado que uma tarifa por bloco crescente sempre reduz o consumo residencial, e nem toda conservação de energia é benéfica.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Tarifas multipartes
 - ▶ Tarifa por bloco crescente
 - ▶ Limitações
 - ▶ A eficiência econômica desse tipo de tarifa, comparada com a da tarifa pelo preço médio, depende do que acontece com a perda de peso morto. Isso, por sua vez, depende de como o aumento do consumo dos consumidores que pagam um preço menor do que o custo médio (mas maior do que o custo marginal) se compara com a queda de consumo daqueles que pagam o preço mais alto. Estudos mostram que o efeito sobre a eficiência econômica é provavelmente negativo.
 - ▶ Da mesma forma que a tarifa fixa homogênea, a tarifa por bloco crescente não faz muito sentido no contexto de consumidores comerciais e industriais, já que eles variam muito em tamanho e volume de energia consumida.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Tarifas de demanda de potência
 - ▶ A demanda de potência é medida em kW e corresponde à média da potência elétrica solicitada pelo consumidor à empresa distribuidora durante um intervalo de tempo especificado, normalmente 15 minutos. A tarifa em R\$/kW é aplicada ao maior valor medido durante o período de fornecimento considerado.
 - ▶ Justificativas:
 - ▶ Demanda de potência seria uma aproximação ao consumo do consumidor durante horários de pico do sistema.
 - ▶ Captura o custo fixo de disponibilizar a capacidade necessária para fornecer o serviço ao consumidor.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Tarifas de demanda de potência
 - ▶ Problemas:
 - ▶ O consumo de pico do consumidor pode não coincidir com o do sistema.
 - ▶ A demanda de potência mais alta do consumidor não é necessariamente o fator determinante da sua contribuição para a necessidade de capacidade de geração, transmissão e distribuição. O uso de medidores inteligentes praticamente elimina a justificativa para o uso de tarifa de demanda de potência.
 - ▶ A capacidade necessária para fornecer o serviço ao consumidor está associada a investimentos na rede de distribuição local e na conexão às instalações do consumidor cujos custos já foram incorridos e que já estão em boa parte afundados. Esses custos são determinados pelas características da conexão e não pelo consumo de pico do consumidor após a conexão já ter sido estabelecida.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Conclusões parciais
 - ▶ Tarifa volumétrica deve ser estabelecida no nível mais próximo possível do custo marginal de curto prazo, incluindo um adicional pelos custos externos (externalidades) gerados.
 - ▶ A tarifa volumétrica deve refletir a variação do custo marginal ao longo do tempo.
 - ▶ Em prol da equidade, tarifas fixas devem refletir os custos fixos efetivamente necessários para atender as diferentes categorias de consumidores.

Aspectos econômicos da determinação de preços

- ▶ Conclusões parciais
 - ▶ Custos fixos que não podem ser atribuídos a categorias específicas de consumidores devem ser recuperados por meio de uma combinação de tarifas fixas mais altas e um adicional à tarifa volumétrica.
 - ▶ Não há boas justificativas para usar tarifas de demanda de potência ou tarifas por blocos.

Estudos empíricos sobre tarifas de distribuição

- ▶ Kansas - Hansen and O'Sheasy (2012)
 - ▶ Para cada tipo de tarifa, os valores foram calculados de forma a manter a receita total da empresa inalterada (tarifa neutra).
 - ▶ Tipos de tarifas estudados
 - ▶ Tarifa volumétrica
 - ▶ Calculada como o valor da tarifa por kWh que geraria a receita base da empresa.
 - ▶ Potencialmente muito distante do custo marginal.

Estudos empíricos sobre tarifas de distribuição

- ▶ Kansas - Hansen and O'Sheasy (2012)
 - ▶ Tipos de tarifas estudados
 - ▶ Tarifa de duas partes
 - ▶ O total de custos fixos da empresa foi dividido pelo número de consumidores para obter uma taxa fixa mensal por consumidor
 - ▶ Dada a receita obtida com a aplicação da taxa fixa, foi calculada a tarifa volumétrica que produziria a mesma receita base.
 - ▶ Tarifa por bloco crescente
 - ▶ Foram criados três blocos de preços para cada estação do ano. Os limites entre os blocos foram definidos de forma que cada bloco contivesse aproximadamente um terço dos consumidores.

Estudos empíricos sobre tarifas de distribuição

- ▶ Kansas - Hansen and O'Sheasy (2012)
 - ▶ Tipos de tarifas estudados
 - ▶ Tarifa por bloco crescente
 - ▶ Os preços em cada bloco foram calculados de forma a terem um efeito neutro sobre a receita. O preço do primeiro bloco ficou 10% mais baixo do que o do segundo bloco, enquanto o do terceiro bloco ficou 25% acima do preço do segundo bloco.
 - ▶ Tarifa por horário de uso
 - ▶ Calculadas com base nos custos marginais por período de tempo, dados pelos preços da eletricidade no mercado de atacado conhecido como Southwest Power Pool (SPP).
 - ▶ As tarifas foram estabelecidas para estações do ano e horários do dia de forma que os custos marginais fossem razoavelmente homogêneos dentro de cada período de tempo.

Estudos empíricos sobre tarifas de distribuição

- ▶ Nova York – The Brattle Group (2018)
 - ▶ Estudo sobre os custos marginais da empresa Consolidated Edison.
 - ▶ O custo marginal é calculado, para cada centro de custo, como o investimento incremental em dólares por kW necessário para atender um incremento de carga.
 - ▶ O estudo procura responder três perguntas fundamentais:
 - ▶ Qual é o custo do investimento (em \$/kW)?
 - ▶ Quando o investimento será necessário?
 - ▶ Onde o investimento será necessário?

Estudos empíricos sobre tarifas de distribuição

- ▶ Nova York – The Brattle Group (2018)
 - ▶ Esse tipo de estudo é adequado para os sistemas elétricos atuais, em que cresce a importância de recursos energéticos distribuídos (como energia solar, armazenagem, uso eficiente de energia e gerenciamento de demanda). Nesse caso, é importante determinar os custos marginais com menor nível de granularidade.
 - ▶ No entanto, o custo marginal calculado nesse estudo não é o custo marginal de curto prazo. Ele tem características de custo de longo prazo.

Impactos sobre a geração distribuída

- ▶ Net metering é o mecanismo de cobrança pelo qual a distribuidora tem a obrigação de comprar a energia exportada pela instalação de geração do consumidor ao preço corrente do kWh, independentemente do valor daquela energia para a rede elétrica. Em essência, o medidor de consumo anda para trás quando o consumidor exporta energia para a rede, sendo que qualquer excedente pode ser abatido da conta de energia do consumidor no ciclo de faturamento seguinte.
- ▶ Caso a tarifa seja estruturada em duas partes (parte fixa mais preço por kWh), a receita gerada pelos consumidores que têm direito ao net metering cai mais rapidamente do que os custos da distribuidora (sob a hipótese de que a tarifa volumétrica é maior do que o custo marginal para compensar uma tarifa fixa baixa). O resultado é uma queda da receita líquida que precisa ser compensada com um aumento de tarifas para os demais consumidores daquela classe.

Impactos sobre a geração distribuída

- ▶ Portanto, o net metering combinado com tarifas de duas partes gera subsídios cruzados. A geração distribuída é subsidiada pelos consumidores regulares.
- ▶ É preciso rever os mecanismos tarifários utilizados para evitar esse tipo de problema e criar os incentivos adequados para a instalação de painéis solares, em particular, e outros tipos de recursos energéticos distribuídos, em geral.

Impactos sobre a geração distribuída

- ▶ A ênfase tradicional em estruturas tarifárias simplificadas e preços invariantes no tempo gera uma série de problemas. Quando a tarifa não varia de acordo com o horário de consumo, os consumidores que usam mais eletricidade nos horários de pico são subsidiados por aqueles que consomem menos nos horários de pico.
- ▶ Tarifas sem diferenciação temporal não geram incentivos para que os consumidores com GD controlem o seu consumo líquido nos momentos em que a sua produção de energia diminui e os custos da distribuidora ainda são altos. Se a geração de energia fotovoltaica (e outros tipos de GD) não tiver um impacto significativo na demanda de pico, ela não promoverá o aumento da confiabilidade do sistema, a redução da probabilidade de perda de carga e a diminuição dos custos de racionamento. Sendo assim, ela não conseguirá reduzir as necessidades de expansão das redes de transmissão e distribuição nem diminuir os custos de energia e de expansão de capacidade da distribuidora.

Impactos sobre a geração distribuída

- ▶ No caso de painéis solares, é possível que o uso de eletricidade dos consumidores nos períodos de pico quase não se reduza em comparação com os níveis anteriores à instalação dos painéis. Se a tarifa refletisse os custos marginais ao longo do dia, haveria um incentivo para que os consumidores instalassem painéis solares com orientação adequada para a produção de energia em horários de pico e geraria incentivos para que todos os consumidores reduzissem o seu consumo nesse horários.

Tarifas de distribuição no Brasil

- ▶ Grupo A: Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária, caracterizado pela tarifa binômia.
- ▶ Grupo B: Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, caracterizado pela tarifa monômia.

Tarifas de distribuição no Brasil

- ▶ Tarifa de baixa renda: Têm direito à tarifa social (baixa renda) as famílias inscritas no Cadastro Único do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome que tenham renda familiar mensal per capita de até meio salário mínimo ou até três salários mínimos quando houver, entre seus membros, portador de doença ou patologia cujo tratamento necessite de equipamentos que dependam do consumo de energia. Indígenas, quilombolas e aqueles que recebem o Benefício de Prestação Continuada (BPC) também têm direito à tarifa social.

Tarifas de distribuição no Brasil

- ▶ Modalidades tarifárias
 - ▶ **Azul:** aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia.
 - ▶ **Verde:** modalidade tarifária horária verde: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, assim como de uma única tarifa de demanda de potência.

Tarifas de distribuição no Brasil

- ▶ Modalidades tarifárias
 - ▶ Convencional Binômia: aplicada às unidades consumidoras do grupo A caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, independentemente das horas de utilização do dia. Esta modalidade será extinta a partir da revisão tarifária da distribuidora.
 - ▶ Convencional Monômia: aplicada às unidades consumidoras do grupo B, caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia.
 - ▶ Branca: aplicada às unidades consumidoras do grupo B, exceto para o subgrupo B4 e para as subclasses Baixa Renda do subgrupo B1, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia.
- ▶ Sistemas tarifários em discussão

Discussão

- ▶ O problema da dificuldade de recuperação dos custos fixos tem piorado nos últimos anos, à medida que as empresas têm que arcar com novos custos que não contribuem diretamente para o custo marginal social de fornecimento de energia para um consumidor específico. Alguns exemplos são os programas de eficiência energética, descontos para consumidores de baixa renda e subsídios para a geração distribuída.
- ▶ Outro problema é que os programas de eficiência energética e geração distribuída reduzem a demanda por eletricidade, o que faz com que o déficit de receita (diferença entre custos totais e receita total) aumente se a tarifa volumétrica da empresa for igual ao seu custo marginal. Além disso, esse déficit terá que ser financiado por um consumo menor de kWh.

Discussão

- ▶ Equidade e causalidade
 - ▶ Tipos de custo fixo
 - ▶ Específicos: Aqueles que podem ser atribuídos diretamente a um consumidor ou classe de consumidores pelo uso do serviço da empresa, mas que não variam com a quantidade de kWh consumidos. Alguns exemplos são os custos adicionais de medição ou de cobrança de contas para um consumidor específico e os custos de manutenção da conexão entre o medidor do consumidor e o sistema de distribuição.
 - ▶ Do sistema: Aqueles que não podem ser atribuídos a um consumidor (ou classe de consumidores) específico e são independentes da quantidade de kWh consumidos. Alguns exemplos são custos de construção e manutenção da rede de distribuição local, o overhead corporativo e programas sociais.

Discussão

- ▶ É necessário realizar uma análise abrangente que especifique:
 - ▶ Os objetivos do regulador: Eficiência, equidade, distribuição de renda.
 - ▶ As alternativas de tarifação existentes.
 - ▶ As restrições a que o regulador e as empresas estão sujeitos.
- ▶ É essencial ter uma boa estimativa dos custos marginais das distribuidoras de eletricidade.
- ▶ Deve ser realizado também um estudo empírico do perfil dos consumidores de eletricidade e sua sensibilidade a preços marginais.
- ▶ Ideal: Tarifas dinâmicas
 - ▶ Limitação: medidores inteligentes