NOTAS DE AULA

Economia do Setor Público

Professor Victor Oliveira

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Sumário

1 Introdução

Young economists are often extremely diffident about presenting their work. Remember, though, good research is rarely done in solitary confinement; and appearing inexperienced in public leaves you no worse off than obscurity and anonymity. A presentation can improve your work, acquaint senior scholars with it, and raise your visibility with editors and potential employers.

Hamermesh, 1992

Economics studies the competitive and the cooperative behavior of people in resolving conflicts of interests that arise because wants exceed what is available.

Alchian & Allen, 1972

1.1 Utilidade

A ideia de utilidade como expressão de grau de felicidade é de Jeremy Bentham. Essa ideia já foi ultrapassada há muito tempo.

Ken Binmore (Rational Decisions, Princeton University Press, 2009, pp. 19–22) denomina essa concepção de falácia da utilidade causal, o termo "causal" aqui designando a ideia de que é a utilidade que explica a ação, não o contrário. O erro é propagado pelos próprios economistas neoclássicos nos livros-textos, quando dão a entender que "o indivíduo escolhe A em vez de B porque ele prefere A a B", mas não explicam o que isso realmente significa. Se você pensar bem, verá que essa concepção contraria a teoria da preferência revelada, segundo a qual é a observação empírica da escolha de A, em vez de B, que revela que o indivíduo prefere A a B, não o contrário. Para resumir o que disse até aqui, temos duas concepções distintas:

- teoria benthamista (concepção antiga) o indivíduo escolhe A em detrimento de B porque ele prefere A a B;
- teoria da preferência revelada (concepção moderna): é porque o indivíduo escolhe A em detrimento de B, que podemos dizer que ele prefere A a B.

É claro que a definição moderna de utilidade é dada em termos de equivalência: "a alternativa A é preferida a B se, e somente se, a utilidade de A é maior que a utilidade de B". Note, porém, que essa definição nada diz quanto à ação tomada: ela apenas conecta uma estrutura de preferências com uma representação numérica. Tudo permanece, portanto, no mundo das preferências, não da ação.

A concepção que a Teoria Econômica adota hoje é a da preferência revelada. Como diz Binmore, "o fato de que a utilidade costumava significar uma coisa e hoje significa outra, compreensivelmente é causa de muita confusão" (op. cit., p. 19). A concepção moderna liberta a teoria da preferência revelada de quaisquer pretensões psicológicas.

Para entendermos a moderna Teoria Econômica, devemos voltar a Lionel Robbins e a um termo que ele utilizou: consistência. Consistência nada mais é que transitividade. Ele chama de consistência porque é essa propriedade o que nos garante observar consistência nas escolhas dos indivíduos.

A melhor explicação para isso é evolucionária e quem a fornece é Armen Alchian. A natureza tende a eliminar os indivíduos que expressam intransitividades, não importa se consciente ou inconscientemente. Quando falamos de racionalidade em termos evolucionários, é preciso distinguir entre causas próximas e causas últimas. Isso é mais ou menos o que eu expliquei em outro texto sobre preferências instrumentais e intrínsecas. Por que os pássaros cantam na primavera? A causa próxima é que as cordas vocais emitem sons, motivadas por reações químicas e neuronais. A causa última é que assim eles sinalizam seu território e evitam conflitos desnecessários, além de sinalizar a disposição para reproduzir, garantindo a preservação da espécie. Os pássaros não sabem e nem se preocupam se esse comportamento é racional ou não, mas esse comportamento é racional, no sentido de ser o melhor comportamento para a sobrevivência. Se os pássaros fossem conscientemente racionais, tomariam essa decisão. Eles não são, mas os que sobreviveram aos tempos são justamente aqueles cujos comportamentos consistentemente se alinharam à causa última. De modo similar, Alchian argumenta que as forças econômicas tenderão a eliminar do mercado os investidores que consistentemente não procuram maximizar os lucros.

Observe que a teoria econômica não nega que eventualmente alguns indivíduos expressem intransitividades (ou inconsistência ou irracionalidade), como os críticos em geral gostam de alardear. O que os críticos não levam em conta é o aspecto evolucionário. A realização de intransitividades causa perdas no ambiente que prejudicam o indivíduo e o eliminam. É justamente esse aspecto que os críticos ignoram. Seguindo Binmore, suponha que um indivíduo X tem preferências cíclicas, $A > B > C > A$, e tem recursos de \$10. Um negociante Y lhe oferece A em troca de B e mais \$1, o que X aceita. Estamos aqui supondo que a unidade monetária é apropriada para que a troca acompanhada da cessão de \$1 seja compatível com as preferências de X. O negociante Y então oferece C em troca de A e mais \$1, o que X mais uma vez aceita. Depois Y lhe oferece B em troca de C e mais \$1. Findo esse ciclo, X volta à situação inicial, só que \$3 mais pobre. Y então repete o processo até que X fique sem recursos e seja eliminado.

A teoria da preferência revelada é uma filha da teoria neoclássica e, como tal, é a doutrina oficial da economia neoclássica, patente em todos os livros-textos (Binmore, p. cit., p. 20). Neste ponto, passo a palavra ao próprio Binmore:

> "O tipo de crítico que pensa que os economistas são sacanas, pessoas desajustadas que só pensam em dinheiro, geralmente ignoram o pensamento oficial em favor de um espantalho que é fácil de nocautear. Dizem que a economia neoclássica é baseada no princípio de que as pessoas são egoístas. (...) Não é verdade que o egoísmo é um axioma da teoria econômica. Eu suspeito que esse erro tão generalizado exista porque as pessoas pensam que os agentes racionais devem agir por auto-interesse porque eles maximizam sua própria função de utilidade, em vez de alguma outra função-objetivo social. Mas dizer tais coisas é mostrar que não entendeu nada da teoria da preferência revelada".

O argumento evolucionário de Alchian significa que as pessoas agem como se maximizassem a utilidade, não que elas efetivamente maximizam. Elas nem pensam nisso, mas seu comportamento, se consistente, não será desconforme com isso.

Demos acima a definição de utilidade, aquela que todos conhecemos dos livros-textos, expressa em termos de uma equivalência entre ordenação no âmbito das preferências e uma correspondente ordenação no âmbito das utilidades numéricas. Nesse sentido, a utilidade de fato é uma construção baseada nas preferências, mas devemos entender que as preferências não são o elemento primitivo da teoria da preferência revelada. Os elementos primitivos são as escolhas observadas!

O objetivo do modelo de livro-texto é fornecer um *modus ratiocinandi*, um modo de conectar conceitos para explicar fenômenos, e não simplesmente achar que a teoria é igual ao modelo.

1.2 O Mercado

Considere o mercado de um bem qualquer, digamos, frango. É importante especificar o período de tempo em que a transação é relevante, por exemplo, por semana. Assim, quando se diz que um consumidor consome ou demanda um frango, deve-se subentender que ele demanda um frango por semana. O mesmo vale para a oferta e a mesma unidade de tempo deve subjazer a todas as quantidades mencionadas, a todas as utilidades e funções de custo consideradas. Sem essa especificação, os conceitos de oferta e demanda perdem totalmente o sentido.

Para simplificar, em vez de considerar uma curva de oferta agregada e uma de demanda agregada genéricas, impessoais, suponha que cada demandante demande um e apenas um frango e que, similarmente, cada ofertante oferte um e apenas um frango. Cada um deles terá um nome (os ofertantes e os demandantes). Os demandantes são ordenados de forma descendente a partir da valoração mais alta[1], ou seja, desde aquele que está disposto a pagar mais até aquele disposto a pagar menos, como na tabela abaixo.

Assim, o número 3 relativo a Maria significa que Maria possui a terceira maior disposição a pagar pelo frango (R$ 7), não que ela demande três unidades.

Tabela 1.1 – Preços de Demanda

Demandante	Preço de demanda
1. João	9
2. Pedro	8
3. Maria	7
4. Carla	6,50
5. Antônio	5,50
6. Dora	3
7. Gustavo	1
8. José	0
9. Patrícia	0
10. Amélia	0

Os ofertantes também são pessoas, só que eles serão ordenados de forma ascendente, desde o que está disposto a ofertar por menos até aquele disposto a ofertar por mais, como na tabela abaixo.

[1] O preço de demanda é o preço que as pessoas estão dispostas a pagar por bens e serviços quando uma determinada quantidade ou quantidade está disponível.

Tabela 1.2 – Preços de Oferta

Ofertante	Preço de oferta
1. Catarina	1
2. Augusto	2
3. Roberto	3
4. Aline	4
5. Paula	5
6. Marcelo	6
7. Tiago	7
8. Luíza	8
9. Agnes	9
10. César	10

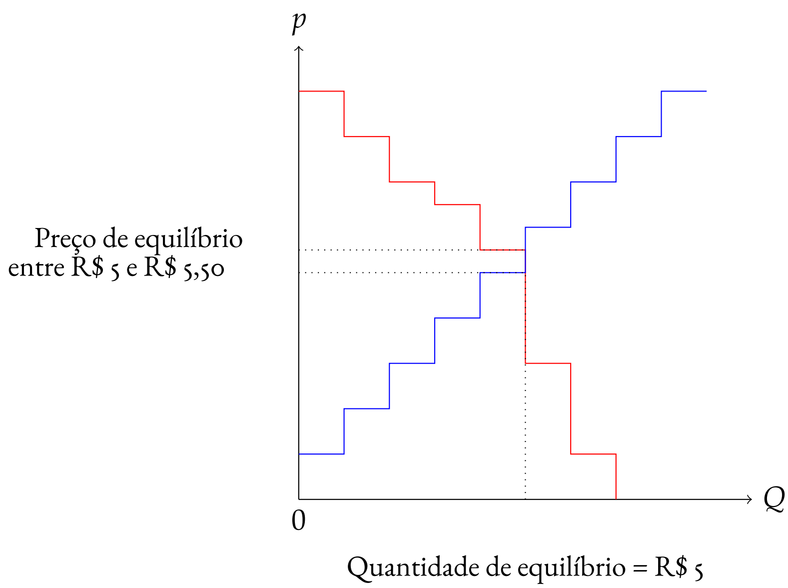
Juntando tudo numa tabela só, temos o seguinte quadro de preços de demanda e de oferta para as diversas quantidades de frango transacionadas:

Tabela 1.3 – Preços de Demanda e de Oferta por Unidade

Quantidade	Preço de demanda	Preço de oferta
1	9	1
2	8	2
3	7	3
4	6, 50	4
5	5, 50	5
6	3	6
7	1	7
8	0	8
9	0	9
10	0	10

A lista de preços de oferta e de demanda pode ser melhor visualizada mediante sua representação gráfica. No eixo horizontal coloco as quantidades e no eixo vertical o valor monetário correspondente ao preço, seja de oferta ou de demanda, como na Figura 1.1.

Figura 1.1 – Curvas de Oferta e de Demanda do Mercado de Frangos



Pela tabela acima – e com a ajuda do gráfico –, podemos ver que ao preço de R$ 5 por frango, a quantidade ofertada por semana é igual à quantidade demandada. Um equilíbrio de mercado é o comércio de 5 frangos no período ao preço de R$ 5 a unidade.

Para mostrarmos que a quantidade de equilíbrio é de 5 unidades, vejamos o que ocorre quando a quantidade comercializada é de 4 unidades ou de 6 unidades. Se a quantidade comercializada fosse de 4 unidades, tanto o quinto ofertante (Paula) quanto o quinto demandante (Antônio) veriam a possibilidade de ganhos no comércio da quinta unidade. Com efeito, o demandante Antônio pagaria R$ 5,50 pelo frango e a ofertante Paula aceitaria R$ 5 por ele, de modo que existe espaço para a troca. Se o sexto ofertante, Marcelo, decidisse ofertar a sexta unidade, ele teria um custo marginal de R$ 6, mas a sexta demandante, Dora, só estaria disposta a pagar R$ 3 pela sexta unidade. Assim, Marcelo não conseguiria cobrir o seu custo marginal.

Disse acima que um equilíbrio de mercado é o comércio de 5 frangos no período ao preço de R$ 5 a unidade. Ora, outro equilíbrio seria o comércio de 5 frangos ao preço de R$ 5,50 a unidade. Procedendo do mesmo modo como fiz acima, é fácil ver que esse também é um equilíbrio. Mas qual é a diferença entre os dois? É o preço de equilíbrio! Paula exige no mínimo R$ 5 para ofertar a quinta unidade e Antônio está disposto a pagar no máximo R$ 5,50 por ela. Portanto, qualquer preço entre R$ 5 e R$ 5,50 pode equilibrar a oferta com a demanda. Qual preço prevalecerá? É nesse ponto que a Microeconomia abre espaço para a barganha e para isso há uma literatura abundante e cursos específicos. Independentemente do resultado da barganha, o importante é que o preço final acordado não afetará os ganhos totais de troca, afetará, porém, toda a distribuição dos ganhos de troca entre ofertantes e demandantes.

Com esta alocação final de equilíbrio, nenhuma outra revisão seria mutuamente aceitável. Esta é uma situação de compensação de mercado (*market-clearing*).

A interação entre a demanda e a oferta é importante não simplesmente porque estabelece um preço, mas porque, no processo, revela valores subjetivos relativos; estabelece um preço que permite que as pessoas troquem para que cada uma delas consiga uma combinação preferencial de bens.

Ninguém precisa conhecer a estrutura de demanda dos demais potenciais demandantes. Ninguém precisa conhecer a própria estrutura de demanda. Tudo o que é requerido é que diante de uma oportunidade de comprar ou vender, o indivíduo pode tomar uma decisão.

Qual o propósito dos conceitos de demanda e de oferta?

1. explicar como os mercados reduzem os custos dos agentes para ajustarem seu consumo diante de mudanças nos gostos.

2. mostrar como a competição interpessoal pelos bens existentes é resolvida no mercado.

3. explicar como a negociação ou ajuste de preços facilita a realocação de bens.

4. ver como o mercado economiza os custos do agente para coletar informações.

5. comparar o sistema de negociação em uma situação de liberdade com uma situação em que haja restrições.

1.3 Teoremas do Bem-Estar

Como tal, o estudo dos mercados em economia está intrinsecamente ligado a problemas de divisão justa. Tais problemas perguntam: como um conjunto de mercadorias pode ser razoavelmente dividido entre várias partes? Obviamente, os problemas de divisão justa são de grande significado prático e os mercados são um mecanismo do mundo real pelo qual bens e serviços podem ser alocados entre várias partes. Existem muitos tipos de problemas de divisão justa, que dependem de diversos fatores, incluindo a natureza das preferências dos participantes, os tipos de bens divididos e os critérios de justiça desejados. A pesquisa sobre problemas de divisão justa abrangeu uma série de abordagens, incluindo estudos sobre a existência ou não de divisões justas, as propriedades de divisões justas e algoritmos para produzir divisões justas. Em tais problemas, os atores atribuem valores diferentes a bens diferentes, de acordo com suas próprias funções de utilidade.

Existem muitos critérios pelos quais a conveniência de uma divisão pode ser avaliada. Consequentemente, o sucesso do mercado pode ser medido pela conveniência da alocação produzida.

Na economia, no entanto, a noção de eficiência tem sido o principal critério pelo qual o sucesso do mercado na alocação de bens é avaliado. Em particular, a eficiência do mercado é considerada propriedade da otimização de Pareto: sob uma divisão ideal de Pareto, é impossível melhorar uma parte individual sem piorar a outra. Entendido em outras palavras, em divisões que não são ótimas para Pareto, é possível realocar de forma que todas as partes estejam em melhor situação.

Grosso modo, o primeiro teorema fundamental da economia do bem-estar afirma que os mercados competitivos tenderão ao equilíbrio de alocações eficientes. Serve de justificativa teórica para a eficácia dos mercados. Qual o motivo para conhecermos os teoremas do bem-estar? Se valessem as condições do primeiro e segundo teoremas de bem-estar na prática todo o problema do setor público teria solução teórica trivial. Senão vejamos. Para que apresentemos os teoremas de bem-estar precisamos de algumas definições.

Definição 1.1: Alocação Factível

Uma alocação $\left(\{\mathbf{x}^n\}_{n=1}^N, \{\mathbf{y}^h\}_{h=1}^H\right)$ é dita factível se $\sum_n \mathbf{x}^n \leq \sum_n \overline{\mathbf{x}}^n + \sum_h \mathbf{y}^h$. Ou seja, alocações factíveis são aquelas tais que os indivíduos não consomem mais do que aquilo que existe após as decisões de produção das firmas.

Definição 1.2: Alocação Pareto-Eficiente

Uma alocação factível é dita Pareto-eficiente se não existe nenhuma outra alocação factível tal que $\mathbf{x}^n \succsim_n \widetilde{\mathbf{x}}^n$ para todo n e $\mathbf{x}^n \succ_n \widetilde{\mathbf{x}}^n$ para pelo menos um n. Uma alocação $\widetilde{\mathbf{x}}$ é dita eficiente no sentido de Pareto se não existir uma forma de melhorar uma pessoa sem piorar outra.

Os dois teoremas de bem-estar vão relacionar alocações eficientes com as resultantes de um equilíbrio competitivo.

O primeiro teorema diz, essencialmente, que se todo bem relevante é negociado em um mercado com preços conhecidos publicamente (ou seja, se mercados são completos) e as firmas e os domicílios são tomadores de preços então o resultado de mercado é Pareto ótimo. Em poucas palavras, com mercados completos todo equilíbrio competitivo é necessariamente Pareto eficiente.

Formalmente, temos o teorema a seguir.

Definição 1.3: Primeiro Teorema do Bem-Estar

Seja $\left(\{\widehat{\mathbf{x}}^n\}_{n=1}^N, \{\widehat{\mathbf{y}}^h\}_{h=1}^H, \widehat{\mathbf{p}}\right)$ um equilíbrio competitivo com nenhum consumidor localmente saciado, então $\left(\{\widehat{\mathbf{x}}^n\}_{n=1}^N, \{\widehat{\mathbf{y}}^h\}_{h=1}^H\right)$ é um ótimo de Pareto.

No caso do segundo teorema do bem-estar social, sua importância reside no fato de que, se válido, qualquer alocação eficiente pode ser atingida com uma simples redistribuição das dotações iniciais seguida do mecanismo de mercado.

Definição 1.4: Segundo Teorema do Bem-Estar

Suponha que $\left(\{\widehat{\mathbf{x}}^n\}_{n=1}^N, \{\widehat{\mathbf{y}}^h\}_{h=1}^H\right)$ é um ótimo de Pareto tal que pelo menos um domicílio não esteja saciado. Então, com:

1. preferências convexas
2. conjuntos de produção convexos
3. alocação $\widehat{\mathbf{x}} \in \mathbb{X}^h, \, \forall h$
4. continuidade das preferências

existe $\widehat{\mathbf{p}}$, tal que $\left(\{\widehat{\mathbf{x}}^n\}_{n=1}^N, \{\widehat{\mathbf{y}}^h\}_{h=1}^H, \widehat{\mathbf{p}}\right)$ é um equilíbrio competitivo. Em palavras, se as preferências individuais e os conjuntos de possibilidade de produção das firmas são convexos, existe um conjunto completo de mercados com preços publicamente conhecidos e todos os agentes são tomadores de preços, então toda alocação Pareto eficiente pode ser alcançada como o equilíbrio competitivo para uma distribuição adequada das dotações iniciais.

Os pressupostos implícitos do PTBE são: i) não há externalidades no consumo; ii) economia competitiva e iii) existe um equilíbrio. As implicações do teorema são que os preços são estatística suficiente para todas as informações de que os agentes precisam para seu processo decisório.

A noção de eficiência do equilíbrio competitivo remonta a Adam Smith e sua metáfora da mão invisível. A hipótese fundamental subjacente aos teoremas está na existência de um conjunto completo de mercados. Como sabemos, a definição de bens nos dá grande flexibilidade para incorporar escolhas intertemporais e escolha sob incerteza. Porém, essa mesma flexibilidade torna a ideia de completeza muito mais delicada, em particular na presença de assimetrias de informação e de custos de transação. Uma outra crítica importante diz respeito à hipótese de concorrência propriamente dita, que elimina a possibilidade de poder de mercado em geral, o que não ocorre com muita facilidade. Há outras falhas de mercado diretamente concernentes ao estudo da economia do setor público, como bens públicos (quando o consumo de um bem por um agente não impede o consumo por outro agente), e externalidades (tanto no consumo quanto na produção).

As implicações do STBE são que os problemas de distribuição e alocação podem ser separados. Podemos redistribuir as dotações de bens para avaliar a riqueza dos agentes e usar os preços para indicar a escassez relativa. Valendo as condições do segundo teorema é que qualquer alocação eficiente pode ser atingida com uma simples redistribuição das dotações iniciais seguida do mecanismo de mercado. Se as preferências individuais e os conjuntos de possibilidade de produção das firmas são convexos, existe um conjunto completo de mercados com preços publicamente conhecidos e todos os agentes são tomadores de preços, então toda alocação Pareto eficiente pode ser alcançada como o equilíbrio competitivo para uma distribuição adequada das dotações iniciais. Redistribuição da alocação (transferências *lump-sum*) tem um papel fundamental na teoria de finanças públicas, porque permite uma solução eficiente do problema distributivo.

Para o segundo teorema, a hipótese de convexidade é especialmente problemática no que concerne ao conjunto de produção. Eliminam-se assim os retornos crescentes de escala que parecem caracterizar o processo produtivo de muitos bens. Para que uma transferência seja *lump-sum* é necessário que os domicílios não possam afetar o tamanho da transferência com mudanças em seu comportamento. Assim, uma contribuição uniforme é sempre (ou quase sempre) possível. Porém, não é uma transferência. Mais interessante é uma transferência efetiva das dotações iniciais, onde dotações de alguns agentes sejam transferidas para outros agentes. Nesse caso, é importante que o governo possa observar essas dotações para efetuar as transferências. Algumas das mais importantes dotações iniciais, porém, não são observáveis, como o talento, a inteligência, etc.

A alternativa para o governo seria perguntar para as pessoas quais as suas dotações iniciais e promover a transferência com base nessas informações. Naturalmente, as pessoas só falariam a verdade se isso fosse de seu interesse, o que tende a reduzir a importância prática do segundo teorema, mas define a essência do *trade-off* entre distribuição e eficiência.

No que se segue, vamos considerar os efeitos da não-observação das condições dos teoremas de bem-estar. Com relação ao primeiro teorema, vamos analisar o que acontece quando há bens-públicos (capítulo 2) e externalidades (capítulo 3). Com relação ao segundo, vamos admitir a impossibilidade de tributação *lump-sum*. Neste caso, vamos admitir que o governo somente pode redirecionar recursos por meio de tributos. Assim, vamos estudar como ocorre a incidência de impostos (capítulo 4) na economia, vamos avaliar os custos sociais da utilização de tributos que não são *lump-sum* (capítulo 5) e como os bens são afetados pela tributação (capítulo 6). Por fim, vamos tentar entender a tributação do trabalho (capítulo 7).

2 Bens Públicos

I think that it is a relatively good approximation to truth – which is much too complicated to allow anything but approximations – that mathematical ideas originate in empirics. [. . .] As a mathematical discipline travels far from its empirical source, or still more, if it is a second and third generation only indirectly inspired by ideas coming from "reality", it is beset with very grave dangers. It becomes more and more purely aestheticizing, more and more purely l'art pour l'art. This need not be bad, if the field is surrounded by correlated subjects, which still have closer empirical connections, or if the discipline is under the influence of men with an exceptionally well-developed taste. But there is a grave danger that the subject will develop along the line of least resistance, that the stream, so far from its source, will separate into a multitude of insignificant branches, and the discipline will become a disorganized mass of details and complexities. In other words, at a great distance from its empirical source, or after much "abstract" inbreeding, a mathematical subject is in danger of degeneration. [. . .] [W]henever this stage is reached, the only remedy seems to me to be the rejuvenating return to the source: the reinjection of more or less directly empirical ideas. I am convinced that this was a necessary condition to conserve the freshness and the vitality of the subject and that this will remain equally true in the future.

von Neumann, 1947

2.1 Introdução

Um bem é chamado de bem público puro se o consumo de cada indivíduo de tal bem não levar a nenhuma subtração do consumo de qualquer outro indivíduo[2] (Samuelson, 1954, p. 387)[3]. Esta propriedade é chamada de não-rivalidade no uso. Existem duas áreas importantes da economia em que os bens públicos desempenham um papel importante. A primeira é aquela em que se avalia os gastos em coisas como defesa nacional: o custo de prover um sistema de defesa de míssil é independente do número de pessoas que habitam a área protegida, e é impossível defender alguns mas não todos os habitantes. Este é o exemplo prototípico usado para motivar o papel do governo no fornecimento de tais bens públicos. Historicamente, esse foi o conjunto de problemas que motivaram o interesse em bens públicos. Embora interessante, mais recentemente, uma segunda classe de problemas em que os bens públicos desempenham um papel importante é a economia familiar. Um casal consome conjuntamente muitos bens e compartilha o custo desses bens. A maneira como um casal decide a quantidade de tempo gasto com a criação dos filhos e o quanto cada um deles contribui para essa quantia é fundamental para entender o desenvolvimento infantil, a participação na força de trabalho, o grau de correspondência entre a proporcionalidade e as probabilidades de divórcio etc.

Duas características dos bens públicos:

1. Não rivalidade: os bens privados beneficiam apenas um único usuário, enquanto os bens públicos fornecem benefícios para um número maior de usuários simultaneamente. Se o bem público puder acomodar qualquer número de usuários ele é puro. Neste caso, dada a existência do bem público nessa escala, então o custo marginal de adicionar outro usuário é zero. Se ocorrer congestionamento, é impuro, isto é, o custo marginal de adicionar outro usuário é maior do que zero. Mais genericamente, um bem público puro é caracterizado pela não rivalidade. O consumo do bem público não reduz a quantidade disponível para consumo para os outros. Ex: uma rádio estatal.

[2] Samuelson se baseia nos trabalhos de Sax, Wicksell, Lindhal, Musgrave e Bowen.
[3] Para detalhes, ver "The Pure Theory of Public Expenditure (1954)".

2. Não exclusivo: é possível excluir indivíduos de consumir o bem público? Exemplo: uma rádio estatal é impossível de excluir, enquanto o ensino sim. É impossível, ou extremamente caro excluir o consumo do bem público. A maioria das análises econômicas se concentra em bens públicos puros.

Nenhum bem público é realmente puro, mas é uma referência útil. Bens que satisfazem as duas condições acima (não rivais no consumo e não excludentes) até certo ponto, mas não totalmente, são chamados de bens públicos impuros. A Tabela 2.1 resume esses pontos.

Tabela 2.1 – Definindo Bens

		O bem é rival?	
		Sim	Não
O bem é exclusivo?	Sim	Bem privado (sorvete)	*Club good* (calçada lotada)
	Não	Bem público impuro (*Netflix*)	Bem público puro (defesa)

Um sinal de farol é um exemplo clássico de bem público puro, em que a oferta é não rival e não excludente. As apresentações teatrais e os eventos esportivos não televisados são exemplos interessantes de um bem público local (*club good*), em que a oferta não é rival, mas exclui-se. O mercado não é o único mecanismo pelo qual bens e serviços são fornecidos em uma economia moderna (Coase, 1974); os bens públicos e os bens de clube são caracterizados por serem fornecidos inteiramente por meio de um processo político, uma vez que, por sua própria natureza, não são comercializáveis.

A principal razão pela qual a falha de mercado persiste reflete-se na incapacidade dos cidadãos de agirem cooperativamente e é essa falta de cooperação que exige um papel alocativo para o governo na economia. Um bem público que se torna excludente é um bem de clube (McNutt, 1996). A análise econômica dos clubes iniciada por Buchanan (1965) pode ser aplicada ao fornecimento de bens públicos locais, que vão desde o fornecimento de bens públicos regionais descentralizados (conselhos locais de saúde) a projetos comunitários e esquemas de bairro, como clubes esportivos comunitários e associações residenciais.

Na teoria dos clubes, entretanto, existe um consumo coletivo, mas com um princípio de exclusão, por exemplo, uma taxa de adesão. Pode-se pensar nos bens do clube como bens públicos sem impossibilidade de exclusão. Há economias de escala porque os sócios adicionais reduzem o custo médio do bem do clube. Mas membros adicionais também geram aglomeração, o que, a longo prazo, pode ser considerado a introdução do consumo rival. De fato, os bens do clube têm extremos polares, conforme observado por Mueller (1989, p. 131): "para um bem público puro, a adição de mais um membro ao clube nunca diminui os benefícios da afiliação ao clube".

Buchanan (1965), que foi um dos primeiros estudiosos a considerar as propriedades de eficiência dos clubes voluntários, derivou as condições econômicas sob as quais uma provisão ótima de um bem público local poderia ser alcançada. Este trabalho inicial esboçou uma justificativa para a análise do clube na explicação de por que os clubes deveriam se organizar. Buchanan e Olson (1965) reconheceram independentemente que os clubes permitem aos membros explorar economias de escala na provisão do bem público e compartilhar o custo de sua provisão. Cada um deles abordou a questão das restrições de associação, com Olson distinguindo entre clubes exclusivos e clubes inclusivos sem restrições de associação.

Da mesma forma, Tiebout (1956) havia abordado muito antes uma questão relacionada a clubes em seu trabalho sobre a mobilidade da população e o tamanho do governo local. Outros estudiosos, nomeadamente Schelling (1969) e McGuire (1974), justificaram a formação de clubes com base no "gosto pela associação". Desde então, isso foi traduzido na literatura dos clubes como a suposição de homogeneidade (gostos idênticos), uma suposição que levantou a questão política de se os clubes mistos são ou não ideais. Por exemplo, se os clubes mistos não são ideais, então a política de segregação de grupo é ótima. A questão da otimização, no entanto, não está completamente resolvida na literatura do clube.

Exemplo 2.1. *Vamos fazer um exemplo de provisão ótima de dois bens privados: sorvete e brownies. Vamos assumir que o preço de sorvete é* P_S *e o o preço dos brownies é* P_B*. Também iremos assumir que* $P_B = 1$*, isto é, que os brownies serão nosso numerário (aquele bem que tomamos como referência para os preços). Sejam* A *e* G *dois consumidores que demandem esses produtos em diferentes quantidades* *mas no mesmo mercado. Sabemos de Teoria Microeconômica que* $TMS_{S,B} = \dfrac{UMgS}{UMgB}$ *é o número de brownies que o consumidor deseja abrir mão para consumir uma unidade de sorvete adicional. A condição de otimização para o consumo de bens privados é escrita como* $TMS^A_{S,B} = TMS^G_{S,B} = \dfrac{P_S}{P_B} = P_S$*. O equilíbrio do lado da oferta requer que o custo marginal da produção de sorvete seja igual ao preço, isto é,* $CMgS = P_S$*. Em equilíbrio, portanto,* $TMS^A_{S,B} = TMS^G_{S,B} = CMgS$*.*

Exemplo 2.2. *Suponha que existam apenas duas pessoas que vivem nas margens da Lagoa dos Patos. Ana gosta de esquiar na água e Bruno gosta de tomar sol. Ambas as atividades são seriamente afetadas pelo nível da água no lago. Quando há muita água no lago, é bom praticar esqui aquático, mas a linha de água é tão alta que não há praia para se bronzear. Quando há muito menos água, o banho de sol é bom, mas o lago é raso demais para esquiar na água. Portanto, Ana prefere que o lago tenha muita água, e Bruno prefere que ele tenha muito menos água. Felizmente, é possível aumentar ou diminuir o nível da água sem custos, abrindo uma barragem em uma extremidade do lago ou na outra extremidade. Infelizmente, não está claro em que nível a água deve ser ajustada.*

Para medir a quantidade de água no lago, vamos usar a profundidade da água em um local especificado no lago: deixe x *denotar a profundidade da água (em metros) nesse local. As preferências de Ana e Bruno são descritas pelas seguintes funções de utilidade:*

$$u^A(x, y_A) = y_A - (15 - x)^2 \tag{2.1}$$

$$u^B(x, y_B) = y_B - \frac{1}{2}(6 - x)^2 \tag{2.2}$$

em que x *indica o nível da água e* y_A *e* y_B *são o consumo diário de Ana e Bruno de outros bens, medidos em reais.*

Suponha que Ana e Bruno tenham uma renda de R\$ 100 *por dia. Observe que as taxas marginais de substituição de Ana e Bruno são*

$$TMS^A_{x,y_A} = \frac{\dfrac{\partial u^A(x, y_A)}{\partial x}}{\dfrac{\partial u^A(x, y_A)}{\partial y_A}} = \frac{-2(15 - x)(-1)}{1} = 30 - 2x \tag{2.3}$$

$$TMS^B_{x,y_B} = \frac{\dfrac{\partial u^B(x,y_B)}{\partial x}}{\dfrac{\partial u^B(x,y_B)}{\partial y_B}} = \frac{-\dfrac{2}{2}(6-x)(-1)}{1} = 6 - x \tag{2.4}$$

O nível de água mais preferido de Ana é $\widehat{x}_A = 15$ *e o nível mais preferido de Bruno é* $\widehat{x}_B = 6$*. Observe que, se o nível da água estiver acima de* $\widehat{x}_B$*, Bruno estaria disposto a pagar para ter* x *reduzido, e que Ana estaria igualmente disposta a pagar para reduzir* x *se estiver acima do nível ideal,* $\widehat{x}_A$*.*

O que torna essa situação diferente de tudo o que vimos antes é que a variável x *não pode estar em níveis diferentes para pessoas diferentes. Não é como pizza ou cerveja, onde Ana pode consumir uma quantidade e Bruno uma quantidade diferente. Nesse caso, o nível da água pode variar, mas será o mesmo para os dois. É por isso que não usamos os subscritos A e B na variável* x*: é apenas uma variável, não duas. O nível da água neste exemplo é um bem público.*

Vamos tentar determinar quais resultados são eficientes de Pareto. Vamos começar perguntando se um nível de água de $x = 8$ *metros é eficiente. Em* $x = 8$*, as TMS's de Ana e Bruno são* $TMS^A_{x,y_A} = 14$ *e* $TMS^B_{x,y_B} = -2$*, respectivamente. Ana estaria disposta a pagar R$ 14 para aumentar o nível da água em um metro e Bruno estaria disposta a pagar R$ 2 para diminuí-lo em um metro – ou Bruno estaria disposta a aceitar um pagamento de R$ 2 como compensação pelo aumento do nível da água em um metro. Portanto, se aumentássemos o nível da água em um metro e se Ana compensasse Bruno pagando a ele, digamos, R$ 6, os dois estariam melhor. De fato, você pode calcular que a utilidade de Ana aumentará de* 51 *para* 58 *e que a utilidade de Bruno aumentará de* 98 *para* $101\frac{1}{2}$*.*

E o novo nível de água de $x = 9$ *metros é eficiente? Temos que* $TMS^A_{x,y_A} = 12$ *e* $TMS^B_{x,y_B} = -3$*, então poderíamos aumentar o nível da água em mais um metro, com Ana pagando outros R$ 6 para compensar Bruno. O pagamento de R$ 6 é menor do que os R$ 12 que Ana estaria disposto a pagar, e mais do que os R$ 3 que Bruno estariam dispostos a aceitar como compensação, então eles estão novamente melhor com o aumento de um metro com a compensação de R$ 6. Você pode calcular que suas utilidades terão aumentado novamente, para* $u^A = 63$ *e* $u^B = 104$*.*

Agora está ficando claro que, enquanto Ana estiver disposta a pagar mais por um aumento do *que Bruno estaria disposto a aceitar como compensação, essa barganha – aumentar o nível da água, com Ana compensando Bruno – melhorará os dois. Em outras palavras, o nível da água não é Pareto eficiente desde que* $TMS^A_{x,y_A} > -TMS^B_{x,y_B}$ *– ou seja, desde que* $TMS^A_{x,y_A} + TMS^B_{x,y_B} > 0$. *Quando* $TMS^A_{x,y_A} + TMS^B_{x,y_B} > 0$, *o valor social marginal de um aumento em* x *é positivo, então* x *deve ser aumentado. Da mesma forma, poderíamos mostrar que, se* $TMS^A_{x,y_A} + TMS^B_{x,y_B} < 0$, x *deve ser diminuído (porque o valor social marginal de um aumento é negativo, portanto, o valor social marginal de uma diminuição de* x *é positivo).*

Os resultados eficientes de Pareto são, portanto, aqueles que satisfazem a condição de teste $TMS^A_{x,y_A} + TMS^B_{x,y_B} = 0$. *No nosso exemplo, é fácil resolver o nível de água eficiente na lagoa:*

$$\begin{aligned} TMS^A_{x,y_A} + TMS^B_{x,y_B} &= 0 \\ (30 - 2x) + (6 - x) &= 0 \\ 36 - 3x &= 0 \\ x &= 12 \end{aligned} \tag{2.5}$$

O nível eficiente da água é de 12 metros, em que $TMS^A_{x,y_A} = 6$ *e* $TMS^B_{x,y_B} = -6$.

Agora sabemos o nível de água que é Pareto eficiente. Mas qual nível será realmente escolhido? Como sempre, isso depende dos arranjos institucionais usados para escolher o nível da água. Por exemplo, as partes afetadas podem votar no nível que desejam. O resultado dessa instituição pode ser analisado usando a teoria dos jogos, o que não faremos aqui. Vamos supor que Bruno seja dono da lagoa ou, pelo menos, que ele tenha o direito de escolher o nível da água. Qual será o nível da água? Parece que Bruno escolherá o nível que ele mais gosta, ou seja, $x = 6$ *metros.*

Mas já vimos que, em um nível tão baixo de água, Bruno estaria melhor ao permitir um nível mais alto se Ana a compensasse adequadamente. De fato, esperamos que eles cheguem a uma negociação mutuamente agradável, na qual não haja mais ganhos a serem obtidos com o comércio ou a negociação - ou seja, um resultado Pareto eficiente. No nosso exemplo, isso significa que o nível da água será de 12 metros, com Ana pagando a Bruno uma quantia como compensação pelo aumento de 6 para 12 metros.

No caso de bens públicos estaremos considerando na maioria das vezes o conceito de equilíbrio de Nash. Neste caso, cada agente escolhe sua contribuição ótima (do ponto de vista privado, naturalmente) tomando como dada a contribuição dos demais agentes. Em ambientes mais complexos, com dinâmica e/ou incerteza e/ou assimetria de informação, tem-se em geral uma multiplicidade de equilíbrios. Usam-se, então, refinamentos como: equilíbrio perfeito em sub-jogos; equilíbrio bayesiano, equilíbrio sequencial, etc.

2.2 Provisão Ótima de um Bem Público Puro: Caso Discreto

Por simplicidade consideramos uma economia com n consumidores e dois bens: um bem público e um bem privado.

Seja g_i a contribuição feita pelo consumidor i, de tal modo que

$$x_i + g_i = w_i \tag{2.6}$$

$$\sum_{i=1}^{n} g_i = v \tag{2.7}$$

Assuma que $u_i(x_i, y)$ é estritamente crescente (monotonicamente) e contínua.

Seja c o custo de produzir o bem público tal que a tecnologia de produção é dada por

$$y = \begin{cases} 1 & \text{se} \quad \sum_{i=1}^{n} g_i \geq c \\ 0 & \text{se} \quad \text{caso contrário} \end{cases} \tag{2.8}$$

Queremos saber sob quais condições oferecer o bem público será Pareto em relação a não ofertar, isto é, existe $(g_1, \ldots, g_n)$ tal que $\sum_{i=1}^{n} g_i \geq c$ e

$$u_i(w_i - g_i, 1) > u_i(w_i, 0) \quad \forall i \tag{2.9}$$

Seja r_i a disposição máxima a pagar (preço de reserva) do indivíduo i, isto é, r_i deve satisfazer

$$u_i(w_i - r_i, 1) = u_i(w_i, 0) \tag{2.10}$$

Se produzir o bem público domina não produzir o bem público, temos que

$$u_i(w_i - g_i, 1) > u_i(w_i, 0) = u_i(w_i - r_i, 1) \quad \text{para todo } i \tag{2.11}$$

Supomos a monotonicidade da função de utilidade. Logo,

$$w_i - g_i > w_i - r_i w_i - r_i \tag{2.12}$$

Assim,

$$r_i > g_i \tag{2.13}$$

e, portanto,

$$\sum_{i=1}^{n} r_i > \sum_{i=1}^{n} g_i \geq c \tag{2.14}$$

Ou seja, a soma da disposição a pagar pelo bem público deve exceder o custo de fornecê-lo. Esta condição é necessária. Na verdade, esta condição também é suficiente.

2.3 Provisão Ótima de um Bem Público Puro: Caso Contínuo

Com base nesse último exemplo vamos formalizar nossos resultados e ver que eles não decorrem de nossas escolhas particulares de bens e indivíduos. Para tanto, sejam as seguintes características do modelo:

- existem n consumidores, indexados por $i = 1, 2, \ldots, n$
- x_i é o consumo do bem privado
- G é o consumo (comum) do bem público
- a preferência do agente i é descrita pela função de utilidade

$$u_i(x_i, G) \tag{2.15}$$

  que é diferenciável (o que nos permite computar a utilidade marginal), crescente em ambos os argumentos (quanto maiores forem os valores de x_i e de G maior será a satisfação do consumidor, em decorrência do princípio de preferências monotônicas), quase-côncava (o que garante que a sua solução ótima é de fato um máximo) e satisfaz as condições de Inada (o que garante a existência de uma solução interna)

- w_i é a dotação do bem privado i e $W = \sum_{i=1}^{n} w_i$ é o total de dotações de bens privados; o indivíduo não tem nenhuma dotação inicial de bens públicos
- o bem público pode ser produzido a partir do bem privado de acordo com uma função de produção f, em que $f' > 0$ e $f'' < 0$: isto é, se z é o total de unidades de bens privados que são usados como insumos para produzir o bem público, o nível de bem público produzido será

$$G = f(z) \tag{2.16}$$

Primeiro, fazemos a pergunta normativa sobre qual é o nível ótimo de oferta de um bem público puro. Assumimos que o governo de uma economia totalmente controlada escolha o nível de G e a alocação de bens privados $\vec{x} = (x_1, \ldots, x_n)$ para os agentes de acordo com o critério de Pareto. Para resolvermos o problema precisamos de duas definições. Sejam as seguintes definições.

Uma alocação (x, G) é viável se existe um $z \geq 0$ tal que

$$\sum_{i=1}^{n} x_i + z \leq W \tag{2.17}$$

$$G \leq f(z) \tag{2.18}$$

Uma alocação viável (x, G) é um ótimo de Pareto se não existe outra alocação viável (x', G') tal que

$$u_i(x_i', G') \geq u_i(x_i, G), \quad \forall i = 1, \ldots, n \tag{2.19}$$

e para algum i

$$u_i(x_i', G') > u_i(x_i, G) \tag{2.20}$$

Ou seja, uma alocação viável (factível) (x, G) é ótima de Pareto se não houver maneira de tornar um agente estritamente melhor sem prejudicar alguém. Com isso em mente, podemos caracterizar o conjunto de alocações ótimas de Pareto.

O problema de otimização é

$$\max_{x,G,z} u_1(x_1, G) \tag{2.21}$$

$$\text{sujeito a} \quad u_i(x_i, G) - \underline{u}_i \geq 0 \quad \text{para } i = 2, 3, \ldots, n \tag{2.22}$$

$$W - \sum_{i=1}^{n} x_i - z \geq 0 \tag{2.23}$$

$$f(z) - G \geq 0 \tag{2.24}$$

$$G \geq 0, z \geq 0, x_i \geq 0 \qquad \forall i = 1, 2, \ldots, n \tag{2.25}$$

Para resolver este problema montamos o Lagrangeano, como segue:

$$\begin{aligned} L = {} & u_1(x_1, G) - \gamma_i \left[-u_i(x_i, G) + \underline{u}_i \right] - \lambda \left[-W + \sum_{i=1}^{n} x_i + z \right] \\ & - \mu \left[-f(z) + G \right] - \alpha(-G) - \beta(-z) - \delta(-x_i) \end{aligned} \tag{2.26}$$

As condições de primeira ordem (condições necessárias e que nos dão as soluções) são:

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = 0 \iff \gamma_i \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i} - \lambda + \delta = 0 \tag{2.27}$$

$$\frac{\partial L}{\partial G} = 0 \iff \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial G} - \mu + \alpha = 0 \tag{2.28}$$

$$\frac{\partial L}{\partial z} = 0 \iff -\lambda + \mu f'(z) + \beta = 0 \tag{2.29}$$

$$\gamma_i \left[-u_i(x_i, G) + \underline{u}_i \right] = 0 \tag{2.30}$$

$$\lambda \left[-W + \sum_{i=1}^{n} x_i + z \right] = 0 \tag{2.31}$$

$$\mu \left[-f(z) + G \right] = 0 \tag{2.32}$$

$$\alpha(-G) = 0 \tag{2.33}$$

$$\beta(-z) = 0 \tag{2.34}$$

$$\delta(-x_i) = 0 \tag{2.35}$$

$$\gamma_i \geq 0 \tag{2.36}$$

$$\lambda \geq 0 \tag{2.37}$$

$$\mu \geq 0 \tag{2.38}$$

$$\alpha \geq 0 \tag{2.39}$$

$$\beta \geq 0 \tag{2.40}$$

$$\delta \geq 0 \tag{2.41}$$

$$u_i(x_i, G) - \underline{u}_i \geq 0 \tag{2.42}$$

$$W - \sum_{i=1}^{n} x_i - z \geq 0 \tag{2.43}$$

$$f(z) - G \geq 0 \tag{2.44}$$

$$G \geq 0 \tag{2.45}$$

$$z \geq 0 \tag{2.46}$$

$$x_i \geq 0 \tag{2.47}$$

As condições de Inada que assumimos serem válidas na função de utilidade implicam que as restrições de não-negatividade podem ser ignoradas (equações (2.45), (2.46) e (2.47), e, consequentemente, as equações (2.33), (2.34), (2.35), (2.39), (2.40) e (2.41)). Também sabemos que as condições de Inada garantem que a solução será interior e, portanto, as equações (2.42), (2.43) e (2.44) valem com a igualdade em vez de desigualdade. Disso decorre que γ_i, λ e μ, nas equações (2.36), (2.37) e (2.38), são todos estritamente positivos. Com isso, as condições necessárias e suficientes (suficientes devido à quase-concavidade em u e f) podem ser resumidas em 3 equações (e não em 21):

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = 0 \iff \gamma_i \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i} - \lambda = 0 \tag{2.48}$$

$$\frac{\partial L}{\partial G} = 0 \iff \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial G} - \mu = 0 \tag{2.49}$$

$$\frac{\partial L}{\partial z} = 0 \iff -\lambda + \mu f'(z) = 0 \tag{2.50}$$

em que $\gamma_1 = 1$ por convenção.

Temos da equação (2.48) que:

$$\gamma_i \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i} = \lambda \tag{2.51}$$

e da equação (2.50) que

$$\lambda = \mu f'(z) \tag{2.52}$$

Igualando (2.51) e (2.52) para eliminar λ e rearranjando, temos:

$$\begin{aligned}
\gamma_i \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i} &= \mu f'(z) \\
\frac{\mu}{\gamma_i \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i}} &= \frac{1}{f'(z)} \\
\frac{\sum_{i=1}^{n} \gamma_i \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial G}}{\gamma_i \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i}} &= \frac{1}{f'(z)} \qquad \left[\text{usando } \mu = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial G} \text{ [ver (2.49)]}\right] \\
\sum_{i=1}^{n} \frac{\frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial G^*}}{\frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial x_i^*}} &= \frac{1}{f'(z^*)}
\end{aligned} \tag{2.53}$$

A equação (2.53) é referida como condição de Samuelson, condição de Lindahl-Samuelson, ou às vezes até mesmo condição de Bowen-Lindahl-Samuelson.

O lado esquerdo da equação acima é a soma das taxas marginais de substituição dos n agentes. Para ver isto, note que a partir da curva de indiferença do agente i, o termo $\frac{\frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial G}}{\frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i}}$ denota a quantidade do bem privado que o agente está disposto a abrir mão para ter um pequeno aumento no nível de consumo do bem público. O lado direito da equação acima é a quantidade do bem privado necessária para produzir uma unidade adicional de bem público (também conhecida como taxa marginal de transformação). Com base na regra acima, a condição de Samuelson diz o seguinte: qualquer alocação ótima é tal que a soma da quantidade de bens privados que os n consumidores estariam dispostos a desistir para ter uma unidade adicional de bem público deve ser igual à quantidade do bem privado que é realmente necessária para produzir a unidade adicional do bem público.

Se houver mais de uma mercadoria privada, digamos, k bens privados, e o bem público é produzido de acordo com

$$f(z_1, \ldots, z_k) \tag{2.54}$$

então a condição correspondente de Samuelson para o nível ótimo de bens públicos é dada por

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{\frac{\partial u_i(x_{ij}^*, G^*)}{\partial G^*}}{\frac{\partial u_i(x_{ij}^*, G^*)}{\partial x_{ij}^*}} = \frac{1}{\frac{\partial f(z_1^*, \ldots, z_k^*)}{\partial z_j^*}}, \quad \forall j = 1, \ldots, k \tag{2.55}$$

Uma ilustração gráfica da condição de Samuelson para o caso onde há dois indivíduos e dois bens é dada na Figura 2.1. Na Figura, a parte superior mostra as curvas de indiferença para o agente 1 e a restrição de produção AB. Suponha que nós fixamos o agente 1 na curva de indiferença $\underline{u}_1$; então as possibilidades para o agente 2 são mostradas na parte inferior da Figura por CD (que é a diferença entre AB e $\underline{u}_1$). Claramente, a eficiência de Pareto requer que a taxa marginal de substituição do agente 2 seja igual à inclinação da curva CD (isto é, no ponto E). Mas esta é justamente a diferença entre a taxa marginal de transformação (a inclinação da fronteira de possibilidades de produção) e a taxa marginal de substituição do agente 1 (a inclinação de sua curva de indiferença).

Assim nós temos

$$TMgS_2 = TMgT - TMgS_1 \tag{2.56}$$

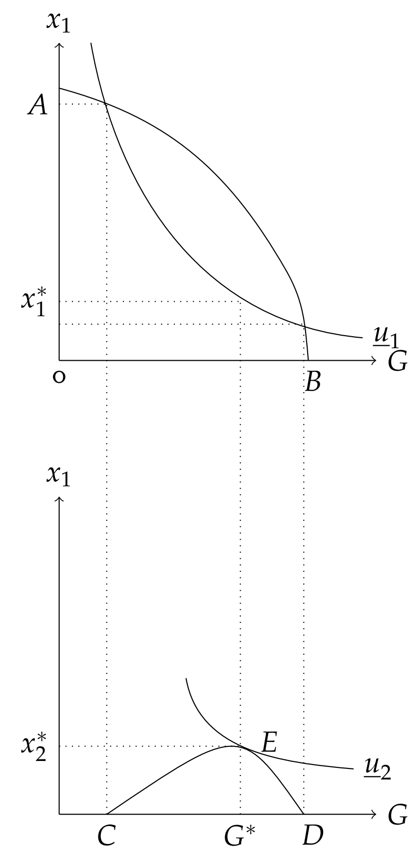
Como fazer a implementação da alocação ótima? Se o governo é capaz de cobrar impostos de montante fixo (*lump-sum*[4]) tanto para financiar as despesas quanto para redistribuir a renda, então

[4] O imposto *lump sum*, ou de soma fixa, corresponde a um valor fixo que não depende da quantidade produzida ou vendida. Este imposto pode ser considerado como regressivo, pois é maior para aqueles que produzem e vendem menos. O contraste com um imposto por unidade, cobrado a cada unidade de produção produzida ou consumida, é que o imposto aumenta de tamanho à medida que a produção ou o consumo aumenta. Um imposto de montante fixo aumenta o custo fixo médio das empresas e, portanto, o custo total médio, mas não afeta o custo marginal ou o custo variável médio.

a alocação ótima acima pode ser alcançada. Se os impostos de montante fixo não forem viáveis, o governo precisa usar distorções como impostos. Por exemplo, o imposto sobre a renda do trabalho pode ser utilizado para financiar os bens públicos.

Essa solução funciona em uma situação “totalmente controlada”, na qual o governo tem informações perfeitas sobre as preferências e, em seguida, pode definir G de maneira ideal. A fórmula acima não leva em conta quaisquer impostos distorcivos necessários para obter fundos para financiar os bens públicos. A exclusibilidade não desempenha nenhum papel na análise. A possibilidade de exclusão é relevante apenas para determinar os mecanismos de provisão possíveis. Nesse sentido, a análise de Samuelson pode ser considerada como uma análise de *first-best*. A pergunta prática é: como a provisão ótima de um bem público pode ser descentralizada, dadas as ferramentas políticas disponíveis e respeitando as restrições de informação? Vamos tentar responder essa pergunta na próxima seção.

Figura 2.1 – Provisão Ótima de Bens Públicos



As dificuldades da provisão pública de ordem conceituais são: i) *crowding out* da contribuição privada; ii) revelação das preferências; e iii) financiamento. A dificuldade prática é a análise de custos e benefícios.

Exemplo 2.3. *Considere três consumidores* $(i = 1, 2, 3)$ *que derivam utilidade de seus consumos de um bem privado e de um bem público. Suas funções utilidade são da forma* $u_i = x_i G$*, em que* x_i *é o consumo do bem privado pelo consumidor i e G é a quantidade total do bem público consumida pelos três indivíduos. O custo unitário do bem privado é R\$ 1,00 e o custo unitário do bem público é R\$ 10,00. Os níveis de renda individuais em R\$ são* $\omega_1 = 30$*,* $\omega_2 = 50$ *e* $\omega_3 = 20$*. Qual a quantidade eficiente de bem público a ser consumida?*

Calculando a taxa marginal de substituição para o consumidor i:

$$TMS^i_{G,x_i} = \frac{\partial u_i(x_i, G)/\partial G}{\partial u_i(x_i, G)/\partial x_i} = \frac{x_i}{G}, \quad i = 1, 2, 3 \tag{2.57}$$

Assumindo produção competitiva, temos que a taxa marginal de transformação é igual a razão de preços:

$$TMT_{G,x_i} = \frac{p_G}{p_{x_i}} = 10 \tag{2.58}$$

Logo, da condição BLS:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{3} TMS^i_{G,x_i} &= TMT_{G,x_i} \\ \frac{x_1}{G} + \frac{x_2}{G} + \frac{x_3}{G} &= 10 \\ x_1 + x_2 + x_3 &= 10G \end{aligned} \tag{2.59}$$

Pela Lei de Walras, o valor do excesso de demanda de todos os bens é igual a zero:

$$\begin{aligned} p_x(x_1 + x_2 + x_3) + p_G G - (\omega_1 + \omega_2 + \omega_3) &= 0 \\ x_1 + x_2 + x_3 + 10G &= 100 \end{aligned} \tag{2.60}$$

Logo, $G = 5$.

Exemplo 2.4. *A e B estão pensando em comprar um sofá. A função utilidade de A é dada por*

$$u_A(s, m_A) = (1 + s)m_A \tag{2.61}$$

e a função de utilidade de B é

$$u_B(s, m_B) = (2 + s)m_B \tag{2.62}$$

em que $s = 0$ *se eles não comprarem o sofá e* $s = 1$ *se comprarem. Além disso,* m_A *e* m_B *correspondem à quantidade de dinheiro que eles dispõem, respectivamente, para gastar no bem privado. Cada um deles tem R$ 100,00 para gastar. Qual a maior quantia que eles poderiam pagar pelo sofá que deixasse ambos em situação melhor do que sem ter o sofá?*

Se eles não compram o sofá $(s = 0, m_A = m_B = 100)$, *suas utilidades serão:*

$$u_A(0, 100) = 100 \tag{2.63}$$

$$u_B(0, 100) = 200 \tag{2.64}$$

Se eles compram o sofá pagando p_A *e* p_B *respectivamente* $(s = 1, m_A = 100 - p_A, m_B = 100 - p_B)$, *suas utilidades serão*

$$u_A(1, 100 - p_A) = 2(100 - p_A) \tag{2.65}$$

$$u_B(1, 100 - p_B) = 3(100 - p_B) \tag{2.66}$$

Logo, A estaria melhor com o sofá se pagasse no máximo p_A^* *tal que*

$$u_A(0, 100) = u_A(1, 100 - p_A^*) \quad \Longrightarrow \quad p_A^* = 50 \tag{2.67}$$

E B estaria melhor com o sofá se pagasse no máximo p_B^* *tal que*

$$u_B(0, 100) = u_A(1, 100 - p_B^*) \quad \Longrightarrow \quad p_B^* = \frac{100}{3} \tag{2.68}$$

Dessa forma, o máximo que A e B podem pagar pelo sofá conjuntamente para que estejam melhor com ele é

$$p_A^* + p_B^* = \frac{250}{3} \tag{2.69}$$

2.4 Pode a Alocação Ótima ser Descentralizada?

As alocações ótimas caracterizadas pela condição de Samuelson podem ser descentralizadas (sem a participação do governo)? Imagine que existam mercados competitivos para os bens privados e públicos. Vamos assumir que o bem privado é o numerário (ou seja, o preço do bem privado é normalizado para 1). Seja p o preço do bem público (em termos do bem privado). Seja g_i a quantidade de bem público comprada pelo agente i. Sem perda de generalidade, supomos que exista uma única firma maximizadora de lucro tomadora de preços que opera no mercado. Faremos a seguinte suposição: supomos que todos os agentes são tomadores de preço (ou seja, sua escolha não afeta o nível de preços), mas levam em conta que a compra deles pode afetar o nível agregado de bens públicos.

Dado o consumo de bens públicos por outros agentes, que vamos denotar por $\overline{g}_{-i} = (g_1, \ldots, g_{i-1}, g_{i+1}, \ldots, g_n)$, a melhor resposta do agente i, dado o preço p, é definido como o conjunto de alocações ótimas $\beta_i(\overline{g}_{-i}, p)$. Dessa forma,

$$\beta_i(\overline{g}_{-i}, p) = \arg\max_{\{g_i\}} u_i \left(w_i - p g_i, g_i + \sum_{j \neq i} g_j \right) \tag{2.70}$$

$$\text{sujeito a} \quad g_i \geq 0 \tag{2.71}$$

$$w_i - p g_i \geq 0 \tag{2.72}$$

Para descobrirmos qual é o nível ótimo de bens públicos que deve ser fornecido escrevemos o Lagrangeano. Assim obtemos:

$$L = u_i\left(w_i - pg_i, g_i + \sum_{j\neq i} g_j\right) - \lambda(-g_i) - \mu(-w_i + pg_i) \tag{2.73}$$

As condições de primeira ordem (condições necessárias e que nos dão as soluções) são dadas por:

$$\frac{\partial L}{\partial g_i} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad -\frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i} p + \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial G} + \lambda - \mu p = 0 \tag{2.74}$$

$$\lambda g_i = 0 \tag{2.75}$$

$$\mu(w_i - pg_i) = 0 \tag{2.76}$$

$$\lambda \geq 0 \tag{2.77}$$

$$\mu \geq 0 \tag{2.78}$$

$$g_i \geq 0 \tag{2.79}$$

$$w_i - pg_i \geq 0 \tag{2.80}$$

Assumindo que u_i é estritamente quase-côncava, existe uma solução única para o problema de maximização do agente, dado $\overline{g}_{-i}$ e p, que é caracterizada por

$$-\frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i} p + \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial G} + \lambda - \mu p = 0 \tag{2.81}$$

$$\lambda g_i = 0 \tag{2.82}$$

$$\mu(w_i - pg_i) = 0 \tag{2.83}$$

Como a função de utilidade satisfaz as condições de Inada, isto é, existe solução interior para o problema, temos que $\mu = 0$. Portanto:

$$p \geq \frac{\frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial G}}{\frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i}} \tag{2.84}$$

O produtor do bem público maximiza os lucros, dado o preço p, isto é,

$$\max_{z \geq 0} \pi = pf(z) - z \tag{2.85}$$

cuja condição ótima implica:

$$\frac{\partial \pi}{\partial z} = 0 \iff p^* = \frac{1}{f'(z^*)} \tag{2.86}$$

Um equilíbrio competitivo consiste de p^* e $G^* = (g_1^*, \ldots, g_n^*)$ de tal modo que:

1. para cada i, dado p^* e $\overline{g}^*_{-i} = (g_1^*, \ldots, g_{i-1}^*, g_{i+1}^*, \ldots, g_n^*)$,

$$g_i^* \in \beta_i \left(\overline{g}^*_{-i}, p^*\right) \tag{2.87}$$

2. a firma é otimizadora, isto é,

$$p^* = \frac{1}{f'\left(f^{-1}\left(\sum_{i=1}^{n} g_i^*\right)\right)} \tag{2.88}$$

Ou seja, um equilíbrio competitivo constitui-se de uma alocação e um vetor de preços que satisfazem algumas condições. A primeira condição diz que dado o vetor de preço a cesta de escolha referente ao agente i é uma solução para o seu problema do consumidor. A outra condição simplesmente diz que o vetor de preços resolve o problema das firmas. E, por fim, as alocações são factíveis.

Utilizando novamente da validade das condições de Inada, temos que para algum $i \in \{1, \ldots, n\}$,

$$p = \frac{\frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial G}}{\frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i}} \tag{2.89}$$

que, conjuntamente com as condições de otimização das firmas, resulta, para algum i, em

$$\frac{1}{f'(z)} = \frac{\frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial G}}{\frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i}} \tag{2.90}$$

No equilíbrio competitivo, chegamos a:

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{\frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial G^*}}{\frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial x_i^*}} > \frac{1}{f'(z^*)} \tag{2.91}$$

Portanto, há sub-provisão do bem público em relação ao nível prescrito pela condição de Samuelson. A intuição é a seguinte: cada agente ao decidir quanto do bem público irá comprar, não considera o benefício para outros agentes da produção que ele comprou. Isso é verdade para cada agente e, consequentemente, como um grupo, os agentes compram menos do que a quantidade desejável para a otimização de Pareto.

Exemplo 2.5. *Suponha que $u_i(x_, G) = \delta \ln G + \ln x_i$, $w_i = \dfrac{W}{n}$ e $f(z) = z$. Encontre a alocação Pareto ótima e a alocação de equilíbrio competitivo.*

O Lagrangeano desse problema é dado por

$$L = \delta \ln G + \ln x_1 - \gamma_i \left[-\delta \ln G - \ln x_i + \underline{u}_i\right] - \lambda \left[-W + \sum_{i=1}^{n} x_i + z\right] - \mu \left[-f(z) + G\right]$$
$$- \alpha(-G) - \beta(-z) - \delta(-x_i) \tag{2.92}$$

Sabemos que:

$$\gamma_i \frac{1}{x_i} = \lambda \tag{2.93}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \gamma_i \frac{\delta}{G} - \mu = 0 \tag{2.94}$$

$$-\lambda + \mu f'(z) = 0 \tag{2.95}$$

Encontramos que $\gamma_i = \lambda x_i$ *e que* $\mu = \lambda$. *Assim,*

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^{n} \lambda x_i \frac{\delta}{G} - \lambda &= 0 \\
\lambda \frac{\delta}{G} \sum_{i=1}^{n} x_i - \lambda &= 0 \\
\lambda \left(\frac{\delta}{G} \sum_{i=1}^{n} x_i - 1 \right) &= 0 \\
\frac{\delta}{G} \sum_{i=1}^{n} x_i &= 1 \\
\sum_{i=1}^{n} x_i &= \frac{G}{\delta} \qquad (2.96)
\end{aligned}$$

Usando o fato de que $W - \sum_{i=1}^{n} x_i - G = 0$, *encontramos:*

$$\begin{aligned}
W - \sum_{i=1}^{n} x_i - G &= 0 \\
W - \frac{G}{\delta} - G &= 0 \\
G &= \frac{\delta}{1+\delta} W \qquad (2.97)
\end{aligned}$$

Lembre-se que $\sum_{i=1}^{n} x_i = \frac{G}{\delta}$. *Portanto,*

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^{n} x_i &= \frac{G}{\delta} \\
\sum_{i=1}^{n} x_i &= \frac{\frac{\delta}{1+\delta}W}{\delta} \\
n\overline{x}_i &= \frac{\frac{\delta}{1+\delta}W}{\delta} \\
\overline{x}_i &= \frac{W}{n(1+\delta)}
\end{aligned} \tag{2.98}$$

Observe que podemos obter o mesmo resultado acima usando a condição BLS:

$$\begin{aligned}
\sum_{i}^{n} TMS_{G,x_i} &= \frac{1}{f'(z)} \\
\sum_{i}^{n} \frac{\delta/G}{1/x_i} &= \frac{1}{1} \\
\frac{\delta}{G}\sum_{i}^{n} x_i &= 1 \\
\sum_{i}^{n} x_i &= \frac{G}{\delta}
\end{aligned} \tag{2.99}$$

Usando a Lei de Walras, temos que:

$$\begin{aligned}
p_x(x_1 + x_2 + \ldots + x_n) + p_G G - W = 0 \\
\sum_{i}^{n} x_i + G - W = 0 \\
\frac{G}{\delta} + G - W = 0 \\
G = \frac{\delta}{1+\delta}W
\end{aligned} \tag{2.100}$$

No caso da alocação de equilíbrio competitivo, sabemos que:

$$-\frac{1}{x_i}p + \frac{\delta}{G} + \lambda - \mu p = 0 \tag{2.101}$$

$$\lambda G = 0 \tag{2.102}$$

$$\mu(w_i - pG) = 0 \tag{2.103}$$

Como as condições de Inada são válidas, $\mu = 0$ *e* $\lambda = 0$*. Assim,*

$$\begin{aligned} -\frac{1}{x_i}p + \frac{\delta}{G} &= 0 \\ x_i &= \frac{G}{\delta} \quad [p = f'(z) \longrightarrow p = 1] \end{aligned} \tag{2.104}$$

Logo,

$$\begin{aligned} W - \sum_{i=1}^{n} x_i - G &= 0 \\ W - \sum_{i=1}^{n} \frac{G}{\delta} - G &= 0 \\ G &= \frac{\delta}{n+\delta} W \end{aligned} \tag{2.105}$$

e

$$\begin{aligned} x_i &= \frac{G}{\delta} \\ &= \frac{W}{n+\delta} \end{aligned} \tag{2.106}$$

O aumento de n *leva a uma redução de* G *e, portanto, a sub-provisão do bem público. Perceba as diferenças entre o ótimo de Pareto e a alocação de equilíbrio competitivo.*

Nas próximas seções vamos tentar responder a seguinte pergunta: é possível implementar alocações eficientes na presença de bens públicos? Para tentar responder a essa pergunta vamos estudar quais os mecanismos que garantem que isso seja possível. Eles incluem: o mecanismo de alocação e de preços de Lindhal, os mecanismos de votação e o mecanismo de revelação de preferências de Vickrey-Clark-Groves.

2.5 Equilíbrio de Lindhal

Enquanto o equilíbrio competitivo com um preço fixo do bem público produzirá uma alocação ineficiente, existe uma instituição de mercado muito estudada que, em princípio, alcançaria eficiência. A ideia é pensar na quantia comprada por cada agente como uma mercadoria distinta e fazer com que cada agente enfrente um preço personalizado p_i, de forma que todos os agentes concordem com o nível do bem público. Seja $s_i \in [0,1]$, com $\sum_{i=1}^{n} s_i = 1$, o *share* do lucro da firma que o indivíduo obtém.

Um equilíbrio de Lindhal é um vetor de preços $p^* = (p_1^*, \ldots, p_n^*)$ e uma alocação $(x_1^*, \ldots, x_n^*, G^*)$ tal que:

- A firma maximiza lucros, isto é,

$$G^* = \arg\max_{G \geq 0} \left\{ \left(\sum_{i=1}^{n} p_i^* \right) G^* - f^{-1}(G^*) \right\} \tag{2.107}$$

- Cada consumidor maximiza utilidade, isto é,

$$(x_i^*, G^*) = \arg\max_{x_i, G} u_i(x_i^*, G^*) \tag{2.108}$$

$$\text{sujeito a } w_i + s_i \left(\sum_i p_i^* G^* - f^{-1}(G^*) \right) - x_i^* - p_i^* G^* \geq 0 \tag{2.109}$$

- A condição de equilíbrio do mercado requer que

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^* + f^{-1}(G^*) \leq \sum_{i=1}^{n} w_i \tag{2.110}$$

O equilíbrio de Lindahl é um equilíbrio competitivo numa economia fictícia em que o espaço de bens foi expandido para $(n+1)$ bens, bens privados e n bens públicos personalizados. Os

n bens são produzidos "em conjunto", de modo que devemos encontrar um vetor de preços para o qual todos os agentes exijam quantidades iguais do bem público. Nós mostramos agora que um equilíbrio de Lindahl é de fato Pareto ótimo.

Para ver isso, montamos o Lagrangeano para o problema da firma:

$$L = \left(\sum_{i=1}^{n} p_i \right) G - f^{-1}(G) \tag{2.111}$$

cuja condição de primeira ordem para a maximização do lucro da empresa[5] resulta em

$$\frac{\partial L}{\partial G} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad \sum_{i=1}^{n} p_i^* = \frac{1}{f'\left(f^{-1}\left(G^*\right)\right)} \tag{2.112}$$

O problema do consumidor é

$$L = u_i(x_i, G) - \lambda \left[w_i + s_i \left(\sum_i p_i G - f^{-1}(G) \right) - x_i - p_i G \right] \tag{2.113}$$

cujas condições de primeira ordem para a maximização da utilidade do indivíduo i resultam em

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i} + \lambda = 0 \tag{2.114}$$

$$\frac{\partial L}{\partial G} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial G} - \lambda \left[s_i \sum_i p_i - s_i \left(\frac{1}{f'\left(f^{-1}(G)\right)} \right) - p_i \right] = 0 \tag{2.115}$$

Substituindo a primeira condição de primeira ordem, usando o fato de que $\lambda = -\dfrac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i}$, na segunda condição de primeira ordem, temos:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial G} + \frac{\partial u_i(x_i, G)}{\partial x_i} \left[s_i \left(\frac{1}{f'(f^{-1}(G^*))} \right) - s_i \left(\frac{1}{f'\left(f^{-1}(G)\right)} \right) - p_i \right] &= 0 \\
\frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial G^*} - \frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial x_i^*} p_i &= 0 \\
\frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial x_i^*} p_i^* &= \frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial G^*}
\end{aligned}$$

[5] Aqui usamos o teorema da função inversa.

$$
\begin{aligned}
\sum_{i=1}^{n} \frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial x_i^*} p_i^* &= \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial G^*} \\
\sum_{i=1}^{n} \frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial x_i^*} \sum_{i=1}^{n} p_i^* &= \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial G^*} \\
\sum_{i=1}^{n} \frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial x_i^*} \frac{1}{f'(f^{-1}(G^*))} &= \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial G^*} \\
\frac{1}{f'(f^{-1}(G^*))} \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial x_i^*} &= \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial G^*} \\
\frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial G^*}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial x_i^*}} &= \frac{1}{f'(f^{-1}(G^*))} \\
\sum_{i=1}^{n} \frac{\frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial G^*}}{\frac{\partial u_i(x_i^*, G^*)}{\partial x_i^*}} &= \frac{1}{f'\left(f^{-1}\left(G^*\right)\right)} \qquad (2.116)
\end{aligned}
$$

que satisfaz a condição de Samuelson. Além disso, todos os conjuntos de orçamentos dos agentes devem manter a igualdade, o que significa que o mercado se ajusta. Portanto, o equilíbrio de Lindahl é eficiente.

O equilíbrio de Lindahl é mais uma prescrição normativa para a alocação de bens públicos do que uma descrição positiva do mecanismo de mercado. A razão é simples: pela definição do preço personalizado no equilíbrio de Lindahl, um agente rapidamente se inclinará para que ele não se comporte de maneira competitiva (uma suposição que sempre foi justificada pela existência de um grande número de participantes do mercado). Ele terá incentivo para declarar erroneamente seu desejo pelo bem público. Ao contrário do caso de bens privados, onde o incentivo para revelar falsas funções de demanda diminui com o número de agentes, um aumento no número de agentes no caso de bem público apenas agrega o problema.

Duas restrições práticas que limitam o uso do preço de Lindahl:

- Necessidade de excluir um consumidor do uso do bem público (não é possível trabalhar com um bem público não excludente);

- Cada agente tem que enfrentar um preço personalizado p_i. O problema disso é que é necessário conhecer as preferências individuais para obter esses preços. Os agentes não têm incentivos para revelar suas preferências. De fato, cada agente tem interesse em fingir que tem pouco gosto pelo bem público.

Exemplo 2.6. *Vamos supor que tenhamos um bem privado, x_i, e um bem público, y. Imagine que o objetivo seja implementar o esquema de Lindahl. Para tanto, vamos assumir que temos a seguinte função de utilidade:*

$$u(x_i, y) = x_i^{\alpha_i} y^{(1-\alpha_i)}, \quad 0 < \alpha_i < 1 \tag{2.117}$$

e que

$$y = \frac{f^{-1}(G)}{p} = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i - \sum_{i=1}^{n} x_i}{\sum_{i=1}^{n} p_i} \tag{2.118}$$

A restrição orçamentária é dada por

$$x_i + p_i y = w_i \tag{2.119}$$

A função demanda pelo bem x_i é dada pela condição:

$$\begin{aligned}
TMS_{x_i,y} &= \frac{p_{x_i}}{p_i} \\
\frac{\alpha_i x_i^{\alpha_i - 1} y^{1-\alpha_i}}{(1-\alpha_i) x_i^{\alpha_i} y^{-\alpha_i}} &= \frac{1}{p_i} \\
\frac{\alpha_i}{(1-\alpha_i)} \frac{y}{x_i} &= \frac{1}{p_i} \\
\frac{\alpha_i}{(1-\alpha_i)} \frac{\left(\dfrac{w_i - x_i}{p_i}\right)}{x_i} &= \frac{1}{p_i}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{\alpha_i}{(1-\alpha_i)}\left(\frac{w_i - x_i}{x_i p_i}\right) &= \frac{1}{p_i}\\ \alpha_i w_i - \alpha_i x_i &= x_i - \alpha_i x_i\\ x_i &= \alpha_i w_i \qquad (2.120)\end{aligned}$$

A função demanda pelo bem y_i é dada pela condição:

$$\begin{aligned}TMS_{x_i,y} &= \frac{p_{x_i}}{p_i}\\ \frac{\alpha_i x_i^{\alpha_i - 1} y^{1-\alpha_i}}{(1-\alpha_i) x_i^{\alpha_i} y^{-\alpha_i}} &= \frac{1}{p_i}\\ \frac{\alpha_i}{(1-\alpha_i)}\frac{y}{x_i} &= \frac{1}{p_i}\\ \frac{\alpha_i}{(1-\alpha_i)}\frac{y}{(w_i - p_i y)} &= \frac{1}{p_i}\\ \frac{\alpha_i}{(1-\alpha_i)} &= \frac{w_i - p_i y}{p_i y}\\ \frac{\alpha_i}{(1-\alpha_i)} &= \frac{w_i}{p_i y} - 1\\ \frac{1}{1-\alpha_i} &= \frac{w_i}{p_i y}\\ y &= (1-\alpha_i)\frac{w_i}{p_i} \qquad (2.121)\end{aligned}$$

Em equilíbrio, todos os consumidores demandam a mesma quantia do bem público, isto é, $y_1 = y_2 = \ldots = y_n = y^*$. Portanto, temos:

$$\begin{aligned}p_i y^* &= (1-\alpha_i) w_i\\ \sum_{i=1}^{n} p_i y^* &= \sum_{i=1}^{n} (1-\alpha_i) w_i\\ y^* \sum_{i=1}^{n} p_i &= \sum_{i=1}^{n} (1-\alpha_i) w_i\\ y^* p &= \sum_{i=1}^{n} (1-\alpha_i) w_i\end{aligned}$$

$$y^* = \frac{\sum_{i=1}^{n}(1-\alpha_i)w_i}{p} \tag{2.122}$$

Disso decorre que

$$\begin{aligned} p_i &= \frac{(1-\alpha_i)w_i}{y^*} \\ p_i &= \frac{(1-\alpha_i)w_i}{\frac{\sum_{i=1}^{n}(1-\alpha_i)w_i}{p}} \\ p_i &= \frac{p(1-\alpha_i)w_i}{\sum_{i=1}^{n}(1-\alpha_i)w_i} \end{aligned} \tag{2.123}$$

A diferença chave entre o equilíbrio de Lindahl e o equilíbrio padrão é que nenhum mecanismo descentralizado irá gerar o vetor de preços correto. Esse ponto já foi apontado por Samuelson e ocorre devido ao fato de que as pessoas têm interesses próprios e emitem uma sinalização incorreta, isto é, dão informações erradas. Podemos contornar esse problema ao analisarmos um mecanismo de revelação de preferências. Se queremos encontrar um equilíbrio de Lindhal, precisamos conhecer as preferências ou a taxa marginal de substituição de cada consumidor. Porém, devido ao problema do *free-rider*, é muito difícil para os consumidores revelarem suas preferências. Vamos analisar esse problema antes.

2.6 O Problema do *Free-Rider*

Quando a taxa marginal de substituição é conhecida, a alocação eficiente de Pareto pode ser determinada a partir da condição de Lindahl-Samuelson ou da solução de Lindahl. Depois disso, a contribuição de cada consumidor é dada por $g_i = w_i - x_i$. No entanto, é difícil a sociedade conhecer as informações sobre a taxa marginal de substituição. Obviamente, o método ingênuo é que poderíamos pedir a cada indivíduo que revelasse suas preferências e, assim, determinasse a sua disposição a pagar. Contudo, como cada consumidor tem interesse próprio, cada pessoa quer ser uma pessoa livre. Portanto, não está disposta a contar a sua verdadeira taxa marginal de substituição. Se os consumidores perceberem que as parcelas da contribuição para a produção de bens públicos (ou preços personalizados) dependem de suas respostas, eles terão "incentivos para trapacear". Ou seja, quando for solicitado que os consumidores relatem suas funções de utilidade ou taxas marginais de substituição, eles têm incentivos para reportar uma taxa marginal de substituição menor, para que possam pagar menos e consumir o bem público (*free riders*). Isso causa os maiores problemas em teoria da escolha pública.

Observe que o objetivo social é atingir alocações eficientes de Pareto para a economia de bens públicos, mas, por interesse pessoal, cada pessoa procura otimizar a sua função de utilidade:

$$\max u_i(x_i, y) \tag{2.124}$$

$$\text{sujeito a } g_i \in [0, w_i] \tag{2.125}$$

$$x_i + g_i = w_i \tag{2.126}$$

$$y = f\left(g_i + \sum_{j \neq i}^{n} g_j\right) \tag{2.127}$$

Ou seja, cada consumidor adota as estratégias dos outros como determinadas e maximiza seus ganhos. A pergunta que resulta disso é: quão eficaz é um mercado privado no fornecimento de bens públicos? A resposta, como mostrada abaixo, é que não podemos esperar que uma decisão puramente independente resulte em uma quantidade eficiente do bem público que está sendo produzido.

Observe que podemos reescrever a função *payoff* do agente i como

$$\phi_i(g_i, g_{-i}) = u_i\left[(w_i - g_i), f\left(g_i + \sum_{j \neq i}^{n} g_j\right)\right] \tag{2.128}$$

A condição de primeira ordem do problema acima, obtida pela regra da cadeia, é

$$\begin{aligned}\frac{\partial \phi_i(g_i, g_{-i})}{\partial g_i} = 0 \quad &\iff \quad \frac{\partial u_i(x_i, y)}{\partial x_i}\frac{\partial x_i}{\partial g_i} + \frac{\partial u_i(x_i, y)}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial g_i} = 0 \\ &\iff \quad \frac{\partial u_i(x_i, y)}{\partial x_i}(-1) + \frac{\partial u_i(x_i, y)}{\partial y}\left[f'\left(g_i^* + \sum_{j\neq i} g_j\right)\right] = 0 \end{aligned} \tag{2.129}$$

Então, utilizando a equação (2.129) para escrever a taxa marginal de substituição entre o bem público e os bens privados, temos como solução:

$$\frac{\dfrac{\partial u_i(x_i^*, y^*)}{\partial y^*}}{\dfrac{\partial u_i(x_i^*, y^*)}{\partial x_i^*}} = \frac{1}{f'\left(g_i^* + \sum_{j\neq i} g_j\right)} \tag{2.130}$$

que não satisfaz a condição de Samuelson. Portanto, o equilíbrio resultante não necessariamente resulta em uma alocação Pareto eficiente.

Exemplo 2.7. *Para ver isso, suponha que*

- *A disposição a pagar por um bem seja* $r_i = 100$, $i = 1, 2$.
- *O custo c do bem seja R$ 150.*
- $g_i = 150$ *se um agente contribuir ou* $g_i = 75$ *se ambos contribuírem*

Cada pessoa decide independentemente se quer ou não comprar o bem público. Como resultado, cada um tem um incentivo para ser um free-rider do outro, como mostrado na matriz de payoff a seguir.

		Agente 2	
		Comprar	Não comprar
Agente 1	Comprar	$(25, 25)$	$(-50, 100)$
	Não comprar	$(100, -50)$	$(100, 100)$

Note que os payoffs líquidos são definidos por $r_i - g_i$. *Assim, é dado por* $100 - \frac{150}{2} = 25$ *quando ambos os consumidores estão dispostos a produzir o projeto público, e* $100 - 150 = -50$ *quando apenas uma pessoa quer comprar, mas a outra pessoa não. Este é o dilema do prisioneiro. O equilíbrio de estratégia dominante neste jogo é (não comprar, não comprar). Assim, nenhum agente quer dividir o custo de produção do projeto público, mas quer aproveitar com o outro consumidor. Como resultado, o bem público não é fornecido, mesmo que seja considerado eficiente. Assim, a contribuição voluntária em geral não resulta no nível eficiente do bem público.*

Como podemos resolver o problema do *free-rider*? Para isso precisamos da teoria de desenho de mecanismo, que não é o foco aqui, mas vamos ver duas alternativas: o mecanismo de votação e o mecanismo de revelação de preferências.

2.7 Mecanismo de Votação

Desenvolvido inicialmente por Bowen (1943), Black (1948), Donws (1957), entre outros, o Modelo do Eleitor Mediano diz que, sob a hipótese de que as preferências dos eleitores apresentem "pico único", em um sistema eleitoral majoritário, os eleitores escolherão o candidato cuja cesta ofertada de bens e serviços públicos mais se aproxime da cesta demandada pelo eleitor mediano.

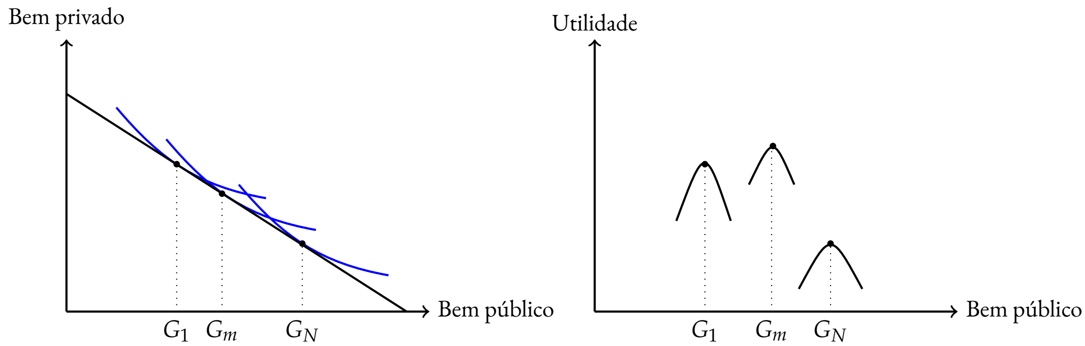
Na prática, o nível de provisão de bens públicos é frequentemente determinado pelo processo político, com os partidos concorrendo nos sistemas eleitorais prometendo diferentes níveis de provisão do bem público. A eleição de uma das partes por votação determina o nível de provisão do bem público. O que queremos fazer aqui é fornecer um contraste entre o resultado da votação e o nível eficiente de provisão de bem público, quando as pessoas diferem em gostos e (possivelmente) níveis de renda. Considere uma população de consumidores que determina a quantidade de bem público a ser fornecida pelo voto da maioria. O custo do bem público é compartilhado igualmente entre os consumidores e, portanto, se G unidades do bem público são fornecidas, o custo para cada consumidor é G/N. Com a renda M_i, um consumidor pode comprar bens privados no valor de $M_i - \frac{G}{N}$ depois de pagar pelo bem público. Isso fornece um preço efetivo de $\frac{1}{N}$ para cada unidade do bem público e um nível de utilidade $U_i\left(M_i - \frac{G}{N}, G\right)$. A restrição orçamentária, as curvas de indiferença mais altas atingíveis e a quantidade preferida de bem público são mostradas na parte superior da Figura 2.2 (assumindo, por conveniência, os mesmos níveis de renda para todos os consumidores).

Sendo as preferências são de pico único, a votação majoritária fornecerá uma agregação consistente de preferências dos eleitores individuais. O Teorema do Eleitor Mediano afirma que a votação majoritária produzirá o resultado preferido pelo eleitor mediano se as preferências tiverem um único pico. O eleitor mediano é o eleitor cujos gostos estão no meio do conjunto de eleitores; portanto, um número igual de eleitores prefere mais e um número igual de eleitores prefere menos do bem público.

Para que o Teorema do Eleitor Mediano[6] possa ser aplicado, pressuponha que exista um número ímpar, N, de consumidores, em que $N > 2$, e que cada um dos consumidores tenha preferências únicas para o bem público. Essa segunda suposição implica que, quando o nível de utilidade é representado graficamente em relação à quantidade de bem público, haverá um valor único de G_i que maximiza a utilidade para o consumidor i. Tais preferências são ilustradas no painel à esquerda da Figura 2.2. Os consumidores são numerados de modo que seus níveis preferidos de bem público satisfaçam $G_1 < G_2 < \ldots < G_N$.

[6] A dinâmica e as previsões do teorema mediano dos eleitores apareceram pela primeira vez no artigo *Stability in Competition*, de 1929, do economista Harold Hotelling, no qual Hotelling observa que as plataformas dos candidatos políticos parecem convergir durante as eleições majoritárias. Seu artigo diz respeito ao posicionamento de lojas por dois vendedores ao longo de um segmento de linha, no qual os compradores são distribuídos uniformemente. A previsão de seu modelo, agora conhecido simplesmente como "Lei de Hotelling", é que em muitos mercados é racional que os produtores tornem seus produtos o mais semelhante possível, o chamado "princípio da diferenciação mínima". A análise formal do princípio da Lei de Hotelling nos sistemas de votação majoritária foi fornecida em um artigo relacionado de 1948, intitulado "On the Rationale of Group Decision-making" pelo economista Duncan Black. Anthony Downs, inspirado por Adam Smith, expandiu ainda mais o trabalho de Black em seu livro de 1957, "An Economic Theory of Political Action in Democracy".

Figura 2.2 – Alocações por meio de Votações



Por essas premissas, o Teorema do Eleitor Mediano garante que o consumidor com preferência mediana pelo bem público será decisivo na votação majoritária. A preferência mediana pertence ao consumidor na posição $\dfrac{N+1}{2}$ no *ranking*. Nós rotulamos o consumidor mediano como m e denotamos a quantidade escolhida do bem público por G_m. Uma característica notável do resultado da votação majoritária é que ninguém é capaz de manipular o resultado a seu favor deturpando sua preferência, de modo que a votação sincera é a melhor estratégia. O motivo é que qualquer pessoa à esquerda da mediana só pode afetar o resultado final votando em uma quantidade à direita da mediana que afastaria o resultado da posição preferida e vice-versa para qualquer pessoa à direita da mediana.

O valor G_m é a escolha preferida do consumidor m, por isso resolve

$$\max_{G} U_m \left(M_m - \frac{G}{N}, G \right) \tag{2.131}$$

em que M_m indica a renda do eleitor mediano que pode diferir da renda mediana com preferências heterogêneas.

Montando o Lagrangeano, temos:

$$L = U_m \left(M_m - \frac{G}{N}, G \right) \tag{2.132}$$

A condição de primeira ordem para a maximização pode ser expressa em termos da taxa marginal de substituição para mostrar que o resultado da votação é descrito por

$$\frac{\partial L}{\partial G} = 0 \quad \iff \quad \frac{\partial U_m}{\partial x_m}\frac{\partial x_m}{\partial G} + \frac{\partial U_m}{\partial G} = 0 \tag{2.133}$$

Reescrevendo essa condição obtemos:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial U_m}{\partial x_m}\left(-\frac{1}{N}\right) + \frac{\partial U_m}{\partial G} &= 0 \\
\frac{\partial U_m}{\partial G} &= \frac{\partial U_m}{\partial x_m}\left(\frac{1}{N}\right) \\
\frac{\frac{\partial U_m}{\partial G}}{\frac{\partial U_m}{\partial x_m}} \equiv TMS^m_{G,x_m} &= \frac{1}{N}
\end{aligned} \tag{2.134}$$

Por outro lado, como a taxa marginal de transformação é igual a 1, o resultado eficiente satisfaz a regra de Samuelson

$$\sum_{i=1}^{N} TMS^m_{G,x_m} = 1 \tag{2.135}$$

Contrastando os valores, o resultado da votação é eficiente apenas se

$$TMS^m_{G,x_m} = \sum_{i=1}^{N} \frac{TMS^m_{G,x_m}}{N} \tag{2.136}$$

Portanto, a votação majoritária leva à provisão eficiente do bem público somente se a TMS do eleitor mediano for igual à TMS média da população de eleitores. Não há razão para esperar que isso aconteça; portanto, deve-se concluir que a maioria dos votos geralmente não alcança um resultado eficiente. Isso ocorre porque o resultado da votação não leva em consideração outras preferências além das do eleitor mediano: alterar todas as preferências, exceto as do eleitor mediano, não afeta o resultado da votação (embora isso afete o nível eficiente de provisão do bem público).

O equilíbrio da votação é único e nenhuma outra alternativa é melhor. Porém, o equilíbrio de votação não existe em geral. Precisamos de duas suposições fortes para garantir a existência de um equilíbrio de votação.

- G é unidimensional (por exemplo, escolha do tamanho de um projeto público único: quão grande deve ser o orçamento de educação).
- as preferências acerca de G são de pico único, ou seja, cada pessoa tem um nível favorito unimodal de G e, em seguida, as preferências por outras alocações são muito pouco relevantes.

Suponha que o governo decidiu cobrar um imposto e fornecer bens públicos com base em alguma regra. Duas complicações surgem quando se tenta chegar a condição de Samuelson (*first-best*):

- existem interações com o setor privado (*crowd-out*).
- o governo não pode financiar bens públicos por meio de tributação *lump-sum*; ele deve usar impostos distorcivos.

Podem ser feitos comentários sobre se a votação majoritária geralmente leva a muito ou pouco bem público? Em geral, a resposta deve ser negativa, já que nenhuma restrição natural pode ser apelada e a TMS do eleitor mediano pode ser menor ou maior que a média. Se for menor, será fornecido muito pouco bem público. O inverso vale se for mais alto. A única abordagem que pode dar uma ideia é observar que a distribuição de renda tem uma cauda direita muito longa. Se a TMS for mais alta para os eleitores de baixa renda, a natureza da distribuição de renda sugere que a mediana da TMS é maior que a média. Assim, a votação levará a uma quantidade excessiva de bem público. Alternativamente, se a TMS estiver aumentando com a renda, a votação levaria a uma subprovisão.

Exemplo 2.8. *Suponha que o custo para produzir um bem público seja* $c = 99$*. E as disposições a pagar de três consumidores sejam, respectivamente,* $r_1 = 90$*,* $r_2 = 30$ *e* $r_3 = 30$*. Claramente,* $r_1 + r_2 + r_3 > c$ *e* $g_i = 99/3 = 33$*. Portanto, a provisão eficiente do bem público deve ser sim. No entanto, sob a regra da maioria, apenas o consumidor 1 vota "sim", pois recebe um benefício líquido positivo se o bem for fornecido. As pessoas #2 e #3 votam "não" para produzir bem público e, portanto, o* *bem público não será fornecido, e teremos uma provisão ineficiente do bem público. O problema com a regra da maioria é que ela mede apenas o benefício líquido de ter o bem público, enquanto a condição eficiente exige uma comparação da disposição a pagar.*

3 Externalidades

[. . .] anything that has been so important and has survived for so long is too valuable to be put aside. Every effort should be made to preserve its centrality, even if that means revising the way one thinks about the concept in light of recent challenges.

Louis Makowsky e Joseph Ostroy, 2001

3.1 Introdução

Uma externalidade surge sempre que a utilidade ou possibilidade de produção de um agente depende diretamente das ações de outro agente (firma ou indivíduo). Dito de outra forma, significa que o efeito não é transmitido através dos preços (ou seja, através de um mecanismo de mercado).

Pigou, em *The Economics of Welfare*, define externalidades como:

> *Here the essence of the matter is that one person A, in the course of rendering some service, for which payment is made, to a second person B, incidentally also renders services or disservices to other persons (not producers of like services), of such a sort that payment cannot be extracted from the benefited parties or compensation enforced on behalf of the injured parties* (p. 159).

A definição de externalidades pecuniárias versus não-pecuniárias não é uma definição tecnológica exógena. Depende fundamentalmente dos mercados que estão em vigor. A presença de externalidades depende dos detalhes do arranjo como definição de mercadorias e direitos de propriedade. Exemplo: uma firma polui o rio e a outra firma é uma fazenda de peixes naquele rio que sofre poluição da primeira firma. Se as duas firmas se fundem ou se uma é dona do rio e pode cobrar a outra pela poluição, então o efeito é internalizado e não há mais uma externalidade.

A velha escola de Chicago (Coase) afirma que é possível converter todas as externalidades em externalidades pecuniárias com mercados apropriados. Aqui há uma conexão com desenho de mecanismo. Até o momento estivemos tomando o arranjo institucional onde ocorrem as transações como um dado: o mercado. Note, porém, que mesmo nesse caso, permitíamos que algumas transações ocorressem dentro de outros arranjos institucionais, como é o caso do que ocorre no interior das firmas. A teoria de desenho de mecanismos permite um arcabouço teórico capaz de tratar de forma unificada e coerente todos esses temas. A teoria de desenho de mecanismos define instituição como jogos não cooperativos e compara essas instituições em termos dos resultados do equilíbrio desses jogos, permitindo ao cientista social analisar performance de cada arranjo institucional relativamente ao ótimo teórico. A teoria de desenho de mecanismos começa com Hurwicz (1960). De acordo com Hurwicz, um mecanismo é um sistema de comunicação em que os participantes trocam mensagens uns com os outros de forma a determinar uma escolha social. Essas mensagens podem comunicar informações privadas dos agentes, como por exemplo, a sua disposição a pagar por um bem público. O mecanismo age, então, como um computador central que compila e processa as mensagens dos agentes, agregando as informações disponíveis na economia e recomendando uma ação a partir do conjunto de informações recebidas de acordo com um conjunto pre-especificado de regras que mapeiam mensagens em escolhas.

Inicialmente, a maior parte da investigação tinha por foco a complexidade (medido pelos custos informacional e computacional dos mecanismos), desconsiderando os aspectos de incentivos. A teoria, porém, só tornou-se relevante na prática depois de mais um artigo de Hurwicz (1972) em que os incentivos dos participantes eram incorporados de forma tratável com a noção de compatibilidade em incentivos. Isto permitiu uma análise rigorosa do fato fundamental de as pessoas só revelarem as suas informações privadas quando lhes for conveniente. Em outras palavras, como os indivíduos otimizam conhecendo as regras que levam o conjunto de mensagens às escolhas sociais, só vão revelar as informações que lhes convier. Esta observação leva à noção de implementação (no sentido fraco) de resultados como um equilíbrio do jogo de mensagens, em que o mecanismo é o conjunto de regras governando esse jogo de mensagens. Mecanismos podem, então ser comparados pela comparação dos equilíbrios induzidos por cada um desses jogos. Note a complexidade do problema de determinar o desenho institucional ótimo. Temos que descobrir qual jogo de mensagens tem o melhor equilíbrio dentre todos os jogos de mensagens concebíveis. Um avanço fundamental ocorrido na década de 1970 para tornar o problema tratável foi a formulação do princípio da revelação; uma ideia simples que permite uma simplificação enorme do problema de desenho de mecanismo. Formulado inicialmente por Gibbard (1971) e em sua maior generalidade por Myerson (1986), o princípio estabelece que, em sua busca do melhor mecanismo possível, o pesquisador pode restringir-se aos chamados mecanismos reveladores diretos verdadeiros (ou compatíveis em incentivos). A estrutura matemática do problema de desenho de mecanismo reformulado pela aplicação do princípio da revelação é relativamente simples. De fato, o problema de otimização no espaço de mecanismos diretos reveladores é um problema matemático bem definido, o que permite que se resolva um problema que de outra forma não seria passível de solução prática: o problema de encontrar o desenho institucional ótimo.

Note a conexão com a teoria de bens públicos. Bens públicos são bens que têm externalidades produtivas em larga escala.

Há dois tipos de externalidades:

1. Externalidades no consumo

$$\text{Sem preferência por externalidades} \implies u_i(x_i) \tag{3.1}$$
$$\text{Com preferência por externalidades} \implies u_i(x_1, \ldots, x_i, \ldots, x_n) \tag{3.2}$$

ou seja, o consumo de um indivíduo afeta a utilidade de outros.

2. Externalidades na produção

A função de produção inclui outros argumentos do que somente os insumos.

Isso leva a um exame de várias sugestões/maneiras alternativas de alocar recursos que podem levar a resultados eficientes. Alcançar uma alocação eficiente na presença de externalidades envolve, essencialmente, garantir que os agentes enfrentem os preços corretos por suas ações. As formas de resolver problemas de externalidade incluem tributação, regulação, direitos de propriedade, fusões etc.

Exemplos de externalidades negativas de produção incluem:

- Poluição do ar pela queima de combustíveis fósseis. Essa atividade causa danos às plantações, edifícios (históricos) e saúde pública.

- O clima muda como consequência das emissões de gases do efeito estufa da queima de petróleo, gás e carvão. As mudanças climáticas apresentam um desafio único para a economia: é o maior exemplo de falha de mercado que já vimos.

- Poluição da água por indústrias que adicionam efluentes, que prejudicam plantas, animais e seres humanos.

- Poluição sonora durante o processo de produção, que pode ser mental e psicologicamente perturbadora.

- Risco sistêmico: os riscos para a economia em geral decorrentes dos riscos assumidos pelo sistema bancário. Uma condição de risco moral pode ocorrer na ausência de regulamentação bancária bem projetada ou na presença de regulamentação mal projetada.

- Efeitos negativos da produção industrial de animais de criação, incluindo o aumento do *pool* de bactérias resistentes a antibióticos por causa do uso excessivo de antibióticos; problemas de qualidade do ar; contaminação de rios, córregos e águas costeiras com resíduos concentrados de animais; problemas de bem-estar animal.

- O esgotamento do estoque de peixes no oceano devido à sobrepesca. Este é um exemplo de um recurso de propriedade comum, vulnerável à tragédia dos bens comuns na ausência de uma governança ambiental apropriada.

- O armazenamento de resíduos nucleares de usinas nucleares.

Exemplos de externalidades negativas de consumo incluem:

- Privação do sono devido ao vizinho ouvir música alta tarde da noite.

- Resistência a antibióticos, causada pelo aumento do uso de antibióticos. Os indivíduos não consideram esse custo de eficácia ao tomar decisões de uso. As políticas do governo propostas para preservar a eficácia futura dos antibióticos incluem campanhas educacionais, regulamentação, impostos pigouvianos e patentes.

- Custos compartilhados de saúde causados pelo fumo e/ou abuso de álcool. Aqui, o "custo" é o de proporcionar bem-estar social mínimo. Os economistas atribuem com mais frequência esse problema à categoria de riscos morais, a perspectiva de que as partes isoladas do risco possam se comportar de maneira diferente da que teriam se estivessem totalmente expostas ao risco. Por exemplo, indivíduos com seguro contra roubo de automóveis podem ser menos vigilantes ao trancar seus carros, porque as consequências negativas do roubo de automóvel são (parcialmente) suportadas pela companhia de seguros.

- Maiores custos de congestionamento e maiores riscos de acidentes quando as pessoas usam as vias públicas.

- O consumo de um consumidor faz com que os preços subam e, portanto, piora outros consumidores, talvez reduzindo seu consumo. Esses efeitos são chamados de "externalidades pecuniárias" e se distinguem de "externalidades reais" ou "externalidades tecnológicas". As externalidades pecuniárias parecem ser externalidades, mas ocorrem dentro do mecanismo de mercado e não são consideradas uma fonte de falha ou ineficiência de mercado, embora ainda possam resultar em danos substanciais a terceiros.

Exemplos de externalidades positivas de produção incluem:

- Um apicultor que guarda as abelhas pelo mel. Um efeito colateral ou externalidade associado a essa atividade é a polinização das culturas vizinhas pelas abelhas. O valor gerado pela polinização pode ser mais importante que o valor do mel colhido.

- A construção e operação de um aeroporto. Isso beneficiará as empresas locais, devido ao aumento da acessibilidade.

- Uma empresa industrial que oferece aulas de primeiros socorros para que os funcionários aumentem a segurança do emprego. Isso também pode salvar vidas fora da fábrica.

- Uma empresa estrangeira que apresenta tecnologias atualizadas para empresas locais e melhora sua produtividade.

Exemplos de externalidades positivas de consumo incluem:

- Um indivíduo que mantém uma casa atraente pode conferir benefícios aos vizinhos na forma de maiores valores de mercado para suas propriedades.

- Um indivíduo que recebe uma vacinação contra uma doença transmissível não apenas diminui a probabilidade de infecção do próprio indivíduo, mas também diminui a probabilidade de outros serem infectados pelo contato com o indivíduo.

- Dirigir um veículo elétrico, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa e melhorando a qualidade do ar local e a saúde pública. Embora isso possa aumentar as emissões de usinas de energia que queimam combustíveis fósseis, isso geralmente é mais do que compensado pelas emissões reduzidas de veículos, especialmente onde as fontes hidrelétricas, nucleares e renováveis são predominantes.

- Maior educação das pessoas, pois isso pode levar a benefícios mais amplos da sociedade, na forma de maior produtividade econômica, menor taxa de desemprego, maior mobilidade das famílias e maiores taxas de participação política.

- Um indivíduo que compra um produto que está interconectado em uma rede (*smartphone*). Isso aumentará a utilidade desses telefones para outras pessoas que possuem um celular com vídeo. Quando cada novo usuário de um produto aumenta o valor do mesmo produto de propriedade de outros, o fenômeno é chamado de externalidade da rede ou efeito de rede. As externalidades de rede geralmente têm "pontos de inflexão"", onde, de repente, o produto atinge aceitação geral e uso quase universal.

- Em uma área que não possui corpo de bombeiros; os proprietários que adquirem serviços de proteção contra incêndios particulares fornecem uma externalidade positiva às propriedades vizinhas, que têm menos risco de o fogo do vizinho protegido se espalhar para sua casa (desprotegida).

3.2 Externalidades no Consumo

Quando não há externalidades no consumo, a função de utilidade do agente i é uma função de apenas seu próprio consumo:

$$u_i(x_i, y_i) \tag{3.3}$$

Neste caso, supondo dois agentes (A e B), as condições de primeira ordem para o equilíbrio competitivo são dadas por

$$TMgS^A_{x,y} = \frac{p_x}{p_y} = TMgS^B_{x,y} \tag{3.4}$$

e as condições de primeira ordem para a eficiência de Pareto são dadas por:

$$TMgS^A_{x,y} = TMgS^B_{x,y} \tag{3.5}$$

Assim, por causa do comportamento de tomador de preços, todo equilíbrio competitivo implica eficiência de Pareto se as funções de utilidade forem quase-côncavas.

O objetivo principal desta seção é mostrar que uma alocação de equilíbrio competitivo não é, em geral, eficiente quando existe uma externalidade no consumo. Mostramos isso observando que as condições de primeira ordem para um equilíbrio competitivo não são em geral as mesmas condições de primeira ordem para alocações eficientes de Pareto na presença de externalidades no consumo. Aqui estamos seguindo Tian e Yang (2009).

Considere a seguinte economia de troca com dois agentes e dois bens:

$$u_A(x_A, x_B, y_A) \tag{3.6}$$

$$u_B(x_A, x_B, y_B) \tag{3.7}$$

que são consideradas estritamente crescentes em seu próprio consumo de bens, quase-côncavas, e satisfazem as condições de Inada, $\dfrac{\partial u(\cdot)}{\partial x_i}(0) = +\infty$ e $\lim\limits_{x_i \to 0} \dfrac{\partial u(\cdot)}{\partial x_i} x_i = 0$, resultando em soluções interiores. Além disso, assumimos que o gradiente de $u_i(\cdot)$ é diferente de zero nas alocações eficientes de Pareto. Aqui a externalidade recai sob o bem x.

As condições de primeira ordem para o equilíbrio competitivo são as mesmas

$$TMgS^A_{x,y} = \frac{p_x}{p_y} = TMgS^B_{x,y} \tag{3.8}$$

Agora encontramos as condições de primeira ordem para alocações eficientes de Pareto em economias de troca com externalidades. Assim, alocações eficientes de Pareto x^* podem ser completamente determinadas pelas condições de primeira ordem do seguinte problema:

O problema de otimização é

$$\max_{x \in \mathbb{R}_{++}} u_B(x_A, x_B, y_B) \tag{3.9}$$

$$\text{sujeito a} \quad x_A + x_B \leq w_x \tag{3.10}$$

$$y_A + y_B \leq w_y \tag{3.11}$$

$$u_A(x_A, x_B, y_A) \geq u_A(x_A^*, x_B^*, y_A^*) \tag{3.12}$$

O Lagrangeano é

$$\begin{aligned} L = u_B(x_A, x_B, y_B) + \lambda_x(w_x - x_A - x_B) + \lambda_y(w_y - y_A - y_B) + \\ + \mu \left[u_A(x_A, x_B, y_A) - u_A(x_A^*, x_B^*, y_A^*)\right] \end{aligned} \tag{3.13}$$

As condições de primeira ordem são:

$$\frac{\partial L}{\partial x_A} = 0 \iff \frac{\partial u_B}{\partial x_A} - \lambda_x + \mu \frac{\partial u_A}{\partial x_A} = 0 \tag{3.14}$$

$$\frac{\partial L}{\partial y_A} = 0 \iff -\lambda_y + \mu \frac{\partial u_A}{\partial y_A} = 0 \tag{3.15}$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_B} = 0 \iff \frac{\partial u_B}{\partial x_B} - \lambda_x + \mu \frac{\partial u_A}{\partial x_B} = 0 \tag{3.16}$$

$$\frac{\partial L}{\partial y_B} = 0 \iff \frac{\partial u_B}{\partial y_B} - \lambda_y = 0 \tag{3.17}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_x} = 0 \iff w_x - x_A - x_B \geq 0 \tag{3.18}$$

$$\lambda_x \geq 0 \tag{3.19}$$

$$\lambda_x(w_x - x_A - x_B) = 0 \tag{3.20}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_y} = 0 \iff w_y - y_A - y_B \geq 0 \tag{3.21}$$

$$\lambda_y \geq 0 \tag{3.22}$$

$$\lambda_y(w_y - y_A - y_B) = 0 \tag{3.23}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = 0 \iff u_A(x_A, x_B, y_A) - u_A(x_A^*, x_B^*, y_A^*) \geq 0 \tag{3.24}$$

$$\mu \geq 0 \tag{3.25}$$

$$\mu\left[u_A(x_A, x_B, y_A) - u_A(x_A^*, x_B^*, y_A^*)\right] = 0 \tag{3.26}$$

Por (3.17), temos que $\lambda_y = \frac{\partial u_B}{\partial y_B} > 0$ e, portanto, por (3.23),

$$y_A + y_B = w_y \tag{3.27}$$

o que significa que nunca há dilapidação do bem que não exibe uma externalidade negativa.

De (3.15) e (3.17), temos:

$$\begin{aligned}
-\lambda_y + \mu\frac{\partial u_A}{\partial y_A} &= 0\\
-\frac{\partial u_B}{\partial y_B} + \mu\frac{\partial u_A}{\partial y_A} &= 0\\
\mu\frac{\partial u_A}{\partial y_A} &= -\frac{\partial u_B}{\partial y_B}\\
\mu &= \frac{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} \qquad (3.28)
\end{aligned}$$

Então, por (3.14) e (3.15), chegamos a:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial u_B}{\partial x_A} - \lambda_x + \mu\frac{\partial u_A}{\partial x_A} &= 0\\
\frac{\partial u_B}{\partial x_A} - \lambda_x + \frac{\lambda_y}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}}\frac{\partial u_A}{\partial x_A} &= 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{1}{\lambda_y}\frac{\partial u_B}{\partial x_A} - \frac{1}{\lambda_y}\lambda_x + \frac{1}{\lambda_y}\frac{\lambda_y}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}}\frac{\partial u_A}{\partial x_A} &= 0 \\
\frac{1}{\lambda_y}\frac{\partial u_B}{\partial x_A} - \frac{\lambda_x}{\lambda_y} + \frac{1}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}}\frac{\partial u_A}{\partial x_A} &= 0 \\
-\frac{\lambda_x}{\lambda_y} &= -\frac{1}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}}\frac{\partial u_A}{\partial x_A} - \frac{1}{\lambda_y}\frac{\partial u_B}{\partial x_A} \\
-\frac{\lambda_x}{\lambda_y} &= -\frac{1}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}}\frac{\partial u_A}{\partial x_A} - \frac{1}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}}\frac{\partial u_B}{\partial x_A} \\
\frac{\lambda_x}{\lambda_y} &= \frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} + \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} \qquad (3.29)
\end{aligned}$$

E por (3.15), (3.16) e (3.17), chegamos a:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial u_B}{\partial x_B} - \lambda_x + \mu\frac{\partial u_A}{\partial x_B} &= 0 \\
\frac{\partial u_B}{\partial x_B} - \lambda_x + \frac{\lambda_y}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}}\frac{\partial u_A}{\partial x_B} &= 0 \\
\frac{\partial u_B}{\partial x_B} - \lambda_x + \frac{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}}\frac{\partial u_A}{\partial x_B} &= 0 \\
-\lambda_x &= \frac{\partial u_B}{\partial x_B} - \frac{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}}\frac{\partial u_A}{\partial x_B} \\
\frac{\lambda_x}{\lambda_y} &= \frac{1}{\lambda_y}\frac{\partial u_B}{\partial x_B} - \frac{1}{\lambda_y}\frac{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}}\frac{\partial u_A}{\partial x_B}
\end{aligned}$$

$$\frac{\lambda_x}{\lambda_y} = \frac{1}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} \frac{\partial u_B}{\partial x_B} - \frac{1}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} \frac{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} \frac{\partial u_A}{\partial x_B}$$

$$\frac{\lambda_x}{\lambda_y} = \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} + \frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} \tag{3.30}$$

Igualando (3.29) e (3.30), obtemos:

$$\frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} + \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} = \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} + \frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} \tag{3.31}$$

que expressa a igualdade das taxas marginais sociais de substituição para os dois consumidores em pontos eficientes de Pareto. Assim, temos imediatamente a seguinte conclusão.

Uma alocação de equilíbrio competitivo pode não ser um ótimo de Pareto porque as condições de primeira ordem para o equilíbrio competitivo e a otimização de Pareto não são as mesmas. A partir da condição de igualdade marginal acima, sabemos que, para avaliar as taxas marginais de substituição relevantes para as condições de otimalidade, devemos levar em conta os efeitos diretos e indiretos das atividades de consumo na presença de externalidades. Ou seja, para atingir a otimização de Pareto, quando um consumidor aumenta o seu consumo do bem x, não apenas o consumo de y precisa mudar, mas o consumo do bem y pelo outro consumidor também deve ser alterado. Portanto, a taxa marginal social de substituição do bem x pelo bem y para o consumidor i é igual a $\frac{\frac{\partial u_i}{\partial x_i}}{\frac{\partial u_i}{\partial y_i}} + \frac{\frac{\partial u_j}{\partial x_i}}{\frac{\partial u_j}{\partial y_j}}$.

Resolvendo (3.14) e (3.16) para μ e λ_x, obtemos:

$$\frac{\partial u_B}{\partial x_A} + \mu \frac{\partial u_A}{\partial x_A} = \frac{\partial u_B}{\partial x_B} + \mu \frac{\partial u_A}{\partial x_B}$$

$$\mu \frac{\partial u_A}{\partial x_A} - \mu \frac{\partial u_A}{\partial x_B} = \frac{\partial u_B}{\partial x_B} - \frac{\partial u_B}{\partial x_A}$$

$$\mu\left(\frac{\partial u_A}{\partial x_A}-\frac{\partial u_A}{\partial x_B}\right)=\frac{\partial u_B}{\partial x_B}-\frac{\partial u_B}{\partial x_A}$$

$$\mu=\frac{\dfrac{\partial u_B}{\partial x_B}-\dfrac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}-\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}}>0 \tag{3.32}$$

e

$$\frac{\lambda_x}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}}-\frac{\dfrac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}}=\frac{\lambda_x}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}}-\frac{\dfrac{\partial u_B}{\partial x_B}}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}}$$

$$\frac{\lambda_x}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}}-\frac{\lambda_x}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}}=-\frac{\dfrac{\partial u_B}{\partial x_B}}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}}+\frac{\dfrac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}}$$

$$\lambda_x\left(\frac{1}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}}-\frac{1}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}}\right)=\frac{\dfrac{\partial u_B}{\partial x_B}}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}}-\frac{\dfrac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}}$$

$$\lambda_x\left(\frac{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}-\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}}\right)=\frac{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}\dfrac{\partial u_B}{\partial x_B}-\dfrac{\partial u_B}{\partial x_A}\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}}$$

$$\lambda_x=\frac{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}\dfrac{\partial u_B}{\partial x_B}-\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}\dfrac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}-\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}} \tag{3.33}$$

Quando a externalidade no consumo é positiva, a partir de (3.29) ou (3.30), podemos facilmente ver que λ_x é sempre positivo, dado que $\lambda_y=\dfrac{\partial u_B}{\partial y_B}>0$. Além disso, quando não existe externalidade ou uma externalidade unilateral (somente um consumidor impõe uma externalidade sobre o outro), por (3.29) ou (3.30), λ_x é positivo. Assim, a condição de igualdade marginal (3.31) e as condições de ajustamento determinam completamente todas as alocações eficientes de Pareto para esses casos. No entanto, quando há externalidades negativas para ambos os consumidores, o multiplicador de Kuhn-Tucker λ_x dado diretamente por (3.33) ou indiretamente dado por (3.29) ou (3.30) é a soma de um termo negativo e positivo e, portanto, o sinal de λ_x pode ser indeterminado.

Para garantir que uma alocação é Pareto-eficiente na presença de externalidades negativas, devemos exigir $\lambda_x \geq 0$ em pontos eficientes, o que, por sua vez, requer que as taxas marginais de substituição sejam não-negativas, isto é,

$$\frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} + \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} = \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} + \frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} \geq 0 \tag{3.34}$$

e

$$\frac{\partial u_A}{\partial x_A}\frac{\partial u_B}{\partial x_B} \geq \frac{\partial u_A}{\partial x_B}\frac{\partial u_B}{\partial x_A} \tag{3.35}$$

isto é, o benefício marginal conjunto deve ser maior ou igual ao custo marginal conjunto para todos os pontos Pareto-eficientes.

Para consumir os bens eficientemente, uma condição necessária é que o benefício marginal conjunto de consumir o bem x não seja menor do que o custo marginal de consumir o bem x.

Assim, as seguintes condições

$$\begin{cases} \frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} + \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} = \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} + \frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} \geq 0 \\ y_A + y_B = w_y \\ x_A + x_B \leq w_x \\ \left(\frac{\partial u_A}{\partial x_A}\frac{\partial u_B}{\partial x_B} - \frac{\partial u_A}{\partial x_B}\frac{\partial u_B}{\partial x_A}\right)(w_x - x_A - x_B) = 0 \end{cases} \tag{3.36}$$

constituem um sistema que permite obter todas as alocações eficientes de Pareto. Podemos fazer isso considerando três casos.

1. Quando $\frac{\partial u_A}{\partial x_A}\frac{\partial u_B}{\partial x_B} > \frac{\partial u_A}{\partial x_B}\frac{\partial u_B}{\partial x_A}$ ou $\frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} + \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} = \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} + \frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} > 0, \lambda_x > 0$ e as duas últimas condições no sistema se reduzem a $x_A + x_B = w_x$. Neste caso não há dilapidação. Substituindo $x_A + x_B = w_x$ e $y_A + y_B = w_y$ na condição de igualdade marginal (3.31), isso nos daria uma relação entre x_A e y_A, que define exatamente as alocações eficientes de Pareto.

2. Quando o benefício marginal conjunto é igual ao custo marginal conjunto:

$$\frac{\partial u_A}{\partial x_A}\frac{\partial u_B}{\partial x_B} = \frac{\partial u_A}{\partial x_B}\frac{\partial u_B}{\partial x_A} \tag{3.37}$$

   então,

$$\frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} + \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} = \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} + \frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} = 0 \tag{3.38}$$

   e, portanto, $\lambda_x = 0$. Neste caso, quando $x_A + x_B \leq w_x$, a depleção é indeterminada. No entanto, mesmo quando a depleção ocorre, ainda podemos determinar o conjunto de alocações eficientes de Pareto usando $y_A + y_B = w_y$ e as condições (3.38). De fato, depois de substituir $y_A + y_B = w_y$ em (3.38), podemos resolver para x_A em termos y_A.

3. Quando $\frac{\partial u_A}{\partial x_A}\frac{\partial u_B}{\partial x_B} < \frac{\partial u_A}{\partial x_B}\frac{\partial u_B}{\partial x_A}$, para quaisquer alocações que satisfaçam $x_A + x_B = w_x$, $y_A + y_B = w_y$ e a condição de igualdade marginal (3.31), as taxas marginais sociais de substituição devem ser negativas. Assim, a alocação não será Pareto eficiente. Nesse caso, deve haver uma depleção do bem x para atingir a eficiência de Pareto e uma alocação eficiente de Pareto irá satisfazer (3.38).

Resumindo, temos a seguinte proposição que fornece condições suficientes para caracterizar se deve haver ou não dilapidação da dotação w_x na obtenção de alocações eficientes de Pareto.

Se $\frac{\partial u_A}{\partial x_A}\frac{\partial u_B}{\partial x_B} > \frac{\partial u_A}{\partial x_B}\frac{\partial u_B}{\partial x_A}$, as condições suficientes para as alocações Pareto-ótima são:

$$\frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} + \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} = \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} + \frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} \tag{3.39}$$

$$x_A + x_B = w_x \tag{3.40}$$

$$y_A + y_B = w_y \tag{3.41}$$

Se $\frac{\partial u_A}{\partial x_A}\frac{\partial u_B}{\partial x_B} < \frac{\partial u_A}{\partial x_B}\frac{\partial u_B}{\partial x_A}$, as condições suficientes para as alocações Pareto-ótima são:

$$\frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} + \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} = \frac{\frac{\partial u_B}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} + \frac{\frac{\partial u_A}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} \tag{3.42}$$

$$x_A + x_B \leq w_x \tag{3.43}$$

$$y_A + y_B = w_y \tag{3.44}$$

A questão da depleção não é apenas importante na teoria, mas também é relevante para a realidade. Pode ser usado para explicar um enigma conhecido da relação felicidade-renda nas literaturas econômica e psicológica: a felicidade aumenta com a renda até certo ponto, mas não além dela. Por exemplo, o bem-estar diminuiu nos últimos 25 anos nos EUA, e a satisfação com a vida ficou praticamente estável ao mesmo tempo na Grã-Bretanha. Se interpretarmos a renda como um bem, e se os consumidores se invejarem em termos de níveis de consumo, pelo nosso resultado, quando a renda atingir um determinado nível, talvez seja necessário dispor livremente da riqueza para obter alocações eficientes em Pareto; caso contrário, as alocações resultantes serão Pareto ineficientes. Portanto, o crescimento econômico não aumenta o bem-estar indexado por nenhuma função de bem-estar social, uma vez atingido o nível crítico de renda.

Exemplo 3.1. *Seja a seguinte função de utilidade:*

$$u_i(x_A, x_B, y_i) = \sqrt{x_i y_i} - x_j, \quad i \in \{A, B\}, j \in \{A, B\}, j \neq i \tag{3.45}$$

Pela condição (3.31), temos que

$$\frac{y_A}{x_A} = \frac{y_B}{x_B} \tag{3.46}$$

Vamos supor que $x_A + x_B \equiv \overline{x}$. *Substituindo* $\overline{x}$ *e* $y_A + y_B = w_y$ *na condição acima, obtemos:*

$$\begin{aligned}
\frac{y_A}{x_A} &= \frac{y_B}{x_B} \\
\frac{y_A}{x_A} &= \frac{w_y - y_A}{\overline{x} - x_A} \\
y_A\overline{x} - y_A x_A &= w_y x_A - y_A x_A \\
\frac{y_A}{x_A} &= \frac{w_y}{\overline{x}}
\end{aligned} \tag{3.47}$$

Temos que

$$\begin{aligned}
\frac{\partial u_A}{\partial x_A}\frac{\partial u_B}{\partial x_B} &= \frac{1}{4}\sqrt{\frac{y_A}{x_A}}\sqrt{\frac{y_B}{x_B}} \\
&= \frac{1}{4}\sqrt{\frac{y_A}{x_A}}\sqrt{\frac{y_A}{x_A}} \qquad [\textit{por } (3.46)] \\
&= \frac{1}{4}\frac{y_A}{x_A} \\
&= \frac{1}{4}\frac{w_y}{\overline{x}}
\end{aligned} \tag{3.48}$$

Como $\dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}\dfrac{\partial u_B}{\partial x_A} = 1$, *temos que*

$$\overline{x} = \frac{w_y}{4} \tag{3.49}$$

Portanto, $\overline{x} = \dfrac{w_y}{4}$ *é o ponto crítico que faz com que* $\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}\dfrac{\partial u_B}{\partial x_B} - \dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}\dfrac{\partial u_B}{\partial x_A} = 0$*, ou, de forma equivalente,* $\dfrac{\frac{\partial u_A}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} + \dfrac{\frac{\partial u_B}{\partial x_A}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} = \dfrac{\frac{\partial u_B}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_B}{\partial y_B}} + \dfrac{\frac{\partial u_A}{\partial x_B}}{\frac{\partial u_A}{\partial y_A}} = 0$*. Assim, se* $w_x > \dfrac{w_y}{4}$*, então* $\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}\dfrac{\partial u_B}{\partial x_B} - \dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}\dfrac{\partial u_B}{\partial x_A} < 0$*. Isso implica que qualquer alocação eficiente de Pareto requer que toda a dotação seja alocada em consumo. Se* $w_x < \dfrac{w_y}{4}$*, então* $\dfrac{\partial u_A}{\partial x_A}\dfrac{\partial u_B}{\partial x_B} - \dfrac{\partial u_A}{\partial x_B}\dfrac{\partial u_B}{\partial x_A} > 0$*. Isso implica que nenhuma alocação ótima de Pareto requer que toda a dotação seja alocada em consumo. E de forma semelhante para* $w_x = \dfrac{w_y}{4}$.

Exemplo 3.2. *Uma economia é constituída por dois indivíduos cujas utilidades são* $u_A(f, m_A) = \dfrac{4}{3}\sqrt{f} + m_A$ *e* $u_B(f, m_B) = \ln(1-f) + m_B$*, em que* f *é representa a poluição gerada pelo consumo de cigarro por parte do indivíduo* A *e* m *representa o gasto com a aquisição de outros bens. Suponha que o indivíduo* B *tenha direito a todo o ar puro, mas que possa vender, ao preço unitário* p*, o direito de poluir parte do ar para* A*. Se no equilíbrio o indivíduo* A *paga* G *unidades monetárias ao indivíduo* B *para poluir parte do ar, quanto deve ser* G*? Suponha que* $f \in [0,1]$.

O indivíduo A *escolhe o nível de poluição gerada pelo consumo de cigarro que resolva o seguinte problema:*

$$\max_f \frac{4}{3}\sqrt{f} + m_A - pf \tag{3.50}$$

cuja condição de primeira ordem será dada por

$$\frac{\partial u_A}{\partial f} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad \frac{4}{6}f^{-1/2} - p = 0 \quad \Longrightarrow \quad p = \frac{4}{6\sqrt{f}} \tag{3.51}$$

Por sua vez, o indivíduo B *resolve o seguinte problema de otimização:*

$$\max_f \ln(1-f) + m_B + pf \tag{3.52}$$

cuja condição de primeira ordem será dada por

$$\frac{\partial u_B}{\partial f} = 0 \iff -\frac{1}{1-f} + p = 0 \implies p = \frac{1}{1-f} \tag{3.53}$$

Logo,

$$\begin{aligned} \frac{1}{1-f} &= \frac{4}{6\sqrt{f}} \\ 6\sqrt{f} &= 4(1-f) \\ \frac{9}{4} &= 1 - 2f + f^2 \\ f^2 - \frac{17}{4}f + 1 &= 0 \\ f &= \frac{\frac{17}{4} \pm \sqrt{\frac{225}{16}}}{2} \\ f &= \frac{1}{4} \text{ ou } f = 4 \end{aligned} \tag{3.54}$$

Assim, ele vai pagar $G = pf = \left(\frac{1}{1-f}\right) f = \left(\frac{1}{1-\frac{1}{4}}\right)\frac{1}{4} = \frac{1}{3}.$

Exemplo 3.3. *Considere um grupo de n estudantes. Suponha que cada estudante i estude h_i horas o que gera uma desutilidade de $\frac{h_i^2}{2}$ para ele. O benefício gerado pelo estudo para i depende da sua performance frente à de seus colegas da sala e tem a seguinte forma: $u\left(\frac{h_i}{\bar{h}}\right)$ para todo i, em que $\bar{h} = \frac{1}{n}\sum_i h_i$ denota a média de horas estudadas por todos os alunos da sala e $u(\cdot)$ é uma função crescente e côncava. Encontre o equilíbrio de Nash simétrico.*

Num Equilíbrio de Nash a escolha de cada indivíduo i maximiza sua utilidade dadas as ações dos outros

$$\max_{h_i} u\left(\frac{h_i}{\frac{1}{n}\sum_i h_i}\right) - \frac{h_i^2}{2} \quad \Longrightarrow \quad \max_{h_i} u\left(\frac{nh_i}{h_i + \sum_{j\neq i} h_j}\right) - \frac{h_i^2}{2} \tag{3.55}$$

A condição de primeira ordem é

$$\begin{aligned}
\frac{\left(h_i + \sum_{j\neq i} h_j\right) n - nh_i}{\left(h_i + \sum_{j\neq i} h_j\right)^2} u'\left(\frac{nh_i}{h_i + \sum_{j\neq i} h_j}\right) - h_i = 0 \\
\frac{n\sum_{j\neq i} h_j}{\left(h_i + \sum_{j\neq i} h_j\right)^2} u'\left(\frac{nh_i}{h_i + \sum_{j\neq i} h_j}\right) - h_i = 0
\end{aligned} \tag{3.56}$$

Em um equilíbrio simétrico,

$$\frac{n(n-1)h}{(nh)^2} u'\left(\frac{nh}{nh}\right) - h = 0 \tag{3.57}$$

Assim,

$$h^* = \left[\frac{n-1}{n} u'(1)\right]^{1/2} > 0 \tag{3.58}$$

3.3 Externalidades na Produção

Mostramos agora que a alocação de recursos pode não ser eficiente também para o caso da externalidade na produção. Para mostrar isso, considere uma economia simples com duas empresas. A empresa 1 produz o bem x que será vendido em um mercado competitivo. No entanto, a produção de x impõe um custo de externalidade denotado por $e(x)$ para firma 2, que é assumido como sendo convexo e estritamente crescente. Seja y o bem produzido pela firma 2, que é vendido no mercado competitivo. Sejam $c_x(x)$ e $c_y(y)$ as funções de custo das firmas 1 e 2, ambas convexas e estritamente crescentes. Sejam p_x e p_y os preços de x e de y, respectivamente.

As funções objetivo são

$$\max_{x} \pi_1 = p_x x - c_x(x) \tag{3.59}$$

$$\max_{y} \pi_2 = p_y y - c_y(y) - e(x) \tag{3.60}$$

Então, pelas condições de primeira ordem, temos quantidades positivas de produtos:

$$\frac{d\pi_1}{dx} = 0 \iff p_x = c_x'(x) \tag{3.61}$$

$$\frac{d\pi_2}{dy} = 0 \iff p_y = c_y'(y) \tag{3.62}$$

No entanto, o produto maximizador de lucro, x, obtido da condição de primeira ordem é muito grande do ponto de vista social. A primeira firma só leva em conta o custo privado - o custo que é imposto a si mesmo - mas ignora o custo social - o custo privado mais o custo que impõe à outra firma. Qual é o resultado social eficiente?

O lucro social, $\pi_1 + \pi_2$, não é maximizado em x e y que satisfazem as duas condições de primeira ordem. Se as duas empresas se fundiram de modo a internalizar a externalidade, podemos escrever a função lucro como

$$\max_{x,y} \pi = p_x x + p_y y - c_x(x) - c_y(y) - e(x) \tag{3.63}$$

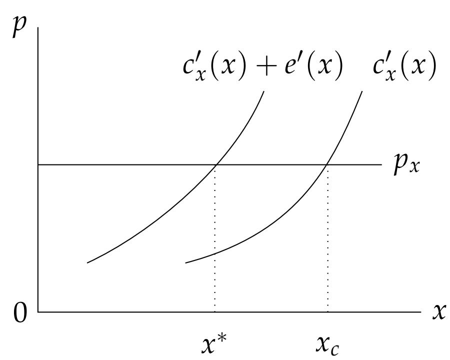
que resulta nas seguintes condições de primeira ordem:

$$\frac{\partial \pi}{\partial x} = 0 \iff p_x = c'_x(x^*) + e'(x^*) \tag{3.64}$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial y} = 0 \iff p_y = c'_y(y^*) \tag{3.65}$$

em que x^* é uma quantidade eficiente de produto; é caracterizado pelo preço ser igual ao custo social marginal. Assim, a produção de x^* é menor que a produção competitiva no caso de externalidade pela convexidade de $e(x)$ e $c_x(x)$.

Figura 3.1 – O Produto Eficiente x^* é Menor do que o Produto em um Ambiente Competitivo



3.4 Recurso de Uso Comum

Um recurso de uso comum é um bem em que o consumo é rival e não excludente. Alguns dos exemplos prototípicos são pesqueiros locais, pastagens comuns ou sistemas de irrigação. Nessas situações, os indivíduos tenderão a usar em excesso o recurso, pois escolherão o nível de uso em que a utilidade marginal individual é zero, mas o Pareto ótimo é o nível em que o benefício marginal total é zero, que geralmente é um nível mais baixo de consumo do que o equilíbrio do mercado.

Considere o exemplo a seguir de um recurso de uso comum. O número total de peixes capturados em uma pesca local não excludente é dado por $f(k)$, em que k é o número total de barcos de pesca que trabalham no local de pesca. Assuma que $f'(k) > 0$ e $f''(k) < 0$ e que $f(0) = 0$. Ou seja, assumimos que a produção total de peixes é uma função côncava crescente do número de barcos que trabalham no local de pesca. Observe também que, como consequência da concavidade de $f(\cdot)$, $\dfrac{f(k)}{k} > f'(k)$. Ou seja, o número de peixes capturados por barco é sempre maior que o produto marginal da adição de outro barco. Isto resulta da observação de que o produto médio está diminuindo para uma função de produção côncava. Defina o produto médio como $PMe(k) = \dfrac{f(k)}{k}$. Então, $PMe'(k) = \dfrac{1}{k}(f'(k) - PMe(k)) < 0$. Portanto, $PMe(k) > f'(k)$.

Os barcos de pesca são produzidos a um custo $c(k)$, em que k é o número total de barcos e $c(\cdot)$ é uma função estritamente crescente e estritamente convexa. O preço do peixe é normalizado para 1.

O número eficiente de barcos de Pareto é encontrado resolvendo

$$\max_{k} f(k) - c(k) \tag{3.66}$$

o que implica que a condição de primeira ordem para o número ideal de barcos k^0 é:

$$f'\left(k^0\right) = c'\left(k^0\right) \tag{3.67}$$

Seja k_i o número de barcos que o trabalhador i emprega e assuma que há I pescadores. Portanto, $k = \sum_i k_i$. Se p é o preço de um barco de pesca, os produtores do barco resolvem

$$\max_{k} pk - c(k) \tag{3.68}$$

cuja condição ótima é

$$c'(k) = p \tag{3.69}$$

Pressupondo que cada barco pesqueiro captura o mesmo número de peixes, cada pescador resolve o problema

$$\max_{k_i} \frac{k_i}{k_i + k_{-i}} f(k) - pk_i \tag{3.70}$$

em que $k_{-i} = \sum_{j \neq i} k_j$. A condição ótima deste problema é

$$f'(k^*)\frac{k_i^*}{k^*} + \frac{f(k^*)}{k^*}\left(\frac{k_{-i}^*}{k^*}\right) = p \tag{3.71}$$

A compensação do mercado implica então que:

$$f'(k^*)\frac{k_i^*}{k^*} + \frac{f(k^*)}{k^*}\left(\frac{k_{-i}^*}{k^*}\right) = c'(k^*) \tag{3.72}$$

Como todos os nossos produtores são idênticos, o ideal envolverá $k_i^* = k_j^*\ \forall i, j$. Ou seja, todos os pescadores escolherão o mesmo número de barcos. Se houver um total de n pescadores, podemos reescrever essa condição como:

$$f'(k^*)\frac{1}{n} + \frac{f(k^*)}{k^*}\left(\frac{n-1}{n}\right) = c'(k^*) \tag{3.73}$$

Assim, o lado esquerdo é uma combinação convexa do produto marginal, $f'(k)$, e do produto médio, $\frac{f(k)}{k}$. E dado que $\frac{f(k)}{k} > f'(k)$, isto implica que $f'(k^*)\frac{1}{n} + \frac{f(k^*)}{k^*}\left(\frac{n-1}{n}\right) > f'(k^*)$. Finalmente, como $c'(k)$ é crescente em k isso implica que $k^* > k^0$, ou seja, o mercado "exagera" na pesca.

O que faz com que as pessoas usem de forma demasiada o recurso comum? Considere mais uma vez a condição de otimização do pescador:

$$f'(k^*)\frac{k_i^*}{k^*} + \frac{f(k^*)}{k^*}\left(\frac{k_{-i}^*}{k^*}\right) = p \tag{3.74}$$

Os termos no lado esquerdo correspondem a dois fenômenos diferentes. Primeiro, se o pescador compra outro barco, isso aumenta a captura total e o pescador i obtém um aumento de $\frac{k_i^*}{k^*}$, o termo $f'(k^*)\frac{k_i^*}{k^*}$. Segundo, como o pescador agora tem mais um barco, ele tem uma proporção maior do total de barcos e, portanto, ganha com o fato de que uma proporção maior da captura total é dada a ele. Esse segundo efeito, que corresponde ao termo $\frac{f(k^*)}{k^*}\left(\frac{k_{-i}^*}{k^*}\right)$, que pode ser pensado como um efeito de "roubo de mercado".

Observe que esses dois efeitos podem levar o mercado a agir ineficientemente. Uma vez que o pescador recebe apenas $\frac{k_i^*}{k^*}$ do aumento do número de peixes devido à adição de outro barco, isso tenderá a fazer com que o mercado comporte poucos barcos. No entanto, como adicionar outro barco também resulta em roubar parte das capturas dos outros pescadores, e isso é lucrativo, isso tende a fazer com que os pescadores comprem muitos barcos. Quando $f(\cdot)$ é côncavo, sabemos que o último efeito domina o primeiro e haverá muitos barcos.

O fenômeno anterior, de que o mercado tenderá a usar em excesso recursos comuns, é conhecido como a tragédia dos bens comuns. Há muitas soluções. Por exemplo, colocar uma cota no número de barcos que cada pescador pode possuir ou no número de peixes que cada barco pode pegar ajudaria a resolver o problema. Além disso, a tributação de barcos ou peixes também ajudaria a resolver o problema. O imposto do barco apropriado seria

$$t^* = \frac{k_{-i}^*}{k^*}\left(\frac{f(k^*)}{k^*} - f'(k)\right) \tag{3.75}$$

Além das ferramentas que eu já mencionei, é importante observar que, embora a tragédia dos bens comuns seja um problema real, as pessoas a resolvem há centenas de anos, pelo menos em parte. Frequentemente, quando as pessoas que têm acesso a um recurso comum (como pastagens comuns, um sistema de irrigação ou uma pesca de acesso aberto) fazem parte de uma comunidade próxima, como os moradores de uma vila, encontram maneiras informais de cooperar um com o outro. Como os moradores se conhecem, eles podem encontrar maneiras informais de punir as pessoas que usam demais os recursos.

Considere-se, para exemplo, o trecho abaixo que remete ao Brasil Colônia:

> *Antes da guerra de 1801, os colonos portugueses influíam pouco na vida da terra, mas sonhavam muito com seu progresso. Imaginavam a riqueza que acumulariam com o aproveitamento das oportunidades perdidas pela gente primitiva do lugar, que não sabia o potencial que tinha nas mãos; civilizar a região significava colocar o gado em propriedades demarcadas, dar destino à carne jogada fora, à terra mal utilizada e ao tempo ocioso. Agora essas possibilidades de aproveitamento pareciam realizadas.*

> *Chegaram os charqueadores para transformar em mercadoria valiosa a carne. As terras foram rapidamente divididas entre proprietários, que queriam aumentar a produção de reses. Surgiram as primeiras plantações.* (Caldeira, 1995: p. 46)

O trecho ilustra uma solução histórica ao problema do uso de recursos comuns/bens de uso comum que foi a do estabelecimento dos direitos de propriedade privada sobre uma região não aproveitada de forma economicamente eficiente – como o autor parece afirmar. O uso da terra por vários charqueadores poderia ser estabelecido de duas formas. Usando-se o critério de uso comum – no sentido de que não haveria um proprietário específico; ou através do uso da propriedade privada. Neste caso, a alocação pode ser feita de duas formas: através do livre comércio ou através da determinação governamental.

Suponha o primeiro caso, no qual cada charqueador sabe que quanto mais gado colocar na terra, melhor para ele. Cada unidade de gado produz uma unidade de carne e, adicionalmente, suponha que as unidades de gado são homogêneas, i.e., a qualidade da carne gerada é a mesma. Caso cada charqueador esteja interessado no seu próprio lucro, o que tenderá a ocorrer? A teoria econômica prevê que o gado deixará de ser incorporado ao pasto momento em que o lucro econômico for igual a zero, i.e., quando a receita total gerada for igual ao custo total.

A solução para a tragédia dos comuns citada no item anterior, como apontam a maioria dos livros-textos, é que a terra seja dividida entre os charqueadores – o que é o mesmo que dizer que a terra deverá ser privatizada – garantindo a cada um deles o direito de excluir outros de seu uso e também garantindo que cada qual possa ter direito autônomo de uso do próprio lote de terra.

Os direitos de propriedade privada têm 3 características:

1. o direito de tomar decisões sobre as condições físicas e usos de específicos bens;
2. o direito de vender os direitos de propriedade a outras pessoas;
3. o direito de usufruir das rendas e de arcar com as perdas resultantes das decisões de uso.

Se você vende algo de acordo com a lei, interpreta-se que você vende os direitos de propriedade privada, não a coisa propriamente dita.

O direito de propriedade é um direito da pessoa. Mais que isso, Armen Alchian afirma peremptoriamente em um artigo intitulado "Property Rights":

> *For decades social critics in the United States and throughout the Western world have complained that "property" rights too often take precedence over "human" rights, with the result that people are treated unequally and have unequal opportunities. Inequality exists in any society. But the purported conflict between property rights and human rights is a mirage. Property rights are human rights.*

Assim, Armen Alchian esclarece que o propósito fundamental dos direitos de propriedade é justamente a eliminação da competição destrutiva sobre o controle de recursos econômicos. Uma boa economia de mercado alicerçada sobre a garantia dos direitos de propriedade é precisamente o que promove a competição pacífica.

O direito de propriedade protege o seu bem contra ameaças e danos físicos causados por outras pessoas. Eu não posso, por exemplo, atirar uma pedra na sua janela. Ele não o protege, porém – e nem deve – de efeitos de valor-de-mercado causados por variações de demanda. Se o preço do frete caiu significativamente, o seu direito de propriedade sobre o caminhão não lhe permite fazer uma greve exigindo que o governo fixe um preço máximo para o litro de diesel abaixo do de mercado, apenas para que você não precise arcar com a perda decorrente de uma má decisão que você tomou no passado, mesmo que essa decisão tenha sido induzida por uma política criminosa de "incentivos" de um governo ruim. Lembre-se da condição (3).

3.5 Soluções para as Externalidades

A partir da discussão acima, sabemos que um mercado competitivo em geral pode não resultar em um resultado eficiente de Pareto na presença de externalidades, e é necessário buscar outros mecanismos alternativos para resolver o problema da falha de mercado. Nesta seção, apresentamos agora algumas remédios para essa falha de mercado decorrente da presença de externalidades, como:

- Imposto Pigouviano

- Negociação voluntária (abordagem do Coase)
- Imposto compensatório/subsídio
- Criar mercados com direitos de propriedade
- Intervenção direta
- Fusões
- Desenho de mecanismo

Qualquer uma das soluções acima pode resultar em resultados eficientes de Pareto, mas pode levar a diferentes distribuições de renda. Além disso, é importante saber que tipo de informação é necessário para implementar uma solução listada acima. A maioria das soluções propostas acima precisa fazer as seguintes suposições:

- A fonte e o grau da externalidade são identificáveis.
- Os destinatários da externalidade são identificáveis.
- A relação causal da externalidade pode ser estabelecida objetivamente.
- O custo de prevenir (por diferentes métodos) uma externalidade é perfeitamente conhecido de todos.
- O custo da implementação de impostos e subsídios é insignificante.
- O custo da negociação voluntária é insignificante.

3.5.1 Imposto Pigouviano

Defina uma taxa de imposto, t, tal que $t = e'(x^*)$. Esta taxa de imposto é dada para a firma 1 internalizar a externalidade.

A firma maximiza seu lucro dado o imposto:

$$\max_{x} \pi_1 = p_x x - c_x(x) - tx \tag{3.76}$$

A condição de primeira ordem é

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial x} = 0 \quad \iff \quad p_x = c'_x(x) + t = c'_x(x) + e'(x^*) \tag{3.77}$$

que é a mesma que a da otimização social. Ou seja, quando a empresa 1 enfrenta o preço errado de sua ação, um imposto $t = e'(x^*)$ deve ser imposto para cada unidade de produção da empresa 1. Isso levará a um resultado social ótimo, menor do que o resultado do equilíbrio competitivo. Tais taxas de correção são chamadas de impostos pigouvianos. O problema com essa solução é que ela exige que a autoridade tributária conheça o custo da externalidade $e(x)$. Mas, como a autoridade conhece a externalidade e como ela estima o valor da externalidade no mundo real? Se a autoridade conhece essa informação, pode também dizer à firma quanto produzir, em primeiro lugar. Então, na maioria dos casos, não funcionará bem.

3.5.2 Negociação Voluntária em Coase e Direitos de Propriedade

Uma abordagem diferente do problema da externalidade depende das partes negociarem uma solução para o problema. A maior novidade da contribuição do Prêmio Nobel Ronald Coase foi o tratamento sistemático da negociação de direitos de propriedade. Para resolver o problema da externalidade, Coase, em um artigo famoso, "The Problem of Social Cost", em 1960, argumenta que o sucesso de tal sistema depende de garantir que os direitos de propriedade sejam claramente atribuídos. O chamado Teorema de Coase avalia que, desde que os direitos de propriedade sejam garantidos, as duas partes negociarão de tal forma que o nível ideal da atividade produtora de externalidade seja implementado. Como uma implicação política, um governo deveria simplesmente reorganizar os direitos de propriedade e garanti-los. O mercado, então, poderia cuidar das externalidades sem intervenção direta do governo.

O teorema de Coase contém duas afirmações. Uma é que o nível da externalidade será o mesmo, independentemente da atribuição de direitos de propriedade, o que é chamado Teorema da Neutralidade de Coase. A segunda é que negociações voluntárias sobre externalidades levarão a um resultado ótimo de Pareto, que é chamado de Teorema da Eficiência de Coase. Coase mostra suas proposições principalmente usando exemplos de economia com apenas dois agentes e uma externalidade negativa. Coase fez uma observação de que, na presença de externalidades, a vítima tem um incentivo para pagar à firma para parar a produção se a vítima puder compensar a empresa pagando $p_x - c'_x(x^*)$. O exemplo a seguir captura os argumentos de Coase.

Suponha o seguinte exemplo. Duas empresas: uma é uma fábrica de produtos químicos que descarta produtos químicos em um lago e a outra é um pescador. Suponha que o lago permita a obtenção de um valor de R$ 50.000. Se os produtos químicos poluem o lago, o peixe não pode ser comido. Como se resolve a externalidade? A proposta de Coase afirma que, desde que os direitos de propriedade do lago sejam claramente atribuídos, resultará em resultados eficientes. Ou seja, o governo deveria dar a propriedade do lago tanto para a empresa química quanto para o pescador, então ele produziria uma produção eficiente. Para ver isso, assuma que o custo de um filtro é denotado por c_f.

1. O lago é entregue à fábrica.
   (a) Seja $c_f = R\$50.000$. O pescador está disposto a comprar um filtro para a fábrica. O pescador pagará pelo filtro para que o produto químico não polua o lago.
   (b) Seja $c_f > R\$50.000$. O produto químico é descartado no lago. O pescador não quer instalar nenhum filtro.
2. O lago é dado ao pescador e a receita líquida da empresa é maior que R$ 50.000.
   (a) Seja $c_f = R\$50.000$. A fábrica compra o filtro para que o produto químico não possa poluir o lago.
   (b) $c_f > R\$50.000$. A firma paga R$ 50.000 ao pescador e o produto químico é descartado no lago.

Como no exemplo acima, os exemplos de Coase apoiam suas afirmações com base em negociações entre firmas ou empresas, e não entre indivíduos. Essa diferença é importante, uma vez que as empresas maximizam os lucros em vez da utilidade e agem como fiduciárias para os indivíduos. Temos que fazer algumas suposições sobre as funções de utilidade dos consumidores para fazer o Teorema de Coase ser mantido.

Agora considere uma economia com dois consumidores e L bens. Assuma que o consumidor i tem a dotação inicial w_i. Cada consumidor tem preferências sobre as commodities que ele consome e sobre alguma ação h que é tomada pelo consumidor 1. Isto é,

$$u_i\left(x_i^1, \ldots, x_i^L, h\right) \tag{3.78}$$

A atividade h é algo que não tem custo monetário direto para a pessoa 1. Por exemplo, h é a quantidade de música alta escutada pela pessoa 1. Para ouvir música alta, o consumidor deve comprar eletricidade, mas a eletricidade pode ser capturada por meio de um dos componentes de x_i. Do ponto de vista do consumidor 2, h representa um efeito externo da ação do consumidor 1. No modelo, assumimos que

$$\frac{\partial u_2}{\partial h} \neq 0 \tag{3.79}$$

Assim, a externalidade neste modelo está no fato de que h afeta a utilidade do consumidor 2, mas não é precificada pelo mercado.

Seja $v_i(p, w_i, h)$ a função de utilidade indireta do consumidor i. O problema de maximização nesse contexto é dado por:

$$v_i(w_i, h) = \max_{x_i} u_i(x_i, h) \tag{3.80}$$

$$\text{sujeito a } px_i \leq w_i \tag{3.81}$$

Assumimos que as preferências são quase-lineares em relação a algum bem numerário. Assim, a função de utilidade indireta do consumidor assume a forma:

$$v_i(w_i, h) = \phi_i(h) + w_i \tag{3.82}$$

Além disso, assumimos que a utilidade é estritamente côncava em h: $\phi_i''(h) < 0$. Novamente, o resultado do equilíbrio competitivo em geral não é Pareto ótimo. O consumidor 1 deve escolher h para maximizar v_1, de modo que a solução interior satisfaça $\phi_1'(h^*) = 0$. Embora a utilidade do consumidor 2 dependa de h, ela não pode afetar a escolha de h.

Por outro lado, o nível socialmente ótimo de h maximizará a soma das utilidades dos consumidores:

$$\max_h \phi_1(h) + \phi_2(h) \tag{3.83}$$

A condição de primeira ordem para um máximo interno é:

$$\phi_1'\left(h^{**}\right) + \phi_2'\left(h^{**}\right) = 0 \tag{3.84}$$

em que h^{**} é a quantidade ótima de Pareto de h. Assim, o ótimo social é quando a soma do benefício marginal dos dois consumidores é igual a zero. No caso em que a externalidade é ruim para o consumidor 2 (música alta), temos que $h^* > h^{**}$. Ou seja, h é produzido em excesso. No caso em que a externalidade é boa para o consumidor 2, muito pouco será fornecido, $h^* < h^{**}$.

Agora mostramos que, desde que os direitos de propriedade sejam claramente atribuídos, as duas partes negociarão de tal forma que o nível ótimo da atividade produtora de externalidade seja implementado. Em primeiro lugar, consideramos o caso em que o consumidor 2 tem o direito de proibir o consumidor 1 de realizar atividades h. Mas esse direito é contratado. O consumidor 2 pode vender ao consumidor 1 o direito de realizar h_2 unidades de atividade h em troca de alguma transferência, T_2. Os dois consumidores irão negociar tanto sobre o tamanho da transferência T_2 quanto sobre o número de unidades da externalidade boa produzida, h_2. Para determinar o resultado da negociação, primeiro especificamos o mecanismo de barganha da seguinte forma:

1. O consumidor 2 oferece ao consumidor 1 um contrato do tipo aceite-recuse especificando um pagamento T_2 e um nível de atividade h_2.

2. Se o consumidor 1 aceitar a oferta, esse resultado será implementado. Se o consumidor 1 não aceitar a oferta, o consumidor 1 não pode produzir nenhuma das externalidades boas, isto é, $h = 0$.

Para analisar isso, comece considerando quais ofertas (h, T) serão aceitas pelo consumidor 1. Como na ausência de acordo o consumidor 1 deve produzir $h = 0$, o consumidor 1 aceitará (h_2, T_2) se e somente se isso oferecer maior utilidade que $h = 0$. Ou seja, o consumidor 1 aceita se e somente se:

$$\phi_1(h_2) - T_2 \geqq \phi(0) \tag{3.85}$$

Dada essa restrição no conjunto de ofertas aceitáveis, o consumidor 2 escolherá (h_2, T_2) para resolver o seguinte problema:

$$\max_{h_2, T_2} \phi_2(h_2) + T_2 \tag{3.86}$$

$$\text{sujeito a } \phi_1(h_2) - T_2 \geqq \phi_1(0) \tag{3.87}$$

Como o consumidor 2 prefere T_2 mais alto, a restrição será *binding* no ótimo (ou seja, a igualdade irá prevalecer). Assim, o problema se torna:

$$\max_{h_2} \phi_1(h_2) + \phi_2(h_2) - \phi_1(0) \tag{3.88}$$

A condição de primeira ordem para este problema é dada por

$$\phi_1'(h_2) + \phi_2'(h_2) = 0 \tag{3.89}$$

Mas essa é a mesma condição que define o nível socialmente ótimo de h_2. Assim, o consumidor 2 escolhe $h_2 = h^{**}$, e usa a restrição, $T_2 = \phi\left(h^{**}\right) - \phi_1(0)$. A oferta (h_2, T_2) é aceita pelo consumidor 1. Assim, esse processo de barganha implementa o ótimo social.

Agora, consideramos o caso em que o consumidor 1 tem o direito de produzir o máximo da externalidade que deseja. Nós mantemos o mesmo mecanismo de barganha. O consumidor 2 faz ao consumidor 1 uma oferta aceite ou recuse (h_1, T_1), em que o índice indica que o consumidor 1 tem o direito de propriedade nessa situação. No entanto, agora, no caso de 1 rejeitar a oferta, o consumidor 1 pode optar por produzir o máximo de externalidade que desejar, o que significa que ela optará por produzir h^*. Assim, a única mudança entre esta situação e o primeiro caso é o que acontece no caso de nenhum acordo ser alcançado. Nesse caso, o problema do consumidor 1 é:

$$\max_{h_1, T_1} \phi_1(h_1) - T_1 \tag{3.90}$$

$$\text{sujeito a } \phi_1(h_1) + T_1 \geq \phi_1\left(h^*\right) \tag{3.91}$$

Mais uma vez, sabemos que a restrição será *binding*, e assim o consumidor 1 escolhe h_1 e T_1 para maximizar

$$\max_{h_1} \phi_1(h_1) + \phi_2(h_1) - \phi_1\left(h^*\right) \tag{3.92}$$

A condição de primeira ordem para este problema é dada por

$$\phi_1'(h_1) + \phi_2'(h_1) = 0 \tag{3.93}$$

que é ótima em $h_1 = h^{**}$. A única diferença aqui é que $T_1 = \phi_1\left(h^*\right) - \phi_1\left(h^{**}\right)$.

Embora ambas as alocações de direitos de propriedade implementem h^{**}, elas têm consequências distributivas diferentes. O pagamento da transferência é positivo no caso em que o consumidor 2 tem os direitos de propriedade, enquanto é negativo quando o consumidor 1 tem os direitos de propriedade. A razão para isto é que o consumidor 2 está em melhor posição de barganha quando o resultado de não barganhar é que o consumidor 1 é forçado a produzir 0 unidades da externalidade boa.

No entanto, observe que, na estrutura quase-linear, a redistribuição do numerário não tem efeito sobre o bem-estar social. O fato de que, independentemente de como os direitos de propriedade são alocados, a barganha leva a uma alocação ótima de Pareto é um exemplo do Teorema de Coase: se a negociação da externalidade pode ocorrer, a negociação levará a um resultado eficiente, independentemente de como os direitos de propriedade são alocados (desde que sejam claramente atribuídos). Observe que direitos de propriedade executáveis e bem definidos são essenciais para a barganha funcionar. Se houver uma disputa sobre quem tem o direito de poluir (ou não poluir), a negociação pode não levar à eficiência. Um requisito adicional para a eficiência é que o próprio processo de barganha seja gratuito. Observe que o governo não precisa conhecer os consumidores individuais aqui - só precisa definir os direitos de propriedade. No entanto, é fundamental que isso seja feito claramente. Assim, o Teorema de Coase fornece um argumento em favor de ter leis claras e tribunais bem desenvolvidos.

O Teorema da Neutralidade de Coase está baseado no fato de que os custos de transação são nulos e os efeitos renda são zero (as funções de utilidade são quase-lineares). O problema deste teorema de Coase é que, os custos de negociação e organização, em geral, não são desprezíveis, e o efeito de renda pode não ser zero. Assim, uma privatização é ótima apenas no caso de custo de transação zero, sem efeito de renda e ambientes econômicos perfeitos.

O problema do Teorema de Eficiência de Coase é mais sério. Primeiro, como apontou Arrow (1979, p. 24), o postulado básico subjacente à teoria de Coase parece ser que o processo de negociação sobre os direitos de propriedade pode ser modelado como um jogo cooperativo, e isso requer a suposição de que cada jogador conhece as preferências ou funções de produção de cada um dos outros jogadores. Quando a informação não é completa ou assimétrica, em geral não temos um resultado ótimo de Pareto. Por exemplo, quando há um poluidor e há muitos indivíduos atingidos pela poluição, surge um problema de "parasitismo" (*free-rider*) e existe um incentivo para que os atingidos pela poluição deturpem suas preferências. Se o poluidor é responsável ou não, pode-se esperar que os atingidos exagerem a quantia necessária para compensar a externalidade. Assim, podemos precisar desenhar um mecanismo de incentivo para resolver o problema do *free-rider*.

Assim, a hipótese de que as negociações sobre externalidades imitarão o ambiente em um equilíbrio competitivo é, como o próprio Coase admitiu, uma hipótese que deve ser considerada como uma conjectura empírica que pode ou não ser confirmada pelos dados. Muitos trabalhos teóricos, portanto, ainda surgem, a fim de fornecer à economia Coasiana uma base rigorosa.

Os direitos de propriedade privada têm 3 características:

1. o direito de tomar decisões sobre as condições físicas e usos de específicos bens;
2. o direito de vender os direitos de propriedade a outras pessoas;
3. o direito de usufruir das rendas e de arcar com as perdas resultantes das decisões de uso.

Se você vende algo de acordo com a lei, interpreta-se que você vende os direitos de propriedade privada, não a coisa propriamente dita.

Algumas pessoas pensam que a defesa dos direitos de propriedade privada coloca o direito sobre bens acima dos direitos das pessoas ou mesmo de direitos humanos. Isso é um erro, pois o direito de propriedade é um direito da pessoa. Mais que isso, Armen Alchian afirma peremptoriamente em um artigo intitulado "Property rights":

"*For decades social critics in the United States and throughout the Western world have complained that "property" rights too often take precedence over "human" rights, with the result that people are treated unequally and have unequal opportunities. Inequality exists in any society. But the purported conflict between property rights and human rights is a mirage. Property rights are human rights*".

Há alguns problemas práticos concernentes ao teorema de Coase. O primeiro deles diz respeito à própria atribuição dos direitos de propriedade. Enquanto nos mercados convencionais está sempre claro quem é o comprador e quem é o vendedor, no caso das externalidades a definição é um tanto arbitrária. Afinal, deve a casa ter direito ao ar puro ou a fábrica direito a produzir fumaça?

Em segundo lugar, e talvez seja essa a maior limitação prática do teorema de Coase, estão os custos de transação. Estes podem surgir por várias razões, principalmente quando o número de pessoas envolvidas é grande.

Em terceiro está o tamanho do mercado, no caso em que o número de pessoas envolvidas é pequeno. Neste caso a hipótese competitiva capaz de garantir eficiência desaparece e ficamos envolvidos com o problema da barganha que pode ou não gerar uma solução eficiente.

Finalmente, cabe chamar a atenção para o fato de que a invariância à determinação dos direitos de propriedade depende da inexistência de efeitos renda, já que a distribuição de ganhos depende da alocação de direitos. Quando há efeito renda, diferentes atribuições de direito de propriedade geram diferentes disposições a pagar por determinado bem (ou pela redução dele). A invariância pode ser perdida neste caso.

Exemplo 3.4. *O indivíduo A cria cabras em seu sítio. A quantidade de cabras existentes é a quantidade máxima que a terra pode suportar. Ele está pensando em comprar cabras adicionais. Porém, nesse caso, as cabras adicionais irão invadir o sítio vizinho para pastar. Se o indivíduo A adquirir uma cabra e ela invadir o sítio vizinho, ele aufere benefícios líqüidos positivos, que são medidos em termos monetários. O indivíduo B, proprietário do sítio vizinho, planta alfaces. As cabras que invadem seu sítio comem as alfaces, causando-lhe danos que também são medidos em termos monetários. De acordo com o número de cabras de A que invadem a plantação de B, a tabela de benefícios totais para A e danos totais para B é como a seguir:*

# cabras	Benefício total de A	Custo total de B	Benefício marginal	Custo marginal	Excedente da transação	Excedente total
0	0	0				
1	50	10	50	10	40	40
2	90	30	40	20	20	60
3	120	59	30	29	1	61
4	140	99	20	40	-20	41
5	150	148	10 7	49	-39	2
6	152	205	2	57	-55	-53
7	145	240	-7	45	-38	-91

Existe um número socialmente ótimo de cabras que o indivíduo A pode adquirir, apesar das eventuais perdas que essas cabras adicionais causem ao indivíduo B. Se A adquirir a primeira cabra, ele ganha \$50, mas o indivíduo B perde \$10. Em termos líquidos, há um ganho de \$40 = \$50 - \$10.

Socialmente vale a pena. Logo, o indivíduo A deveria adquirir a primeira cabra adicional.

Será que ele deve adquirir a segunda cabra? Se fizer isso, A ganha mais $40. Assim, o benefício total da aquisição de duas cabras é $90, que é o número mostrado na tabela. Note que aqui estamos calculando os benefícios marginais: o quanto cada unidade a mais acrescenta ao benefício total. Ora, o indivíduo B, por outro lado, terá um custo adicional de $20. De fato, como a primeira cabra lhe causa um dano de $10 e duas lhe causam um dano de $30, então o dano causado pela segunda cabra é a diferença $30 - $10 = $20. Assim, a aquisição da segunda cabra fornece um ganho de $40 para o indivíduo A e uma perda de $20 para o indivíduo B. Em termos líquidos, há um ganho de $20 = $40 - $20. Vale a pena, do ponto de vista social, adquirir a segunda cabra.

Vale a pena adquirir a terceira cabra? Para o indivíduo B, a terceira cabra lhe dá um benefício adicional de $30. Para o indivíduo B, o custo adicional causado pela terceira cabra é de $29. Há um ganho social de $1. Vale a pena. A terceira cabra é então adquirida.

E a quarta cabra? A aquisição da quarta cabra dá ao indivíduo A um benefício adicional de $20, mas causa ao indivíduo B um custo adicional de $40. Não vale a pena. Logo a quarta cabra não deve ser adquirida. Daí para a frente as coisas só pioram.

Em suma, é socialmente ótimo que o indivíduo A adquira mais três cabras. Elas invadirão o sítio vizinho e comerão as alfaces, mas os benefícios superarão os custos. O ganho social é $61 = $120 - $59, e este é o maior valor possível. Alto lá! Há algo estranho. Com que direito o proprietário A deixa suas cabras invadirem o sítio do vizinho B?

Suponha que o dono das cabras é, por lei, responsável por quaisquer danos que venham a ser causados ao proprietário do sítio invadido. Em outras palavras, se uma cabra invadir o sítio de B, o dono das cabras deverá ressarcir ao indivíduo B o montante exato dos danos causados. O plantador de alfaces, o indivíduo B, possui o direito de propriedade sobre seu sítio e sua produção. Se A lhe causar danos, basta que B vá a corte e reclame. A lei lhe garantirá o ressarcimento. O indivíduo A sabe disso. Portanto, se suas cabras pularem a cerca, ele naturalmente ressarcirá o vizinho, pois, se não o fizer, perderá na corte de qualquer jeito.

O que o criador de cabras deve fazer? Vale a pena adquirir três cabras, pois para cada uma delas o benefício adicional supera o custo adicional que ele tem que pagar ao vizinho. Logo, se o direito *de propriedade pertence ao plantador de alfaces, a decisão privada do criador de cabras coincide com a decisão socialmente ótima.*

A outra possibilidade é bem mais interessante. E se o direito de propriedade pertencesse ao criador de cabras, ao indivíduo A? O que o indivíduo B faria? Ora, por lei, ele não pode evitar que o criador de cabras adquira mais cabras e, por conseguinte, que elas comam suas alfaces. A solução é pagar ao indivíduo A para que ele não adquira mais cabras. Como isso funciona?

Bem, o indivíduo B sabe que A quer adquirir mais uma cabra. Essa cabra causará a B um dano de $10. Já que ele vai perder mesmo esses $10, ele decide pagar até $10 ao indivíduo A para ele não adquirir a cabra. Para A, a primeira cabra adicional vale $50. Obviamente, ele preferirá adquirir a cabra, mesmo que B faça sua oferta máxima de $10. A negociação não deu certo: o indivíduo A adquiriu a primeira cabra.

Agora A está cogitando de adquirir a segunda cabra. O indivíduo B bate à porta de A mais uma vez oferecendo-lhe dinheiro para não adquirir a segunda cabra. Como o custo adicional da segunda cabra para B é $20, ele está disposto a pagar até $20. Para A, o benefício adicional da segunda cabra é de $40, mesmo que B faça sua oferta máxima, é mais vantajoso para A não aceitá-la. Ele compra enfim a segunda cabra.

Finalmente, A quer comprar a terceira cabra. Agora B oferece a A $29 para que este não compre a cabra. Como para A a terceira cabra lhe dá um benefício adicional de $30, ele não aceita a oferta e compra a terceira cabra.

Se A quiser comprar a quarta cabra, o indivíduo B decidirá pagar-lhe $40. Como para A a quarta cabra lhe dá um benefício adicional de $20, ele aceita a oferta e não compra a quarta cabra.

Logo, mesmo neste outro caso, alcançou-se a solução socialmente desejada.

Os indivíduos podem resolver a disputa privadamente. Desde que eles possam negociar sem custos de outra natureza que não os custos privados (é o que chamamos de hipótese dos custos de transação nulos) e desde que os direitos de propriedade estejam bem definidos (não importando como esses direitos estão de fato alocados entre os indivíduos), então o mercado pode resolver essas disputas causadas por externalidades sem qualquer intervenção do governo. O único papel do governo, nesse caso, seria assegurar que os direitos de propriedade estivessem bem definidos e que a livre negociação ocorresse sem *empecilhos.*

Tal resultado simples, conhecido como Teorema de Coase, mostra como o papel das instituições, principalmente as jurídicas, são importantes para o bom funcionamento da economia de mercado.

3.5.3 Criação de um Mercado

Podemos considerar a externalidade como uma falta de mercado para uma "externalidade". Para o exemplo acima, um mercado faltante é um mercado para a poluição. Adicionar um mercado para a empresa 2 para expressar sua demanda por poluição - ou por uma redução da poluição - fornecerá um mecanismo para alocações eficientes. Ao adicionar esse mercado, a empresa 1 pode decidir quanta poluição deseja vender, e a empresa 2 pode decidir quanta poluição deseja comprar.

Seja r o preço da poluição, x_1 as unidades de poluição que a empresa 1 quer vender, x_2 as unidades de poluição da empresa 2 querem comprar. Normalizamos o produto da empresa 1 por x_1. Os problemas de maximização do lucro se tornam:

$$\max_{x} \pi_1 = p_x x_1 + r x_1 - c_1(x_1) \tag{3.94}$$

$$\max_{y} \pi_2 = p_y y - r x_2 - e_2(x_2) - c_y(y) \tag{3.95}$$

As respectivas condições de primeira ordem são:

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial x} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad p_x + r = c_1'(x_1) \tag{3.96}$$

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial y} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad p_y = c_y'(y) \quad \text{ou} \quad -r = e'(x_2) \tag{3.97}$$

No equilíbrio de mercado, $x_1^* = x_2^* = x^*$. Logo,

$$p_x = c_1'(x^*) + e'(x^*) \tag{3.98}$$

o que resulta em um resultado social ótimo.

3.5.4 Mecanismos de Compensação

Os impostos pigouvianos não são adequados em geral para resolver externalidades devido ao problema de informação: a autoridade fiscal não pode conhecer o custo imposto pela externalidade. Como alguém pode resolver este problema de informação incompleta? Varian (1994)[7] propôs um mecanismo de incentivo que incentiva as empresas a revelarem corretamente os custos que elas impõem aos outros. Aqui, discutimos esse mecanismo. Em resumo, um mecanismo consiste em um espaço de mensagem e uma função de resultado (regras de um jogo).

Espaço de estratégia (espaço de mensagem): $\mathcal{M} = \mathcal{M}_1 \times \mathcal{M}_2$ com $\mathcal{M}_1 = \{(t_1, x_1)\}$ e $\mathcal{M}_2 = \{(t_2, x_2)\}$, onde t_1 é interpretado como um imposto Pigouviano proposto pela empresa 1 e x_1 é o nível proposto de produto pela empresa 1 e t_2 é interpretado como um imposto Pigouviano proposto pela firma 2 e y_2 é o nível proposto de produto pela firma 2.

O mecanismo tem dois estágios:

1. Fase de anúncio: as empresas 1 e 2 dizem as taxas de imposto Pigouvianas, $t_i, i = 1, 2$, que podem ou não ser o nível eficiente de tal taxa de imposto.

2. Estágio de escolha: se a empresa 1 produz x unidades de poluição, a empresa 1 deve pagar $t_2 x$ para firmar 2. Assim, cada firma considera a taxa de imposto como dada. A empresa 2 recebe as unidades $t_1 x$ como compensação. Cada empresa paga uma multa, $(t_1 - t_2)^2$, se anunciar taxas de impostos diferentes.

Os lucros das duas firmas são dados por:

$$\max_x \pi_1 = p_x x - c_x(x) - t_2 x - (t_1 - t_2)^2 \tag{3.99}$$

$$\max_y \pi_2 = p_y y - c_y(y) + t_1 x - e(x) - (t_1 - t_2)^2 \tag{3.100}$$

[7] Varian, H. "*A Solution to the Problem of Externalities when Agents Are Well Informed*". American Economic Review, 84(1994), 1278–1293.

Como esse é um jogo de dois estágios, podemos usar o equilíbrio perfeito do subjogo, ou seja, um equilíbrio no qual cada empresa leva em conta as repercussões de sua escolha do primeiro estágio nos resultados do segundo estágio. Como de costume, resolvemos esse jogo olhando primeiro para o estágio 2.

- **Estágio** 2

  A empresa 1 escolherá $x(t_2)$ para satisfazer a condição de primeira ordem:

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial x(t_2)} = 0 \iff p_x - c_x'(x) - t_2 = 0 \tag{3.101}$$

  Note que, pela convexidade de c_x, $c_x''(x) > 0$, temos que

$$x'(t_2) = -\frac{1}{c''(x)} < 0 \tag{3.102}$$

  A firma 2 escolherá y para satisfazer a condição de primeira ordem:

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial y} = 0 \iff p_y - c_y'(y) = 0 \tag{3.103}$$

- **Estágio** 1

  Cada empresa escolherá a alíquota t_1 e t_2 que maximize seus lucros.

  Para a firma 1,

$$\max_{t_1} p_x x - c_x(x) - t_2 x(t_2) - (t_1 - t_2)^2 \tag{3.104}$$

  o que nos dá a condição de primeira ordem:

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial t_1} = 0 \iff 2(t_1 - t_2) = 0 \tag{3.105}$$

  Então a solução ótima é $t_1^* = t_2$.

Para a firma 2,

$$\max_{t_2} p_y y - c_y(y) - t_1 x(t_2) - e(x(t_2)) - (t_1 - t_2)^2 \tag{3.106}$$

o que nos dá a condição de primeira ordem:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \pi_2}{\partial t_2} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad & t_1 x'(t_2) - e'(x(t_2))x'(t_2) + 2(t_1 - t_2) = 0 \\ & [t_1 - e'(x(t_2))]x'(t_2) + 2(t_1 - t_2) = 0 \end{aligned} \tag{3.107}$$

Disso decorre que

$$t^* = e'(x(t^*)) \quad \text{com} \quad t^* = t_1^* = t_2^* \tag{3.108}$$

Substituindo a taxa de imposto de equilíbrio, $t^* = e'(x(t^*))$, que maximiza o lucro da firma 1 no segundo estágio, obtemos:

$$p_x = c_x'(x^*) + e'(x^*) \tag{3.109}$$

que é a condição para a eficiência social da produção.

Esse mecanismo funciona estabelecendo incentivos opostos para dois agentes. A empresa 1 sempre tem um incentivo para igualar seu resultado ao anunciado pela empresa 2. Mas considere o incentivo da empresa 2. Se a firma 2 achar que a firma 1 proporá uma grande taxa de compensação t_1 para ela, ela irá querer que a empresa 1 seja taxada o mínimo possível, de modo que a firma 1 produza o máximo possível. Por outro lado, se a empresa 2 achar que a empresa 1 proporá um pequeno t_1, ela irá querer que a empresa 1 seja taxada o máximo possível. Assim, o único ponto em que a empresa 2 é indiferente quanto ao nível de produção da empresa 1 é onde a empresa 2 é exatamente compensada pelo custo da externalidade. Em geral, o objetivo do indivíduo é diferente do objetivo social. No entanto, podemos ser capazes de construir um mecanismo adequado para que a meta de maximização de lucro do indivíduo seja consistente com a meta social, como alocações eficientes.

3.5.5 Fusões

Vamos entender como uma fusão pode resolver o problema das externalidades por meio de um exemplo.

Exemplo 3.5. *Considere a seguinte situação:*

- *Uma siderúrgica produz aço e poluição em conjunto.*
- *A poluição afeta adversamente uma pesca nas proximidades.*
- *Ambas as empresas são competitivas.*
- *Seja p_s o preço de mercado de aço.*
- *Seja p_f o preço de mercado de peixe.*

Suponha que $s_s(s, x)$ é o custo da empresa siderúrgica de produzir s unidades de aço em conjunto com x unidades de poluição. Se a empresa siderúrgica não enfrenta nenhum dos custos externos de sua produção de poluição, sua função de lucro é

$$\pi_s(s, x) = p_s s - c_s(s, x) \tag{3.110}$$

e o problema da empresa é

$$\max_{s,x} \pi_s(s, x) = p_s s - c_s(s, x) \tag{3.111}$$

cujas condições de primeira ordem são:

$$\frac{\partial \pi_s(s, x)}{\partial s} = 0 \iff p_s - \frac{\partial c_s(s, x)}{\partial s} = 0 \tag{3.112}$$

$$\frac{\partial \pi_s(s, x)}{\partial x} = 0 \iff \frac{\partial c_s(s, x)}{\partial x} = 0 \tag{3.113}$$

Suponha que $c_s(s,x) = s^2 + (x-4)^2$ *e que* $p_s = 12$. *Então,*

$$\pi_s(s,x) = 12s - s^2(x-4)^2. \tag{3.114}$$

Logo, $s^* = 6$ *e* $x^* = 4$*, o que implica que* $\pi_s(s^*, x^*) = 36$.

O custo para a pesca de capturar f *unidades de peixe quando a siderúrgica emite* x *unidades de poluição é* $c_f(f,x)$. *Dado* f, $c_f(f,x)$ *aumenta com* x*; isto é, a empresa siderúrgica inflige uma externalidade negativa na pesca.*

Suponha que $c_f(f,x) = f^2 + xf$ *e que* $p_f = 10$. *Então,*

$$\pi_f(f,x) = 10f - f^2 - xf. \tag{3.115}$$

Logo, $f^* = 5 - \dfrac{x}{2}$. *Como* $x^* = 4$*, temos que* $f^* = 3$*, dando um lucro máximo de* $\pi_f(f,x) = 9$. *Note que o custo externo é de 12. Essas escolhas das duas empresas são eficientes? Quando a empresa siderúrgica ignora os custos externos de suas escolhas, a soma dos lucros da empresa é de* $R\$36 + R\$9 = R\$45$. *R\$ 45 é o maior lucro total possível que pode ser alcançado? Suponha que as duas empresas se fundam para se tornar uma. Qual é o maior lucro que essa nova empresa pode alcançar?*

$$\pi_m(s,f,x) = 12s + 10f - s^2 - (x-4)^2 - f^2 - xf \tag{3.116}$$

Quais as escolhas de d, f *e x que maximizam o novo lucro? Para tanto, é só calcular as condições de primeira ordem:*

$$\frac{\partial \pi_s(s,x)}{\partial s} = 0 \iff 12 - 2s = 0 \tag{3.117}$$

$$\frac{\partial \pi_s(s,x)}{\partial f} = 0 \iff 10 - 2f - x = 0 \tag{3.118}$$

$$\frac{\partial \pi_s(s,x)}{\partial x} = 0 \iff -2(x-4) - f = 0 \tag{3.119}$$

A solução é $s^* = 6$, $f^* = 4$ *e* $x^* = 2$. *O lucro da firma é, portanto,* $\pi_m(s^*, f^*, x^*) = 48$.

A fusão melhorou a eficiência. Por si só, a empresa siderúrgica produziu $x^* = 4$ *unidades de poluição. Dentro da empresa resultante da fusão, a produção de poluição é de apenas* $x^* = 2$ *unidades. Portanto, a fusão causou uma melhoria na eficiência e menos produção de poluição. Por quê? Quando não precisa enfrentar os custos externos de sua poluição, a empresa siderúrgica aumenta a poluição até que esse custo marginal seja zero; portanto* $x^* = 4$*. O custo marginal de poluição da empresa resultante da fusão é maior porque enfrenta o custo total de sua própria poluição através do aumento dos custos de produção na pesca, portanto, menos poluição é produzida pela empresa resultante da fusão. Portanto, a fusão internaliza uma externalidade e induz a eficiência econômica.*

Há dois problemas, porém, com essa solução. O primeiro é que gera uma tendência à concentração na indústria e o segundo é que sua aplicação tende a ser muito limitada no caso de externalidade dos consumos (é pouco provável que você vá se casar com sua colega do lado só para aliviar a externalidade nos consumos de ambos, principalmente no caso de se tratar de externalidade negativa).

4 Incidência de Impostos

The adage 'free as air' has become obsolete by Act of Parliament. Neither air nor light have been free since the imposition of the window-tax. We are obliged to pay for what nature lavishly supplies to all, at so much per window per year; and the poor who cannot afford the expense are stinted in two of the most urgent necessities of life.

Charles Dickens (1850, p. 461)

4.1 Introdução

Idealmente, a análise de política tenta considerar políticas completamente especificadas, ter uma visão abrangente do problema em questão no que diz respeito a instrumentos potencialmente úteis e apresentar e avaliar alternativas de maneira comparável. Esses recursos são particularmente importantes no desenvolvimento uma teoria da tributação e no exame de assuntos pertinentes à economia do setor público.

Completude significa que uma política deve ser totalmente articulada em todos aspectos pertinentes. Um requisito importante no cenário atual é equilíbrio orçamentário[8]. Apesar de sua familiaridade, seus ditames às vezes são esquecidos, o que pode desviar a análise – por exemplo, omitindo receita e efeitos de substituição de despesas que, em muitos casos, estão em oposição aos dos impostos que os financiam, e também por ignorar consequências distributivas das despesas. Além disso, ao examinar qualquer imposto ou política de despesas, existe uma variedade de maneiras de tornar a especificação completa, cada uma das quais pode ter implicações diferentes para a extensão da redistribuição e outras relevantes para o bem-estar considerações. Portanto, orientações adicionais na escolha de como preencher o sistema é necessário.

A abrangência indica a necessidade de considerar todos os instrumentos de política pertinentes. Normalmente, não se usaria uma chave de fenda ou uma faca para martelar pregos se houvesse um martelo. Da mesma forma, ao considerar como alguém pode empregar a tributação de bens e doações para aumentar a receita ou aumentar a redistribuição, a disponibilidade do imposto de renda deve ser mantida em mente. Normalmente, é melhor usar a ferramenta mais diretamente adequada para a tarefa em questão. Além disso, quando outros mecanismos também estão em uso, deve-se atentar para as interações que podem passar despercebidas ao focar em um único instrumento de política. Notavelmente, muitas políticas interagem com o imposto de renda no que diz respeito aos efeitos sobre a oferta de trabalho e a distribuição de renda. Por essas e outras razões, não podemos avaliar a tributação da receita de capital independentemente de outros instrumentos fiscais que aumentem a receita de pessoas físicas na mesma parte da distribuição de renda.

[8] Veja, por exemplo, a discussão de Musgrave (1959, pp. 212-215) sobre "incidência tributária diferencial" e considere também a noção mais ampla de "incidência de orçamento equilibrado".

A comparabilidade refere-se à ideia de que é mais fácil avaliar as escolhas entre diferentes tipos de maçãs do que entre maçãs e laranjas (ou, pior, maçãs e elefantes). Ao avaliar uma determinada política, geralmente é mais útil dar foco a uma dimensão de cada vez e, além disso, distinguir características intrínsecas das incidentais. Ao comprar um automóvel, não é muito útil comparar um SUV branco, superdimensionado, a um carro subcompacto vermelho, econômico. Para os compradores com orçamento apertado, escolher o SUV porque odeiam a cor vermelha ou porque ele vem com um forno de micro-ondas grátis que por acaso atende a uma necessidade atual seria tolice. Em vez disso, é mais esclarecedor realizar uma série de comparações de veículos que são semelhantes em todas as dimensões, exceto em uma dimensão, por exemplo, investigar subcompactos em outras cores se alguém odeia vermelho e visitar uma loja de eletrodomésticos se um novo forno de micro-ondas for desejado.

Essa noção de senso comum de comparabilidade recebeu muito pouca atenção na teoria da tributação. A comparabilidade é na verdade uma ideia extremamente poderosa. Em particular, verifica-se que em uma variedade surpreendentemente ampla de casos, a comparabilidade é mais nítida quando se completa o sistema – digamos, um plano de imposto sobre bens de luxo ou uma proposta de despesa em parques – usando uma técnica particular: um ajuste no imposto de renda (e transferência) que atinge um resultado geral neutro em termos de distribuição. Na verdade, a disponibilidade do imposto de renda como um instrumento lança uma luz diferente sobre a análise de políticas como impostos sobre commodities, impostos sobre dividendos e ganhos de capital, impostos sobre propriedades e doações, seguro social, provisão de bens públicos e regulamentação econômica. Acontece que geralmente não é sensato usar várias formas indiretas de tributação, políticas de despesas ou regulamentos para redistribuir a renda se houver um imposto de renda disponível, como geralmente acontece nas economias desenvolvidas. Entre os muitos instrumentos de política geralmente pensados em termos distributivos ou de arrecadação, o imposto de renda ocupa um lugar especial e, por causa desse papel, os demais precisam ser analisados de forma diferente de como costumam ser.

Juntos, completude, abrangência e comparabilidade são aspectos essenciais de uma visão integrada de tributação, gastos do governo e redistribuição. Só podemos compreender cada instrumento de política – cada peça do quebra-cabeça – se as outras também estiverem na mesa e as relações entre elas forem compreendidas. A maioria das análises é muito mais especializada, concentrando-se em uma política específica, na verdade, frequentemente em um único aspecto de uma política específica, e há boas razões para essa divisão de trabalho. No entanto, a pesquisa é mais bem orientada e seus resultados são empregados de forma mais eficaz pelos formuladores de políticas se a estrutura mais ampla e integrada da qual fazem parte for bem compreendida e mantida claramente em vista.

4.2 Sistema Tributário

Os princípios de justiça tributária, simplicidade e eficiência econômica são atributos desejáveis em qualquer sistema tributário. O conceito de justiça tributária está relacionado com equidade entre os agentes econômicos da sociedade. Na teoria de tributação ótima, a justiça social está associada ao bem-estar da sociedade como uma função de utilidades individuais.

Um dos principais problemas de um sistema tributário é a diferença existente entre os indivíduos com relação a uma série de fatores, em particular quanto à dotação de recursos e suas preferências. Essas são características relevantes para determinação de tributos, mas são informações privadas e que não são perfeitamente reveladas na economia. O sistema tributário deveria levar em conta as diferenças entre as preferências dos agentes econômicos. Se a observação dessas últimas em cada indivíduo fosse possível, com custo zero e fosse feita de forma perfeita, o governo poderia utilizar o *lump sum tax*, isto é, um imposto de montante fixo, único imposto que não gera ineficiência na alocação de recursos da economia. O *lump sum tax* é eficiente no sentido de o produto de sua arrecadação independer do comportamento do agente econômico e depender de características do indivíduo que, em princípio, não podem ser alteradas.

O arcabouço teórico usado na literatura da tributação ótima traduz-se pela modelagem dos efeitos ocasionados pela tributação no comportamento dos agentes econômicos de modo que seja consistente com a especificação das utilidades e a análise das consequências desse comportamento.

O conceito de utilidade individual e de bem-estar social é de grande importância para a análise da teoria da tributação ótima. Bem-estar social é um indicador do bem-estar da sociedade e depende das utilidades individuais. O primeiro passo para o cálculo do imposto ótimo é obter a função de utilidade do agente econômico que pode depender dos bens de consumo e da oferta de trabalho ou da renda como um todo e da oferta de trabalho. No primeiro caso, um sistema completo de demanda precisa ser estimado.

A impossibilidade da verificação das características inerentes a cada um dos agentes econômicos torna inevitável a utilização de impostos distorcivos, o que impede de se ter uma economia com eficiência de Pareto – situação em que um agente não pode melhorar sem que o bem-estar de outro piore. A teoria da tributação preocupa-se, portanto, com a escolha de características "facilmente" observáveis como base de tributação que estejam associadas de forma sistemática às características não-observáveis e nas quais há o real interesse em se tributar [Atkinson e Stiglitz (1976, p. 56)].

A eficiência econômica está relacionada com as distorções que um sistema tributário provoca no comportamento dos agentes econômicos. Um sistema tributário é dito eficiente quando a alocação de recursos é feita de modo a minimizar a interferência nas decisões econômicas dos agentes. É importante ter se em mente que as condições necessárias que caracterizam alocações eficientes de recursos no sentido de Pareto raramente são satisfeitas. Portanto, usualmente, a análise da tributação ótima centra-se na teoria do *second best*, que fundamenta a formulação de políticas do governo em situações de impossibilidade da remoção de algumas distorções existentes na economia.

A simplicidade de um sistema tributário é avaliada pelos custos administrativos que podem ser diretos ou indiretos. Os custos administrativos diretos são aqueles necessários para o funcionamento do sistema e são, geralmente, arcados pela Receita Federal. Os custos indiretos são os arcados pelos contribuintes e podem assumir diversas formas: preenchimento de formulários dos impostos, custos de advogados e contadores, entre outros.

Os modelos de tributação ótima utilizam a análise econômica para estudar a combinação dos três critérios citados anteriormente: equidade, simplicidade e eficiência econômica. Geralmente, a questão da simplicidade fica em segundo plano devido à dificuldade na modelagem da relação entre as alíquotas tributárias e os custos administrativos. Essa negligência é uma das maiores limitações nos modelos de tributação ótima. O que se questiona com maior frequência na literatura de tributação ótima é o *trade-off* entre equidade e eficiência na economia.

Qual a melhor estrutura tributária para alcançar, de forma simultânea, os objetivos de redistribuição de renda e eficiência econômica do governo? O que é melhor para a sociedade, tanto em termos de política redistributiva quanto de eficiência? O modelo de Ramsey (1927) e sua extensão para uma economia com muitos agentes, apresentada por Diamond e Mirrlees (1971), são de extrema relevância para a teoria da tributação ótima sobre o consumo, pois tentam responder a tais questões. No primeiro modelo, que trata unicamente de questões de eficiência na economia, a alíquota de imposto sobre um bem qualquer guarda relação inversa com a sua elasticidade-preço da demanda. A análise de Diamond e Mirrlees modifica o esboço do imposto ótimo sobre bens pois aspectos sobre equidade são levados em conta na economia. Nesse caso, a estrutura das alíquotas é determinada pela seletividade, de acordo com a ponderação dada aos bens consumidos pelos mais pobres.

O sistema tributário influi na distribuição de renda a partir do momento em que se utiliza de diversos instrumentos de arrecadação que vão impactar de modo diferenciado cada contribuinte. Ao dispor de tributos que incidem sobre diferentes fatos econômicos (como a posse ou a transferência de bens, a aferição de renda, o consumo ou a poupança), o modo como o Estado organiza o seu sistema tributário irá impactar cada agente de modo particular, a depender de seu perfil econômico em cada tipo de tributação pertinente.

A incidência tributária é o estudo dos efeitos das políticas tributárias sobre os preços e a distribuição de utilidades/bem-estar. O que acontece com os preços de mercado quando um imposto é introduzido ou alterado? Exemplos:

- O que acontece quando se impõe um imposto de R$ 1 por pacote de cigarros?
- O que acontece quando se introduz um subsídio para produtores?
- Efeito sobre o preço: efeitos distributivos sobre os fumantes, para os produtores, acionistas, agricultores etc.

Esta é uma análise positiva: tipicamente o primeiro passo na avaliação de políticas; é uma entrada para pensar mais tarde sobre qual política maximiza o bem-estar social. A análise empírica é uma grande parte desta literatura porque a própria teoria é amplamente inconclusiva sobre magnitudes, embora informativa sobre sinais e estática comparativa. A incidência de impostos não é um exercício contábil, mas uma caracterização analítica de mudanças nos equilíbrios econômicos quando os impostos são alterados. Ponto-chave: os impostos podem ser transferidos. Os impostos afetam diretamente os preços das mercadorias, que afetam as quantidades por causa de respostas comportamentais, que afetam indiretamente o preço de outros bens. Conhecer a incidência é fundamental para a análise de políticas. Idealmente, queremos conhecer o efeito de uma mudança de impostos nos níveis de utilidade de todos os agentes da economia. Normalmente, costumamos olhar para os impactos nos preços ou na renda, em vez da utilidade. Uma simplificação útil é agregar agentes econômicos em alguns grupos.

- imposto sobre a gasolina: produtores versus consumidores
- BF: destinatários versus não-recebedores
- imposto de renda: rico versus pobre
- imposto predial: região ou país
- seguridade social: através das gerações

Exemplo 4.1. *Considere uma economia em que nosso agente representativo tem preferências que podem ser representadas pela seguinte função de utilidade*

$$U(C_1, C_2) = C_1 C_2 \tag{4.1}$$

cuja dotação inicial é $(\overline{C}_1, \overline{C}_2) = (1, 0)$. *Suponha que o bem 2 pode ser produzido através do bem 1 a partir da seguinte tecnologia:* $f(C_1) = \dfrac{C_1}{a}$.

No equilíbrio de mercado o produtor tem lucro zero:

$$p_2 f(C_1) - 1C_1 = 0 \quad \implies \quad p_2 = a \tag{4.2}$$

A partir disso, podemos construir a restrição do agente como $C_1 + aC_2 = 1$*, em que a renda do agente é a soma de suas dotações.*

Para encontrar as escolhas ótimas do agente, usamos o fato de que a taxa marginal de substituição é igual à razão de preços. Assim,

$$\begin{aligned} TMS_{C_1,C_2} \equiv \frac{UMgC_1}{UMgC_2} &= \frac{p_1}{p_2} \\ \frac{C_2}{C_1} &= \frac{1}{c} \quad \implies C_1 = aC_2 \end{aligned} \tag{4.3}$$

Substituindo esse resultado na restrição orçamentária que derivamos acima, encontramos:

$$\begin{aligned} C_1 + aC_2 &= 1 \\ aC_2 + aC_2 &= 1 \\ C_2 &= \frac{1}{2a} \end{aligned} \tag{4.4}$$

e $C_1 = \dfrac{1}{2}$*. Logo, a utilidade indireta é* $U(C_1, C_2) = \left(\dfrac{1}{2}\right)\left(\dfrac{1}{2a}\right) = \dfrac{1}{4a}$*.*

Agora considere um imposto t *sobre o bem* 2 *cuja arrecadação é totalmente devolvida para o consumidor na forma de um transferência lump-sum. A nova restrição orçamentária é*

$$C_1 + (a+t)C_2 = 1 + T \tag{4.5}$$

Para encontrar as escolhas ótimas do agente, usamos o fato de que $TMS = \dfrac{p_1}{p_2}$*. Assim,*

$$\frac{UMgC_1}{UMgC_2} \equiv \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{a+t} \tag{4.6}$$

Substituindo esse resultado na restrição orçamentária que derivamos acima, encontramos:

$$\begin{aligned} C_1 + (a+t)C_2 &= 1 + T \\ (a+t)C_2 + (a+t)C_2 &= 1 + T \end{aligned}$$

$$C_2 = \frac{1+T}{2(t+a)} \tag{4.7}$$

e

$$C_1 = \frac{1+T}{2} \tag{4.8}$$

Considerando que $T = tC_2$*, tem-se que:*

$$\begin{aligned} C_2 &= \frac{1+tC_2}{2(t+a)} \\ 2(t+a)C_2 - tC_2 &= 1 \\ C_2(2a+t) &= 1 \\ C_2 &= \frac{1}{2a+t} \end{aligned} \tag{4.9}$$

Observe que o consumo do bem tributado é menor do que na situação sem tributação.

Para o consumo do bem 1 *temos:*

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{1+T}{2} \\ &= \frac{1+tC_2}{2} \\ &= \frac{1}{2}\left[1+t\left(\frac{1}{2a+t}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\left(\frac{2a+t+t}{2a+t}\right) \\ &= \frac{a+t}{2a+t} \end{aligned} \tag{4.10}$$

Temos, portanto, que o consumo do bem 1 *aumenta, e o consumo do bem* 2 *cai como consequência da imposição de um tributo sobre o bem* 2*.*

Quanto ao bem estar, temos que

$$\begin{aligned} U(t) &= \left(\frac{a+t}{2a+t}\right)\left(\frac{1}{2a+t}\right) \\ &= \frac{a+t}{(2a+t)^2} \end{aligned} \tag{4.11}$$

Portanto, a diferença de bem-estar entre a situação sem imposto e a situação com imposto é

$$U(0) - U(t) = \frac{1}{4a} - \frac{a+t}{(2a+t)^2} = \frac{t^2}{4a(2a+t)^2} \tag{4.12}$$

Há duas coisas a serem ressaltadas. Primeiro está o fato de que $U(0) > U(t)$*: existe perda de bem-estar, pois* $t^2 > 0$ *para todo* a*. Em segundo está o fato de que esta perda é de segunda ordem. A derivada de* $U - U(t)$ *avaliada em* $t = 0$ *é zero.*

Veja que

$$\begin{aligned} \frac{\partial(U - U(t))}{\partial t} &= \frac{1}{4a}\left[\frac{2t(2a+t)^2 - 2t^2(2a+t)}{(2a+t)^4}\right] \\ &= \frac{1}{4a}\left[\frac{2t(2a+t)[(2a+t) - 2t]}{(2a+t)^4}\right] \\ &= \frac{t}{2a}\left[\frac{(2a-t)}{(2a+t)^3}\right]\Bigg|_{t=0} = 0 \end{aligned} \tag{4.13}$$

e que

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2(U - U(t))}{\partial t^2} &= \frac{1}{2a}\left[\frac{(2a+t)^3(2a-2t) - 3t(2a-t)(2a+t)^2}{(2a+t)^6}\right] \\ &= \frac{1}{2a}\left[\frac{t^2 + 4a^2 - 8at}{(2a+t)^4}\right] \\ &= \frac{1}{2a}\left[\frac{t^2 + 4a^2 - 8at}{(2a+t)^4}\right]\Bigg|_{t=0} \\ &= \frac{1}{(2a)^3} > 0 \end{aligned} \tag{4.14}$$

Queremos saber o quão geral são estes resultados. O que podemos falar em geral sobre incidência? E sobre perdas de bem-estar?

4.3 Análise de Equilíbrio Parcial da Incidência de Impostos

A incidência tributária é o estudo de quem suporta o ônus econômico de um imposto. Em termos gerais, é a análise positiva do impacto dos impostos na distribuição do bem-estar em uma sociedade. Começa com o *insight* muito básico de que a pessoa que tem a obrigação legal de efetuar um pagamento de imposto pode não ser a pessoa cujo bem-estar é reduzido pela presença do imposto. A incidência estatutária de um imposto refere-se à distribuição de pagamentos de impostos com base na obrigação legal de remeter impostos ao governo. Os economistas, com razão, concentram-se na incidência econômica, que mede as mudanças no bem-estar econômico da sociedade decorrentes de um imposto.

A incidência econômica difere da incidência estatutária por causa de mudanças no comportamento e consequentes mudanças nos preços de equilíbrio. Os consumidores compram menos de um produto tributado, e portanto, as empresas produzem menos e compram menos insumos - o que altera o preço líquido de cada insumo. Assim, o trabalho do analista de incidência é determinar como esses outros preços mudam e como essas mudanças afetam diferentes tipos de indivíduos.

As análises de incidência são abundantes na literatura, mas podem ser classificadas em algumas categorias. Em particular, quando esses estudos analisam os efeitos distributivos dos impostos entre os grupos, Atkinson e Stiglitz (1980) observam que nós economistas usamos cinco maneiras diferentes de dividir os contribuintes em grupos.

1. Primeiro, podemos nos concentrar no impacto dos impostos sobre os consumidores, em oposição aos produtores ou fornecedores de fatores (como mão-de-obra, capital e terra). Um diagrama de equilíbrio parcial pode identificar tanto a perda do excedente do consumidor quanto a perda do excedente do produtor resultante de um imposto.

2. Segundo, podemos restringir o foco para analisar o impacto de um imposto especificamente nas demandas relativas de diferentes fatores e nos retornos desses fatores (como capital, trabalho ou terra). A análise de equilíbrio geral pioneira de Harberger (1962) simplesmente ignora

o lado do consumidor, assumindo que todo mundo gasta seu dinheiro da mesma maneira e, em seguida, ele deduz o ônus de um imposto sobre o capital em oposição ao trabalho.

3. Terceiro, podemos agrupar indivíduos por alguma medida de bem-estar econômico. Qualquer classificação desse tipo nos permite analisar a progressividade de um sistema tributário. Normalmente, os contribuintes são agrupados por alguma medida de renda e, em seguida, os dados nos dizem quanto cada grupo ganha de cada fator e quanto cada grupo gasta em cada produto.

4. Quarto, os impostos podem ser avaliados com base na incidência regional. Essa análise pode se concentrar em diferenças regionais dentro de um país ou pode se concentrar em diferenças internacionais.

5. Finalmente, os impostos podem ter efeitos intergeracionais. Por exemplo, a criação de um sistema de impostos e transferências que seja parcial ou totalmente financiado por dívida trará uma transferência das gerações futuras para alguns ou todos os membros da geração atual.

Muitos dos princípios fundamentais da incidência de impostos podem ser ilustrados no ajuste de equilíbrio parcial mais simples. Portanto, começamos considerando a análise de equilíbrio parcial de um imposto sobre o consumo de um produto.

Na ausência de tributação, o equilíbrio é atingido quando oferta e demanda são iguais e a equação

$$D(p) = S(p), \tag{4.15}$$

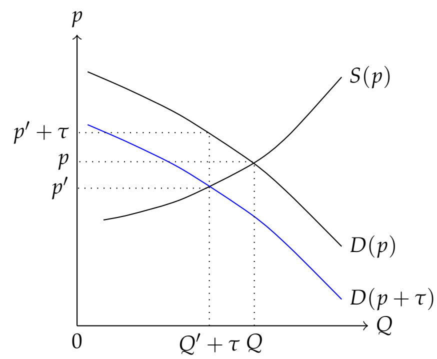
é satisfeita. Agora considere a introdução de um imposto sobre o consumo, τ. Se o imposto é recolhido dos consumidores, o novo equilíbrio deverá satisfazer a condição abaixo:

$$D(p + \tau) = S(p), \tag{4.16}$$

enquanto que se o imposto é coletado dos produtores, o novo equilíbrio deverá satisfazer a condição

$$D(q) = S(q - \tau). \tag{4.17}$$

Figura 4.1 – Incidência de um Imposto



Comparando as equações, é claro que a determinação da quantidade de equilíbrio, o preço pago pelos consumidores e a receita dos produtores não depende de que lado do mercado o imposto é cobrado. Diagramaticamente, a imposição de um imposto pode ser analisada como uma mudança na curva de demanda ou como uma mudança na curva de oferta. O equilíbrio resultante é o mesmo em ambos os casos. Este princípio, de que a incidência de um imposto não depende de que lado do mercado ele é cobrado, transita para contextos muito mais gerais.

Segue-se imediatamente deste princípio que a incidência final de um imposto não pode ser avaliada simplesmente observando onde o imposto é cobrado de forma imediata. A fim de examinar a incidência de um imposto de consumo, começamos por caracterizar a mudança no equilíbrio que resulta da imposição do imposto. Por conveniência, pensamos no imposto como sendo coletado dos consumidores. Diferenciando totalmente a equação (4.16), temos:

$$D'(p + \tau)(dp + d\tau) = S'(p)dp \tag{4.18}$$

ou

$$\frac{dp}{d\tau} = -\frac{\dfrac{\partial D(p)}{\partial p}}{\dfrac{\partial D(p)}{\partial p} - \dfrac{\partial S(p)}{\partial p}} \tag{4.19}$$

Na proximidade de $\tau = 0$, lembrando que $D(p) = S(p)$, podemos reescrever a expressão acima, como

$$\begin{aligned} \frac{dp}{d\tau} &= -\frac{\dfrac{\partial D(p)}{\partial p}\dfrac{p}{D(p)}}{\dfrac{\partial D(p)}{\partial p}\dfrac{p}{D(p)} - \dfrac{\partial S(p)}{\partial p}\dfrac{p}{S(p)}} \quad [D(p) = S(p) \text{ quando } \tau = 0] \\ &= -\frac{\eta_D}{\eta_S + \eta_D} \end{aligned} \tag{4.20}$$

em que η_D representa a elasticidade-preço da demanda e η_S representa a elasticidade-preço da oferta.

Neste ponto, estamos prontos para avaliar a incidência de um imposto sobre consumo.

Por exemplo, se:

- $\eta_S = 0$, então a oferta é inelástica e $\dfrac{dp}{d\tau} = -1$. O preço ao consumidor não é afetado pelo imposto, ou seja, os produtores arcam com o imposto.
- $\eta_D = 0$, então a demanda é inelástica e $\dfrac{dp}{d\tau} = 0$. O preço ao produtor é fixo, os preços ao consumidor aumentam no valor total do imposto, ou seja, os consumidores arcam com o imposto.
- $\eta_S = \infty$, então a oferta é infinitamente elástica e $\dfrac{dp}{d\tau} = 0$. O preço ao consumidor é ajustado pelo valor total do imposto e, novamente, os consumidores pagam o imposto. Isso pode descrever a situação em uma pequena economia aberta que cobra um imposto sobre um único bem.

Disso decorre que $0 \geq \frac{dp}{d\tau} \geq -1$.

Considere as mudanças nos excedentes do consumidor e produtor decorrentes da introdução de um pequeno imposto.

Na ausência de impostos preexistentes, podemos aproximar o excedente do produtor conforme o número de unidades vendidas vezes a variação do preço do produtor ($Q\,dp$), e o excedente dos consumidores como o número de unidades compradas vezes a mudança no preço ao consumidor ($Q\,dq$). Por convenção, para tornar ambos os valores negativos, já que $dp < 0$ e $dq > 0$, definimos a carga do consumidor igual a $-Q\,dq$. Assim, para um imposto pequeno, a variação no excedente do consumidor é dada por:

$$\frac{dCS}{d\tau} = -\left(\frac{\eta_S}{\eta_S - \eta_D}\right) Q\tau \tag{4.21}$$

ou

$$\frac{dCS}{d\tau} = -D(p)\frac{\eta_S}{\eta_S - \eta_D} \tag{4.22}$$

A variação no excedente do produtor é:

$$\frac{dPS}{d\tau} = \left(\frac{\eta_D}{\eta_S - \eta_D}\right) Q\tau \tag{4.23}$$

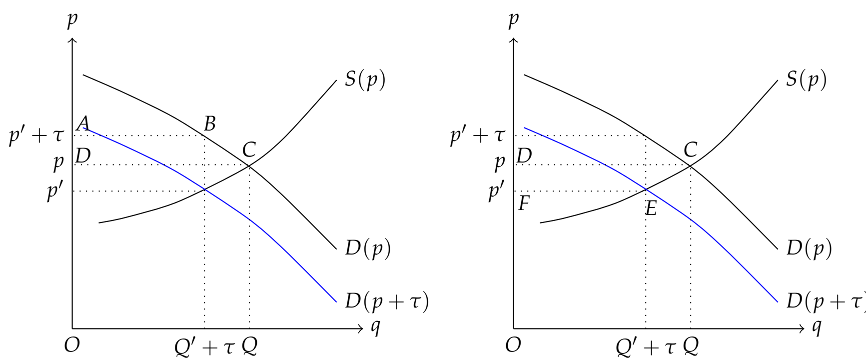
ou

$$\frac{dPS}{d\tau} = S(p)\frac{\eta_D}{\eta_S - \eta_D} \tag{4.24}$$

Observe que, para uma pequena alteração de imposto que começa com nenhum imposto, menos a soma das alterações no excedente do consumidor e do produtor é igual à receita do imposto, uma vez que $D(p) = S(p)$ e a mudança na receita tributária é igual a $d\tau S(p)$. Em termos gráficos, Figura 4.2, a mudança no excedente do consumidor é a área $ABCD$, e a mudança no excedente do produtor é a área $DCEF$. Para impostos muito pequenos a soma destes impostos é essencialmente

$ABEF$, a receita tributária.

Figura 4.2 – Excedente do Consumidor e do Produtor



As equações acima ilustram um princípio fundamental que se repetirá com frequência em nossa discussão sobre incidência tributária. Os impostos tendem a ser suportados por fornecedores ou demandantes inelásticos. É instrutivo considerar os casos limitantes. Se a demanda é completamente inelástica $\eta_D = 0$ ou a oferta é perfeitamente elástica $\eta_S = +\infty$, os consumidores arcarão com todo o ônus de um imposto sobre consumo. Por outro lado, se a oferta é perfeitamente inelástica $\eta_S = 0$ ou a demanda é perfeitamente elástica $\eta_D = \infty$, todo o imposto será suportado pelos fornecedores. Mais geralmente, os impostos são suportados por aqueles que não podem se ajustar facilmente. Quanto maior a capacidade dos compradores de substituir a mercadoria tributada por outras commodities, maior será sua capacidade de transferir impostos. Da mesma forma, se os produtores não têm fatores fixos e podem deixar uma indústria onde os impostos estão sendo cobrados, sua curva de oferta é perfeitamente elástica e o imposto deve ser suportado pelos consumidores. Pois, se os vendedores fossem forçados a arcar com o imposto, ganhariam uma taxa de retorno abaixo do normal, levando-os a cessar a produção. Assim, no novo equilíbrio, os produtores recebem o mesmo preço para produzir como no antigo equilíbrio, enquanto o preço pago pelos consumidores sobe pelo valor total do imposto.

Embora essa análise descreva com precisão os efeitos da introdução de um imposto sobre consumo em um mercado pequeno, onde não há distorções pré-existentes, é difícil se estender a outros casos. Em geral, mudanças na curva de demanda, tais como seriam causadas por uma mudança de impostos, serão associadas a mudanças na demanda por outros produtos. Isso alterará seus preços, levando a mudanças nos preços dos fatores, o que afetará a posição das curvas de oferta e demanda. Ao considerar os impostos que afetam uma grande parte da economia, é necessário, portanto, adotar uma perspectiva de equilíbrio geral, e não a visão de equilíbrio parcial tomada acima. Dois princípios que emergem desta análise de equilíbrio parcial permanecerão válidos. Primeiro, a incidência de impostos não depende de qual lado do mercado o imposto é avaliado. Segundo, os impostos serão deslocados por esses agentes e fatores que são mais elásticos na oferta ou demanda.

O governo aumenta impostos para aumentar receita para financiar bens ou para redistribuir renda de ricos para pobres. Mas aumentar a receita fiscal geralmente tem um custo de eficiência: para gerar R$ 1 de receita, precisa reduzir o bem-estar dos indivíduos em mais de R$ 1. Os custos de eficiência vêm da distorção do comportamento.

A carga de peso morto (também chamada de sobrecarga) da tributação é definida como a perda de bem-estar criada por um imposto para além da receita fiscal gerada pelo imposto. No diagrama simples de oferta e demanda, o bem-estar é medido pela soma do excedente do consumidor e do excedente do produtor.

A perda de bem-estar da tributação é medida como uma mudança no excedente do consumidor + do produtor menos o imposto cobrado. A ineficiência de qualquer imposto é determinada pela medida em que consumidores e produtores mudam seu comportamento para evitar o imposto; a perda de peso morto é causada por indivíduos e empresas que fazem escolhas ineficientes de consumo e produção, a fim de evitar a tributação. Se não houver alteração nas quantidades consumidas, o imposto não tem custos de eficiência.

O peso morto do imposto $d\tau$ (a partir do imposto zero) é medido pelo Triângulo de Harberger:

$$\begin{aligned} DWB &= \frac{1}{2}\, dQ\, d\tau \\ &= \frac{1}{2} S'(p) dp\, d\tau \\ &= \frac{1}{2} S'(p) \frac{p}{p} \frac{Q(p)}{S(p)}\, dp\, d\tau \end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
&= \frac{1}{2}\eta_S \frac{Q(p)}{p}\, dp\, d\tau \\
&= \frac{1}{2}\eta_S \frac{Q(p)}{p} \frac{d\tau}{d\tau}\, dp\, d\tau \\
&= \frac{1}{2} \frac{\eta_S \eta_D}{\eta_S - \eta_D} \frac{Q(p)}{p} (d\tau)^2 \qquad (4.25)
\end{aligned}
$$

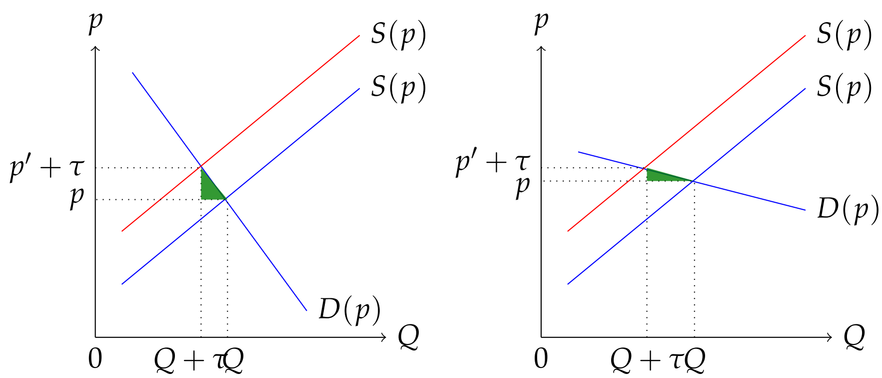
1. DWB aumenta com com o tamanho absoluto das elasticidades $(\eta_S > 0, -\eta_D > 0) \Rightarrow$ Mais eficiente para tributar bens relativamente inelásticos

2. DWB aumenta com o quadrado da alíquota τ: impostos pequenos têm custos de eficiência relativamente baixos, impostos grandes têm custos de eficiência relativamente altos $\Rightarrow$ Mais eficiente para distribuir impostos em todos os bens para manter as taxas de imposto baixas

3. Distorções pré-existentes (como uma externalidade positiva que não é corrigida) tornam o custo da tributação mais alto: passar do triângulo para o trapézio

Ramsey (1927) pediu para Pigou para resolver o seguinte problema. Considere um consumidor que consome K bens diferentes. Quais são as taxas de imposto $\tau_1, \ldots, \tau_K$ que aumentam uma determinada quantidade de receita, minimizando a perda de bem-estar para o indivíduo? Taxas de imposto uniformes $\tau = \tau_1, \ldots, \tau_K$ não são ideais se o indivíduo tem demanda mais elástica por alguns bens do que para outros. A regra ótima é chamada de regra tributária de Ramsey: alíquotas ótimas são tais que o peso morto marginal é o mesmo em todos os bens. Disso decorre a seguinte regra de bolso: taxe menos os bens elásticos e mais os bens inelásticos.

Figura 4.3 – Demanda Inelástica versus Demanda Elástica



Exemplo 4.2. *No mercado de maçãs, a curva de demanda é $Q = 50 - 3P$ e a curva de oferta é $Q = 2P$. O governo decide aumentar a receita taxando os consumidores em R\$ 2 para cada maçã comprada.*

1. *Faça um gráfico das curvas de oferta e de demanda e indique como as curvas mudam após a implementação do imposto. Calcule as quantidades e os preços de equilíbrio antes do imposto e após o imposto.*
2. *Calcule a variação do excedente do consumidor e do produtor em decorrência do imposto.*
3. *Calcule o ônus do imposto suportado por cada parte.*
4. *Calcule a elasticidade da demanda e da oferta no equilíbrio e use a fórmula de elasticidade para verificar seus cálculos no ponto 2.*
5. *Calcule o montante das receitas arrecadadas pelo governo e a perda de eficiência para a sociedade (peso morto).*
6. *Intuitivamente, por que há perda de eficiência? Ou seja, o que exatamente o peso morto representa?*

Ponto 1

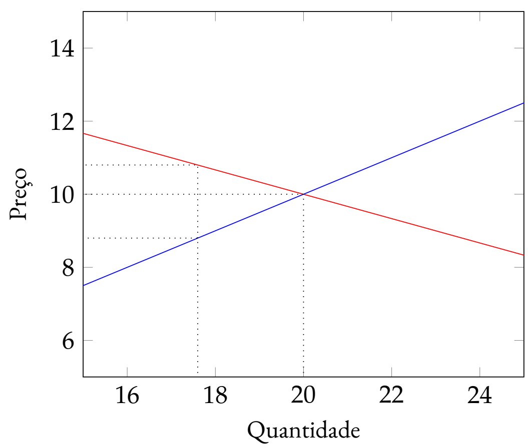
Antes do imposto

$$S = D \iff 2P = 50 - 3P \implies P^* = 10 \quad e \quad Q^* = 20$$

Após o imposto temos que $P_D = P_S + 2$. *Logo,*

$$\begin{aligned} 50 - 3(P_S + 2) = 2P_S &\implies P_S = 8.8 \\ &\implies P_D = 10.8 \\ &\implies Q' = 2 \times 8.8 = 17.6 \end{aligned}$$

Figura 4.4 – Equilíbrio de Mercado



Ponto 2

$$\Delta CS = \frac{(Q_0 - Q_1)(P_D - P_0)}{2} = -\frac{(20 - 17,60)(10,8 - 10)}{2} = 0.96 \tag{4.26}$$

$$\Delta PS = \frac{(Q_0 - Q_1)(P_0 - P_S)}{2} = -\frac{(20 - 17,60)(10 - 8,8)}{2} = 1.44 \tag{4.27}$$

Ponto 3

O custo do imposto para o consumidor é $P_D - P_0 = 0.80$.

O custo do imposto para o produtor é $P_0 - P_S = 1.20$.

Os consumidores estão pagando $\frac{P_D - P_0}{T} = 40\%$*; os produtores,* $\frac{P_0 - P_S}{T} = 60\%$.

Ponto 4

$$\eta_D = \frac{\Delta D(p)}{\Delta P}\frac{P}{D(p)} = \textit{inclinação} \times \frac{P}{D(p)} = -3\left(\frac{10}{20}\right) = -\frac{3}{2} \tag{4.28}$$

$$\eta_S = \frac{\Delta S(p)}{\Delta P}\frac{P}{S(p)} = \textit{inclinação} \times \frac{P}{S(p)} = 2\left(\frac{10}{20}\right) = 1 \tag{4.29}$$

Podemos usar as elasticidades das curvas de demanda e oferta para calcular a incidência de impostos. A incidência de impostos nos consumidores é dada por:

$$\frac{\eta_S}{\eta_S - \eta_D} = 40\% \tag{4.30}$$

Ponto 5

$$\textit{Renda dos impostos} = T \times Q_1 = 2 \times 17.6 = 35.2 \tag{4.31}$$

Ponto 6

$$CE = \frac{T \times (Q_0 - Q_1)}{2} = 2.4 \tag{4.32}$$

ou

$$\begin{aligned} DWB &= \frac{1}{2}\frac{\eta_S\eta_D}{\eta_S - \eta_D}\frac{Q(p)}{p}(d\tau)^2 \\ &= \frac{1}{2}\frac{\left(-\frac{3}{2}\cdot 1\right)}{\left(1+\frac{3}{2}\right)}\frac{20}{10}(2)^2 \\ &= |-2.4| = 2.4 \end{aligned} \tag{4.33}$$

Neste exemplo, a perda de peso morto representa a ineficiência de trocas voluntárias eficientes que deveriam ter ocorrido, mas foram impedidas devido ao imposto. A ineficiência é medida pela *diferença entre o benefício marginal social e as curvas de custo marginal social no novo resultado de mercado – assim, neste caso, uma vez que o benefício marginal é maior que o custo marginal no novo resultado, operações eficientes são impedidas de ocorrer.*

4.4 Competição Imperfeita

Nesta seção, consideramos os efeitos da tributação em mercados imperfeitamente competitivos. A análise, na maior parte, é de equilíbrio parcial por natureza, e consideramos impostos *ad valorem* e impostos específicos sobre a produção[9]. Mercados imperfeitamente competitivos podem aparecer em uma ampla variedade de formas, e o analista tributário enfrenta a difícil tarefa de determinar qual modelo é apropriado em cada aplicação (consulte Tirole (1988) para uma excelente discussão de diferentes modelos). Em termos gerais, podemos primeiro classificar os modelos com base em se eles consideram produtos homogêneos ou heterogêneos. Modelos com diferentes empresas produzindo produtos idênticos incluem o oligopólio de Bertrand e o modelo de oligopólio de Cournot-Nash. Aqueles com bens heterogêneos incluem os modelos de concorrência monopolística (por exemplo, Dixit e Stiglitz (1977) e Spence (1976)), modelos de localização (por exemplo, Hotelling (1929) e Salop (1979)) e modelos de diferenciação vertical (por exemplo, Gabszewicz e Thisse (1979) e Shaked e Sutton (1982)). Quer os produtos sejam homogêneos ou heterogêneos, descobriremos que o impacto dos impostos sobre os preços funciona por meio de canais diretos e indiretos (com os canais indiretos diferentes entre os modelos).

4.4.1 Oligopólios

A concorrência de Bertrand é um conceito de equilíbrio de Nash no qual as empresas competem em preços. O equilíbrio de preços é bastante simples: as empresas competem baixando os preços até que todas as empresas definam o preço igual ao seu custo marginal comum. Nenhuma empresa obtém lucros econômicos, não deixando incentivo para entrada ou saída. Os efeitos de um imposto unitário na produção nesse modelo são diretos. Como o preço ao produtor não pode cair

[9] Diferentemente da concorrência perfeita, o impacto da incidência *ad valorem* e impostos específicos difere em mercados imperfeitamente competitivos.

abaixo do custo marginal, todo o imposto é repassado aos consumidores. Um mercado baseado no modelo de Bertrand produz o mesmo resultado de equilíbrio que um mercado perfeitamente competitivo com oferta agregada perfeitamente elástica.

Agora, considere o modelo de oligopólio de Cournot-Nash, no qual firmas idênticas competem escolhendo níveis de produção condicionais às expectativas dos níveis de produção de seus concorrentes. Prosseguimos em duas etapas: primeiro fixando o número de empresas no mercado em N e depois permitindo a entrada livre sem custo. Para simplificar, assumiremos que as empresas são idênticas e que o equilíbrio é simétrico.

Considere a empresa i no mercado. Sua função de lucro é dada por

$$\max_{q_i} \pi_i(q_i) = (1-\tau_v)p(q_i + Q_{-i})q_i - c(q_i) - \tau_s q_i \tag{4.34}$$

em que q_i é a produção da i-ésima empresa, Q_{-i} é a produção de todas as outras empresas do mercado e $p(Q)$ é a função de demanda inversa para a demanda do mercado Q. A função de custo é $c(q_i)$ e τ_v e τ_s são os impostos *ad valorem* e específicos sobre a empresa.

A condição de primeira ordem para a i-ésima empresa é dada por

$$\frac{\partial \pi_i(q_i)}{\partial q_i} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad (1-\tau_v)\left[p'(q_i + Q_{-i})q_i + p(q_i + Q_{-i})\right] - c(q_i)' - \tau_s = 0 \tag{4.35}$$

As condições de segunda ordem são

$$\frac{\partial^2 \pi_i(q_i)}{\partial q_i^2} = (1-\tau_v)p''(q_i)q_i + 2(1-\tau_v)p'(q_i + Q_{-i}) - c''(q_i) < 0 \tag{4.36}$$

Focamos na condição de segunda ordem porque queremos saber quais são as restrições que garantem que o resultado da condição de primeira ordem seja efetivamente a maximização do lucro.

Podemos reescrever a condição de segunda ordem como

$$
\begin{aligned}
(1-\tau_v)\left[p''(q_i)q_i+2p'(q_i+Q_{-i})\right]-c''(q_i)&<0\\
(1-\tau_v)\left[p''(q_i)q_i\frac{N}{N}\frac{p'(q_i+Q_{-i})}{p'(q_i+Q_{-i})}+2p'(q_i+Q_{-i})\right]-c''(q_i)&<0\\
(1-\tau_v)\left[p''(q_i)\frac{Q}{N}\frac{p'(q_i+Q_{-i})}{p'(q_i+Q_{-i})}+2p'(q_i+Q_{-i})\right]-c''(q_i)&<0\\
(1-\tau_v)\left[\frac{\eta}{N}p'(q_i+Q_{-i})+2p'(q_i+Q_{-i})\right]-c''(q_i)&<0\\
\frac{\eta}{N}\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})+2\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})-c''(q_i)&<0\\
\frac{\eta}{N}\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})+\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})+\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})-c''(q_i)&<0\\
\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})\left(1+\frac{\eta}{N}\right)+\left(\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})-c''(q_i)\right)\frac{\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})}{\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})}&<0\\
\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})\left(1+\frac{\eta}{N}\right)+\left(1-\frac{c''(q_i)}{\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})}\right)\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})&<0\\
\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})\left(1+\frac{\eta}{N}\right)+k\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})&<0\\
\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})\left(1+\frac{\eta}{N}+k\right)&<0\\
\frac{\widetilde{p}'(q_i+Q_{-i})}{N}(N+\eta+Nk)&<0 \qquad (4.37)
\end{aligned}
$$

em que $\widetilde{p}=(1-\tau_v)p$ é o preço do produtor, $\eta=Q\dfrac{p''}{p'}$ é a elasticidade da inclinação da função de demanda inversa e $k=1-\dfrac{c''}{\widetilde{p}'}$ mensura as inclinações relativas das curvas de demanda e de custo marginal. Dado que $p'<0$, as condições de segunda ordem requerem que $N+\eta+Nk>0$.

Em um equilíbrio simétrico precisamos resolver apenas p e q usando as duas equações abaixo, a partir da condição de primeira ordem:

$$p=p(Nq) \qquad (4.38)$$

$$(1-\tau_v)p'(Nq)q+(1-\tau_v)p(Nq)-c'(q)=\tau_s \qquad (4.39)$$

Diferenciando (4.39) com relação a τ_s, por meio do teorema da função implícita, obtemos:

$$\begin{aligned}
\frac{dq}{d\tau_s} &= -\frac{-1}{(1-\tau_v)p' + (1-\tau_v)qNp'' + (1-\tau_v)Np' - c''} \\
&= \frac{1}{(1-\tau_v)p'(1+N) + (1-\tau_v)Qp'' - c''} \\
&= \frac{1}{\widetilde{p}'(1+N) + (1-\tau_v)Qp''\dfrac{p'}{p'} - c''} \\
&= \frac{1}{\widetilde{p}'(1+N) + \widetilde{p}'\eta - c''} \\
&= \frac{1}{\widetilde{p}'(\eta+N) + \widetilde{p}' - c''} \\
&= \frac{1}{\widetilde{p}'(\eta+N) + \widetilde{p}'\left(1 - \dfrac{c''}{\widetilde{p}'}\right)} \\
&= \frac{1}{\widetilde{p}'(\eta+N) + \widetilde{p}'k} \\
&= \frac{1}{\widetilde{p}'(\eta+N+k)}
\end{aligned} \tag{4.40}$$

Segue imediatamente que

$$\frac{dQ}{d\tau_s} = \frac{N}{\widetilde{p}'(\eta+N+k)} \tag{4.41}$$

Usando o fato de que $\widetilde{p} = (1-\tau_v)p$ podemos computar

$$\frac{d\widetilde{p}}{d\tau_s} = (1-\tau_v)p'\left(\frac{dQ}{d\tau_s}\right) = \frac{N}{\eta+N+k} \tag{4.42}$$

Se as condições de segunda ordem se mantiverem, então $\eta + N + k > 0$. E, se $\eta + N + k > 0$, a produção cai e o imposto é (até certo ponto) repassado aos consumidores. O grau de deslocamento para frente da taxa unitária sobre o produto depende da inclinação da elasticidade da função de demanda inversa (η), do número de empresas (N) e das inclinações relativas das funções de custo marginal e demanda inversa (k).

O *overshifting* ocorre quando o preço do produtor sobe mais do que o imposto. Como mostramos na seção anterior, esse resultado é impossível em mercados perfeitamente competitivos. Uma vez que mercados imperfeitamente competitivos são permitidos, o *overshifting* se torna uma possibilidade e pode ser garantido em algumas especificações de modelo. O *overshifting* pode ocorrer devido à existência de poder de mercado e comportamento estratégico entre as empresas. As empresas reconhecem que o deslocamento futuro do imposto diminuirá a demanda por seus produtos. Assim, em algumas circunstâncias, eles desejam aumentar o preço mais do que o aumento do imposto para compensar a perda de receita decorrente da diminuição da demanda.

Por definição, a transferência dos impostos para o consumidor ocorre de forma excessiva se a derivada em (4.42) for maior que 1, o que significa que $\eta + k < 0$. Se os custos são lineares na produção, então $c'' = 0$ e $k = 1$. Portanto, uma condição necessária e suficiente para a transferência dos impostos para o consumidor ocorrer de forma excessiva é que $\eta < -1$. Considere uma função de demanda de elasticidade constante com elasticidade de demanda $\varepsilon < 0$. Nesse caso, $\eta = \dfrac{1-\varepsilon}{\varepsilon} < -1$ para todos $\varepsilon < 0$. A transferência dos impostos para o consumidor ocorrerá de forma excessiva sempre e aumentará à medida que a demanda se tornar menos elástica (quando η aumenta em valor absoluto).

Por sua vez, os preços ao produtor aumentam com o aumento de um imposto *ad valorem* da seguinte forma:

$$\frac{d\widetilde{p}}{d\tau_v} = \frac{Np\left(1+\dfrac{1}{\varepsilon}\right)}{\eta + N + k} \tag{4.43}$$

em que $\varepsilon < 0$ é a elasticidade-preço da demanda. A transferência de um imposto *ad valorem* para o consumidor ocorre de forma excessiva quando a variação percentual no preço do produtor excede 100% e ocorre nesse modelo quando $-N < \eta + k < \dfrac{N}{\varepsilon}$. Observe que o tamanho do mercado (N) não afeta a condição de deslocamento para impostos especiais de consumo, mas afeta o grau do deslocamento. Suponha que $-N < \eta + k < 0$ (de modo que $\dfrac{d\widetilde{p}}{d\tau_s} > 1$). Então $\dfrac{d\widetilde{p}}{d\tau_s dN} = \dfrac{\eta}{(\eta + N + k)^2} < 0$. Em outras palavras, para determinados valores de η e k, o deslocamento excessivo é maximizado para um monopolista e desaparece quando N se aproxima do infinito.

4.4.2 Produtos Diferenciados

Os modelos de oligopólio discutidos acima sofrem com as premissas restritivas de que os bens são idênticos e que nenhuma distinção pode ser feita entre diferentes marcas. Em alguns mercados (por exemplo, mercados de commodities agrícolas), isso pode ser uma suposição razoável. Na maioria dos outros mercados, no entanto, os produtores se esforçam bastante para diferenciar seus produtos. A diferenciação do produto cria algum poder de monopólio, e os resultados no modelo de oligopólio de N fixo indicam que a capacidade de repassar impostos depende muito do número de concorrentes no mercado. Nesta seção, consideramos alguns modelos de produtos diferenciados e examinamos a relação entre concorrência de produtos e incidência tributária.

Começamos com o modelo Dixit e Stiglitz (1977) e seu modelo de competição monopolística. Esse é um modelo um tanto especial, pois cada produto concorre com todos os outros produtos, e o principal objetivo do modelo é ilustrar os benefícios da variedade de produtos. É útil começar com este modelo, pois destaca a importância da diferenciação do produto - um recurso deixado de fora do modelo de oligopólio de bens homogêneos. Considere o seguinte modelo simplificado de variedade de produtos Dixit-Stiglitz, baseado em Krugman (1980).

Os consumidores são idênticos e maximizam uma função de utilidade

$$\max_{x_i} U(x_1, \dots, x_N) = \frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{N} x_i^{\theta}, \quad 0 < \theta < 1$$

$$\text{sujeito a } \sum_{i=1}^{N} p_i x_i = M \tag{4.44}$$

Os bens de consumo entram na função de utilidade simetricamente, mas não são substitutos perfeitos (a menos que θ seja igual a 1).

Montando o Lagrangeano, obtemos:

$$L = \frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{N} x_i^{\theta} - \lambda\left(\sum_{i=1}^{N} p_i x_i - M\right) \tag{4.45}$$

As condições de primeira ordem são:

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = 0 \iff x_i^{\theta-1} - \lambda p_i = 0, \quad i = 1, \ldots, N \tag{4.46}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0 \iff \sum_{i=1}^{N} p_i x_i = M \tag{4.47}$$

Das condições de primeira ordem podemos derivar as funções de demanda:

$$x_i = (\lambda p_i)^{-\varepsilon}, \quad \varepsilon = \frac{1}{1-\theta} > 1 \tag{4.48}$$

em que λ é a utilidade marginal privada da renda. Se N for grande, podemos assumir que as decisões de preço de uma empresa individual terão um efeito desprezível em λ e a demanda poderá ser escrita como:

$$x_i = A p_i^{-\varepsilon} \tag{4.49}$$

As empresas maximizam os lucros e assumimos que os custos são lineares na forma $cx_i + F$, em que c é o custo marginal e F é o custo fixo. Permitindo que $\widetilde{p} \equiv (1-\tau_v)p$ seja o preço do produtor com um imposto *ad valorem* (τ_v), a regra de preços da empresa é dada pela regra de preços padrão do monopolista:

$$\widetilde{p} = \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}\right)(c + \tau_s) \tag{4.50}$$

Para um imposto especial de consumo ou *ad valorem* aplicado apenas a um determinado setor podemos diferenciar a equação acima. Portanto,

$$\frac{d\widetilde{p}}{d\tau_s} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} > 1 \tag{4.51}$$

$$\frac{d\widetilde{p}}{d\tau_v} = 0 \tag{4.52}$$

Um imposto especial de consumo é mais do que 100% desviado para a frente (elasticidade constante e resultado de custo linear), enquanto um imposto *ad valorem* não tem impacto no preço do produtor, mas é totalmente repassado aos consumidores.

Uma desvantagem do modelo Dixit-Stiglitz é que todos os produtos são tratados como concorrentes iguais aos de outros produtos. Uma rápida olhada em qualquer número de mercados indica que essa suposição é insustentável. Em seguida, voltamos para um modelo de competição espacial em que as empresas se localizam no espaço do produto para capturar o máximo de clientes em um jogo de entrada simultânea. Utilizamos o modelo de círculos de Salop (1979), desenvolvido para analisar impostos *ad valorem* e impostos especiais de consumo por Kay e Keen (1983). A virtude do modelo de círculo é que ele permite explicitamente modelar o número de firmas em equilíbrio (diferentemente do modelo linear de Hotelling (1929)). Seguindo Salop, assumimos que N empresas idênticas decidem simultaneamente se entram em um mercado em que os consumidores estão localizados uniformemente ao redor do círculo e em que cada consumidor deseja comprar 1 unidade do produto. As empresas que entram localizam-se equidistantemente em torno de um círculo unitário. Assim, em equilíbrio, cada empresa enfrentará uma demanda de $1/N$ (assumindo que o mercado esteja coberto). Cada indivíduo comprará no máximo uma unidade do bem e cada um prefere comprar o bem de qualidade ou local x o mais próximo possível da sua qualidade preferida (x^*). Especificamente, o custo do bem para o consumidor é o preço de compra (p_i) mais um "custo de transporte" que se supõe ser uma constante t vezes a distância de sua localização $|x - x^*|$. A utilidade para um consumidor que compra uma unidade de x é igual a

$$U = s - p - t|x - x^*| \tag{4.53}$$

em que s é uma constante arbitrária suficientemente grande para garantir que $U > 0$.

Considere um consumidor localizado em $\widehat{x}$, entre 0 e $\dfrac{1}{N}$. Esse consumidor será indiferente entre a compra da firma i e da firma $i+1$ se

$$p_i + t\widehat{x} = p + t\left(\frac{1}{N} - \widehat{x}\right) \tag{4.54}$$

em que p_i é o preço cobrado pela i-ésima empresa e p é o preço cobrado por outras empresas. Por esse preço p_i (tornando o consumidor em $\widehat{x}$ indiferente), a demanda pelo i-ésimo bem da empresa, $D(p_i, p)$, será igual a $2\widehat{x}$. Resolvendo a equação acima para $\widehat{x}$, obtemos:

$$D(p_i, p) = \frac{p - p_i}{t} + \frac{1}{N} \tag{4.55}$$

A empresa maximiza os lucros escolhendo o preço. Ela enfrenta uma taxa de imposto *ad valorem* τ_v e uma taxa de imposto unitária τ_s. Os lucros são dados por

$$\max_{p_i} \pi_i = [(1-\tau_v)p_i - c - \tau_s]\left(\frac{p - p_i}{t} + \frac{1}{N}\right) - F \tag{4.56}$$

em que c é o custo marginal e F é o custo fixo.

Derivando em relação ao preço e assumindo que em equilíbrio $p = p_i$, obtemos:

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial p_i} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad (1-\tau_v)\left(\frac{p - p_i}{t} + \frac{1}{N}\right) + [(1-\tau_v)p_i - c - \tau_s]\left(-\frac{1}{t}\right) = 0 \tag{4.57}$$

Manipulando a expressão acima chegamos a:

$$\begin{aligned}
(1-\tau_v)\left(\frac{1}{N}\right) + [(1-\tau_v)p_i - c - \tau_s]\left(-\frac{1}{t}\right) &= 0 \\
(1-\tau_v)\left(\frac{t}{N}\right) &= (1-\tau_v)p_i - c - \tau_s \\
p_i &= \frac{t}{N} + \frac{c + \tau_s}{1-\tau_v}
\end{aligned} \tag{4.58}$$

Podemos reescrever o problema acima em termos do preço do produtor $\widetilde{p}$:

$$\widetilde{p} = \frac{(1-\tau_v)t}{N} + c + \tau_s \tag{4.59}$$

Assim, os impostos unitários são totalmente repassados no sentido em que o preço do produtor sobe pelo valor total do imposto. A rigor, essa afirmação só é verdadeira se o número de firmas de equilíbrio não for afetado por alterações no imposto especial de consumo.

Precisamos de uma segunda equação para determinar o número de firmas de equilíbrio. Uma condição de lucro zero para a empresa marginal faz isso. Em equilíbrio, cada empresa cobre $1/N$ do mercado. Assim,

$$((1-\tau_v)p_i - c - \tau_s)\left(\frac{1}{N}\right) = F \tag{4.60}$$

Dessa expressão decorre que:

$$\left((1-\tau_v)\left(\frac{t}{N} + \frac{c+\tau_s}{1-\tau_v}\right) - c - \tau_s\right)\left(\frac{1}{N}\right) = F \tag{4.61}$$

E isso implica que

$$N = \sqrt{\frac{(1-\tau_v)t}{F}} \tag{4.62}$$

Embora uma alteração no imposto especial de consumo não afete o número de equilíbrio das empresas, uma alteração no imposto *ad valorem* afeta. Note que $\frac{dN}{d\tau_v} = -\frac{1}{2}\sqrt{\frac{t}{(1-\tau_v)F}} < 0.$

A incidência tributária *ad valorem* pode ser decomposta em dois componentes: um efeito direto e um efeito indireto através da mudança no número de equilíbrio das firmas. Fixando N,

$$\left.\frac{d\widetilde{p}}{d\tau_v}\right|_N \equiv \left.\frac{\partial(1-\tau_v)p}{\partial\tau_v}\right|_N = -\frac{t}{N} \tag{4.63}$$

A incidência completa do imposto é

$$\begin{aligned}
\widetilde{p} &= \frac{(1-\tau_v)t}{N} + c + \tau_s \\
\widetilde{p} &= \frac{(1-\tau_v)t}{\sqrt{\frac{(1-\tau_v)t}{F}}} + c + \tau_s \\
\widetilde{p} &= \sqrt{(1-\tau_v)tF} + c + \tau_s \quad \Longrightarrow \quad \frac{d\widetilde{p}}{d\tau_v} = -\frac{1}{2}\sqrt{\frac{tF}{(1-\tau_v)}} = -\frac{1}{2}\frac{t}{N}
\end{aligned} \tag{4.64}$$

isto é, exatamente metade da incidência em (4.63) quando N é fixo. Em outras palavras, a saída de firmas reduz pela metade o ônus para os produtores (e aumenta o ônus para os consumidores). As empresas saem porque um aumento na tributação *ad valorem* é equivalente (do ponto de vista da empresa) a um aumento no custo fixo em relação à receita.

5 Peso Morto e Bem-Estar

[...] the real problem is the premise that you can split content from style. It's wrong. They are yolk and white in a scrambled egg. Economically speaking, the production function for thinking cannot be written as the sum of two sub-functions, one producing 'results' and the other 'writing them up'. The function is not separable. You do not learn the details of an argument until writing it in detail, and in writing the details you uncover flaws in the fundamentals. Thinking requires detail. Good thinking is accurate, symmetrical, relevant to the thoughts of the audience, concrete yet usefully abstract, concise yet usefully full; above all it is self-critical and honest. So too is good writing. Writing resembles mathematics. Mathematics is a language, an instrument of communication. But so too language is a mathematics, an instrument of thought.

McCloskey, 2000

5.1 Introdução

A única justificativa econômica para as perdas sociais incorridas pela sociedade em razão do imposto se dá quando o governo possui um outro projeto para o qual ele corretamente faz a avaliação social, ou seja, calcula o valor presente líquido, à taxa social de desconto (se, para isso, desloca fundos públicos), levando em conta preços-sombras sociais dos recursos deslocados da economia. É para isso que existe a avaliação social de projetos, que difere da avaliação privada. Note que o projeto deve ser empreendido pelo governo, pois não interessa ao setor privado. O governo cria o imposto, gera perda social, mas, com o que foi arrecadado, financia, por exemplo, uma represa ou universidades federais.

Arnold Harberger[10] tem vários estudos em que mostra como avaliar socialmente construções de represas, de auto-estradas e várias outras coisas. Falta-nos a cultura da avaliação social de projetos. Se um banco de desenvolvimento financia projetos com fundos públicos, ele deve, então, descontar os valores futuros pela taxa social de desconto, que é uma média ponderada entre a produtividade marginal do capital dos investidores e a taxa de desconto intertemporal dos poupadores, ponderação essa que depende intimamente das elasticidades-juro desses agentes.

O imposto da janela fornece um exemplo histórico dramático e claro dos possíveis efeitos distorcidos da tributação[11]. Imposto na Inglaterra em 1696, o imposto – uma espécie de antecessor do imposto predial moderno – era cobrado sobre residências com o passivo tributário baseado no número de janelas. O imposto levou a esforços para reduzir as notas fiscais através de medidas como o fechamento de janelas e a construção de casas com muito poucas janelas. Às vezes, pisos inteiros de casas não tinham janelas. Apesar dos efeitos perniciosos à saúde e da estética, e apesar dos protestos generalizados, o imposto persistiu por mais de um século e meio: foi finalmente revogado em 1851. O efeito adverso mais sério da taxa de janela foi sobre a saúde humana. Com base em uma série de estudos de médicos se descobriu que as condições insalubres resultantes da falta de ventilação adequada e ar fresco incentivavam a propagação de numerosas doenças como disenteria, gangrena

[10] Ver Gary Becker, Armen Alchian, Harold Demsetz, Axel Leijonhuvfud, Joseph Ostroy, William Zame, Gordon Tullock e Ken Binmore como referências extras.

[11] Oates, W. E. & Schwab, R. M. (2015). "The Window Tax: A Case Study in Excess Burden". *Journal of Economic Perspectives*, 29(1): 163–180.

e tifo. Em um exemplo, em 1781, uma epidemia de tifo matou muitos cidadãos em Carlisle. O Dr. John Heysham traçou as origens do surto em uma casa habitada por seis famílias pobres e descreveu a habitação desta maneira:

> *In order to reduce the window tax, every window that even poverty could dispense with was built up, and all source of ventilation were thus removed. The smell in this house was overpowering, and offensive to an unbearable extent. There is no evidence that the fever was imported into this house, but it was propagated from it to other parts of town, and 52 of the inhabitants were killed.*

O imposto não consistia em uma série de taxas marginais crescentes, mas incluía uma série de "entalhes" - pontos nos quais uma janela adicional trazia um grande aumento no passivo tributário. Considere, por exemplo, as reformas introduzidas em 1747, sob as quais o Parlamento aumentou e reformulou a estrutura de taxas do imposto. Os 2 *shillings* fixos por moradia foram destacados do imposto sobre janelas e impostos, além de um novo cronograma de taxas de janelas. Sob o novo cronograma de tarifas, havia um imposto de 6 *pences* em cada janela de uma casa com 10 a 14 janelas, de 9 *pences* por janela em casas com 15 a 19 janelas e de 1 *shilling* por cada janela em casas com mais de 20 janelas. Como resultado, podemos esperar encontrar, por exemplo, muito mais casas com 9, em vez de 10, janelas.

O imposto da janela, aliás, tinha um antecedente: o imposto da lareira. Imposto em 1662 por Carlos II após a Restauração, o imposto da lareira consistia em uma taxa de 2 *shillings* por cada lareira e fogão em casas na Inglaterra e no País de Gales. O imposto foi muito impopular em parte por causa do caráter intrusivo do processo de avaliação. Os "homens da chaminé" (como eram chamados os assessores e cobradores de impostos) tinham que entrar na casa para contar o número de lareiras e fogões, e havia um grande ressentimento contra essa invasão da santidade da casa. A taxa de janelas, ao contrário, não exigia acesso ao interior da habitação: os "espiadores de janelas" podiam contar janelas de fora, simplificando o procedimento de avaliação e evitando a necessidade de invasão do interior.

Ambos os impostos destinavam-se a ser um indicador visível da capacidade de pagamento.

Conforme apontado em uma discussão na Câmara dos Comuns (1850), pouco antes da revogação do imposto sobre janelas,

> *o imposto sobre janelas, quando aplicado pela primeira vez, não era destinado a impostos sobre janelas, mas como um imposto predial, a casa era considerada um critério seguro do valor da propriedade de um homem, e as janelas eram assumidas apenas como o índice do valor das casas.*

Mas como Adam Smith (1776 [1937], p. 798) observou em A Riqueza das Nações, o número de janelas poderia ser uma medida muito pobre do valor de uma habitação:

> *casa de dez libras de aluguel no país pode ter mais janelas do que uma casa de quinhentas libras de aluguel em Londres; e, embora seja provável que o habitante do primeiro seja um homem muito mais pobre do que o último, ainda que sua contribuição seja regulada pelo imposto da janela, ele deve contribuir mais para o apoio do Estado.*

Em 1846, oficiais médicos pediram ao Parlamento a abolição do imposto da janela, declarando-o "mais prejudicial à saúde, bem-estar, propriedade e indústria dos pobres e da comunidade em geral".

Um sistema tributário cria uma descontinuidade se uma pequena mudança de comportamento levar a uma mudança discreta nas taxas de imposto média e marginal. Uma pessoa que possuía uma casa com 9 ou menos janelas não pagava impostos. Mas seu vizinho, cuja casa tinha 10 janelas, pagaria um imposto de 6 *pence* por cada janela: a taxa marginal de imposto para a 10ª janela era de 60 *pence*. As descontinuidades levam a grandes perdas de peso morto: ou seja, um esquema tributário com descontinuidades fornece fortes incentivos para que os contribuintes distorçam o comportamento e se localizem em torno de uma descontinuidade.

A perda de peso morto correspondia a 62% dos impostos pagos por esses consumidores. Ou seja, para cada dólar cobrado, a versão simulada do imposto da janela impunha um encargo adicional de 62 centavos às famílias. O excesso de carga é particularmente grande para as famílias que escolheram 9 janelas. Esses consumidores pagaram zero no imposto da janela e, portanto, para eles, todo o ônus do imposto é um ônus excessivo. O imposto da janela é, portanto, um exemplo bastante impressionante de um imposto que levou a um comportamento radical de evitar impostos com altos níveis associados de excesso de carga. Se o imposto da janela era um imposto ruim que gerava efeitos adversos e críticas intensas, por que persistiu por um período tão longo? O uso continuado do imposto da janela foi, em parte, pelo menos, uma resposta a um cenário de extrema pressão orçamentária, na qual o governo percebeu pouco espaço para redução de quaisquer taxas tributárias.

Temos em mente um objetivo pedagógico. O conceito de excesso de carga (ou "perda de peso morto") é para economistas aspecto nevrálgico da análise tributária. Mas para os leigos a noção é realmente bastante misteriosa; os economistas das finanças públicas geralmente têm alguma dificuldade, por exemplo, em explicar aos contribuintes os custos com o bem-estar das distorções induzidas pelos impostos na alocação de recursos. O imposto da janela é um exemplo de como um imposto pode ter sérios efeitos colaterais adversos no bem-estar social. Além de suas consequências questionáveis para a equidade tributária, o imposto da janela resultou em óbvias e custosas má alocações de recursos.

5.2 Peso Morto

Deadweight loss ou custos de eficiência: é o dinheiro que o governo queima quando cria impostos, tarifas, subsídios, quotas, tetos de preço, pisos de preço e outras coisas mais que até seriam toleráveis, não fosse pelo mau uso que o governo faz e pela incompetência do governo em não calculá-los. Vamos usar aqui uma abordagem com quantidades discretas e vamos ver consumidores e produtores que o governo expulsa do mercado quando faz incidir sobre este um imposto (*excise tax*).

A troca econômica traz ganhos para todas as partes envolvidas na transação. Para entendermos isso, devemos, primeiro, entender os conceitos de excedente do produtor (o ofertante) e excedente do consumidor (o demandante).

Considere o mercado de um bem qualquer, digamos, frango. É importante especificar o período de tempo em que a transação é relevante, por exemplo, por semana. Assim, quando se diz que um consumidor consome ou demanda um frango, deve-se subentender que ele demanda um frango por semana. O mesmo vale para a oferta e a mesma unidade de tempo deve subjazer a todas as quantidades mencionadas, a todas as utilidades subsumidas e funções de custo consideradas. Sem essa especificação, os conceitos de oferta e demanda perdem totalmente o sentido.

Para simplificar, em vez de considerar uma curva de oferta agregada e uma de demanda agregada genéricas, impessoais, suponha que cada demandante demande um e apenas um frango e que, similarmente, cada ofertante oferte um e apenas um frango. Cada um deles terá um nome, para que você possa entender o que significa, na realidade, a intervenção do governo no mercado. Os demandantes são ordenados de forma descendente a partir da valoração mais alta, ou seja, desde aquele que está disposto a pagar mais até aquele disposto a pagar menos, como na tabela abaixo.

Assim, o número 3 relativo a Maria significa que Maria possui a terceira maior disposição a pagar pelo frango (R$ 7), não que ela demande três unidades.

Tabela 5.1 – Preços de Demanda

Demandante	Preço de demanda
1. João	9
2. Pedro	8
3. Maria	7
4. Carla	6,50
5. Antônio	5,50
6. Dora	3
7. Gustavo	1
8. José	0
9. Patrícia	0
10. Amélia	0

Os ofertantes também são pessoas, só que eles serão ordenados de forma ascendente, desde o que está disposto a ofertar por menos até aquele disposto a ofertar por mais, como na tabela 2.

Tabela 5.2 – Preços de Oferta

Ofertante	Preço de oferta
1. Catarina	1
2. Augusto	2
3. Roberto	3
4. Aline	4
5. Paula	5
6. Marcelo	6
7. Tiago	7
8. Luíza	8
9. Agnes	9
10. César	10

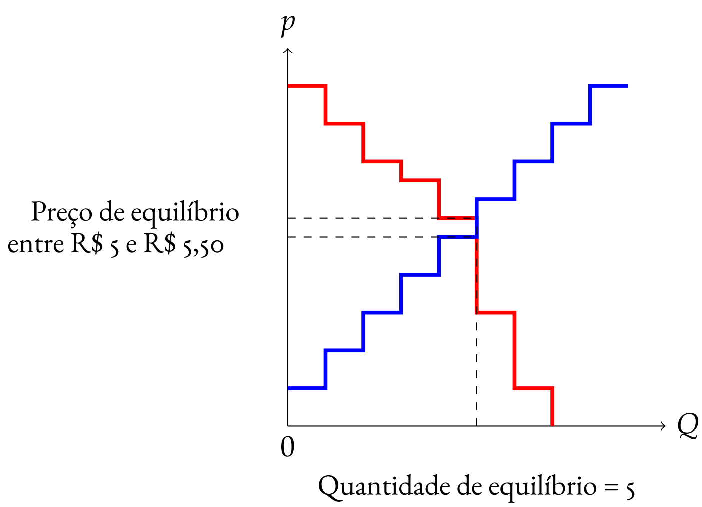
Juntando tudo numa tabela só, temos o seguinte quadro de preços de demanda e de oferta para as diversas quantidades de frango transacionadas:

Tabela 5.3 – Preços de Demanda e de Oferta por Unidade

Quantidade	Preço de demanda	Preço de oferta
1	9	1
2	8	2
3	7	3
4	6,50	4
5	5,50	5
6	3	6
7	1	7
8	0	8
9	0	9
10	0	10

A lista de preços de oferta e de demanda pode ser mais bem visualizada mediante sua representação gráfica. No eixo horizontal coloco as quantidades e no eixo vertical o valor monetário correspondente ao preço, seja de oferta ou de demanda.

Figura 5.1 – Curvas de Oferta e de Demanda do Mercado de Frangos



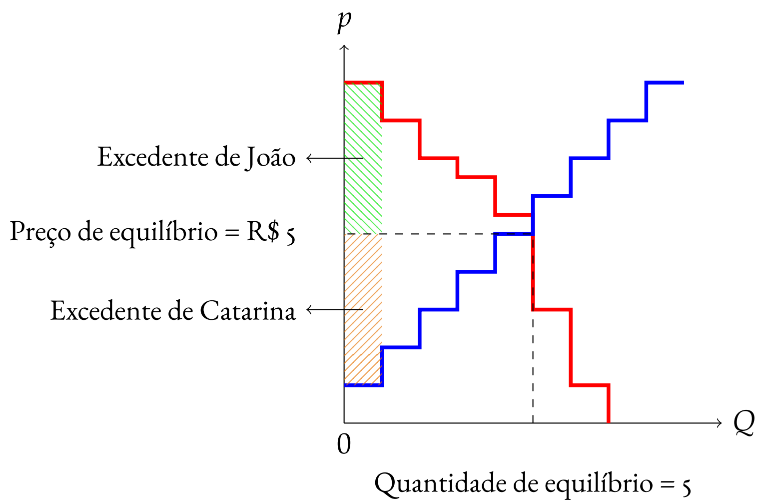
Pela tabela acima - e com a ajuda do gráfico -, podemos ver que ao preço de R$ 5 por frango, a quantidade ofertada por semana é igual à quantidade demandada. Um equilíbrio de mercado é o comércio de 5 frangos no período ao preço de R$ 5 a unidade.

Para mostrarmos que a quantidade de equilíbrio é de 5 unidades, vejamos o que ocorre quando a quantidade comercializada é de 4 unidades ou de 6 unidades. Se a quantidade comercializada fosse de 4 unidades, tanto o quinto ofertante (Paula) quanto o quinto demandante (Antônio) veriam a possibilidade de ganhos no comércio da quinta unidade. Com efeito, o demandante Antônio pagaria R$ 5,50 pelo frango e a ofertante Paula aceitaria R$ 5 por ele, de modo que existe espaço para a troca. Se o sexto ofertante, Marcelo, decidisse ofertar a sexta unidade, ele teria um custo marginal de R$ 6, mas a sexta demandante, Dora, só estaria disposta a pagar R$ 3 pela sexta unidade. Assim, Marcelo não conseguiria cobrir o seu custo marginal.

Disse acima que um equilíbrio de mercado é o comércio de 5 frangos no período ao preço de R$ 5 a unidade. Ora, outro equilíbrio seria o comércio de 5 frangos ao preço de R$ 5,50 a unidade. Procedendo do mesmo modo como fiz acima, é fácil ver que esse também é um equilíbrio. Mas qual é a diferença entre os dois? É o preço de equilíbrio! Paula exige no mínimo R$ 5 para ofertar a quinta unidade e Antônio está disposto a pagar no máximo R$ 5,50 por ela. Portanto, qualquer preço entre R$ 5 e R$ 5,50 pode equilibrar a oferta com a demanda. Qual preço prevalecerá? É nesse ponto que a Microeconomia abre espaço para a barganha e para isso há uma literatura abundante e cursos específicos. Independentemente do resultado da barganha, o importante é que o preço final acordado não afetará os ganhos totais de troca, afetará, porém, toda a distribuição dos ganhos de troca entre ofertantes e demandantes, conforme mostrarei logo adiante.

A leitura econômica da tabela acima é, no entanto, mais sutil e revela muito do fenômeno da troca. Suponha, então, que o preço de equilíbrio é R$ 5. João está disposto a pagar R$ 9 pelo primeiro frango e Catarina está disposta a ofertá-lo por R$ 1. Existe vantagem nessa troca, ambos saem ganhando. João pagaria R$ 9 pelo frango, mas pagou apenas R$ 5. Teve um excedente de R$ 4 = R$ 9 - R$ 5. Catarina ofertaria o frango por R$ 1, mas recebeu R$ 5 por ele. Teve um excedente de R$ 4 = R$ 5 - R$ 1. O excedente dessa transação é a soma dos excedentes das partes da transação, ou seja, R$ 8 = R$ 4 + R$ 4. Outra forma de se obter o excedente total dessa primeira transação é pela diferença entre a disposição máxima a pagar e a disposição mínima para ofertar, a saber, R$ 8 = R$ 9 - R$ 1. Isso é ilustrado na figura abaixo.

Figura 5.2 – Distribuição do Excedente de Troca da Primeira Transação



Já na transação do segundo frango, Pedro estaria disposto a pagar R$ 8, mas pagou R$ 5, de modo que seu excedente de consumidor nessa segunda transação foi de R$ 3 = R$ 8 - R$ 5. Augusto ofertaria o frango por R$ 2, mas recebeu R$ 5, de modo que seu excedente de produtor (ou ofertante) nessa segunda transação foi de R$ 3 = R$ 5 - R$ 2. O excedente da segunda transação é, portanto, R$ 6.

Continuando dessa maneira, podemos construir uma tabela com o excedente do demandante, o excedente do ofertante e o excedente total para cada quantidade comercializada ao preço de equilíbrio de R$ 5.

A última coluna é fácil de entender. Tome, por exemplo, a linha referente à quantidade de 3 unidades. O excedente total do comércio de 3 frangos é o excedente total do comércio do primeiro, do segundo e do terceiro frango, ou seja, R$ 8 + R$ 6 + R$ 4 = R$ 18. Note agora que, quando a quantidade comercializada é a de equilíbrio, 5 frangos, o ganho (ou excedente) total de trocas é maximizado, a saber, R$ 21. Com 5 unidades, o excedente total dos demandantes é R$ 11 e o excedente total dos ofertantes é R$ 10. O ganho total de trocas, R$ 21, foi repartido entre os demandantes, que ficaram com R$ 11, e os ofertantes, que ficaram com R$ 10. Assim, temos que:

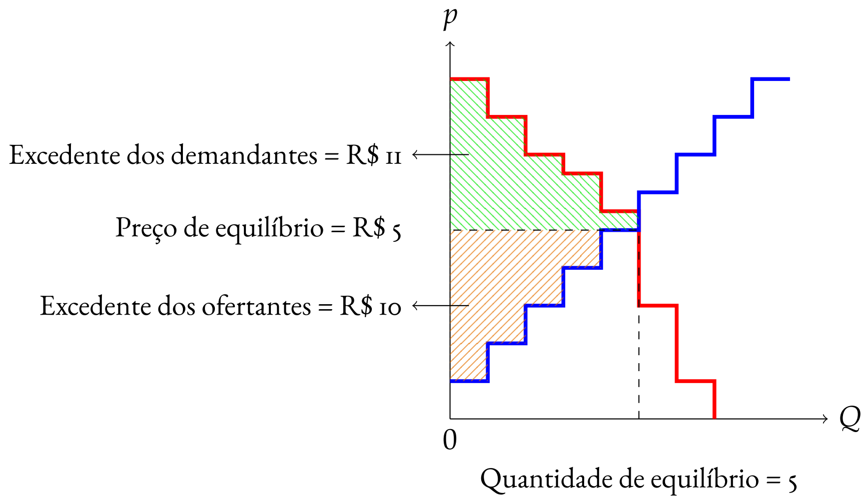
$$\text{ganho total de trocas} = \text{excedente dos demandantes} + \text{excedente dos ofertantes}$$
$$R\$\,21 = R\$\,11 + R\$\,10$$

Tabela 5.4 – Excedentes Privados por cada Transação e Excedente Total das Unidades Comercializadas

Quantidade	Excedente do demandante	Excedente do ofertante	Excedente de cada transação	Ganho total da troca
1	4	4	8	8
2	3	3	6	14
3	2	2	4	18
4	$1,50$	1	$2,50$	$20,50$
5	$0,50$	0	$0,50$	21
6	-2	-1	-3	18
7	-4	-2	-6	12
8	-5	-3	-8	4
9	-5	-4	-9	-5
10	-5	-5	-10	-15

O gráfico abaixo ilustra a distribuição dos ganhos totais de troca entre excedente dos demandantes e excedente dos ofertantes para o caso em que o preço de equilíbrio é de R$ 5 por unidade:

Figura 5.3 – Distribuição do Excedente



Neste ponto é que se revela a importância da hipótese de que cada demandante demanda apenas uma unidade e de que cada ofertante oferta apenas uma unidade, pois com ela podemos perceber que a existência de excedentes significa que pessoas participam do mercado e que podemos saber, neste exemplo, quem precisamente elas são.

Tabela 5.5 – Nomes das Pessoas que Participam do Mercado de Frangos

Transação	Excedente do demandante		Excedente do ofertante	
1	João	4	4	Catarina
2	Pedro	3	4	Augusto
3	Maria	2	2	Roberto
4	Carla	1,50	1	Aline
5	Antônio	0,50	0	Paula

Note que quem determina o preço de equilíbrio são Antônio e Paula. Antônio quer pagar, no máximo, R$ 5,50 e Paula quer receber, no mínimo, R$ 5. É o poder de barganha de cada um deles que determinará qual será o preço de equilíbrio, que pode ser qualquer coisa entre R$ 5 e R$ 5,50. Esses são os chamados agentes marginais. Eles são os últimos nas respectivas filas, aqueles que estão praticamente indiferentes entre participar ou não do mercado. Antônio é, dentre os demandantes que participam do mercado, aquele com menor disposição a pagar, é aquele para quem o frango vale menos. Paula é, dentre os ofertantes, aquele com maior disposição a ofertar ou maior custo marginal. Se Paula quiser ofertar um frango, seu custo marginal será R$ 5. Isso quer dizer que os recursos que ela teria de deslocar da economia para ofertar um frango valem R$ 5.

Socialmente só há vantagem nessa quinta transação porque a sociedade, ao abrir mão de R$ 5, consegue gerar um excedente de R$ 0,50 que será dividido entre Paula e Antônio. Paula não está "roubando" da sociedade, pois ela também é parte da sociedade. A sociedade não perde com isso. Os recursos que Paula desloca da economia são remunerados também, cada fator recebe um excedente na forma de pagamento. Os trabalhadores empregados na produção recebem seu salário e o capital recebe sua remuneração, ou seja, as pessoas que abriram mão de dinheiro para utilizá-lo como capital no processo produtivo são compensadas pelo consumo de que abriram mão durante o tempo de produção. Os recursos adicionais usados na produção de Paula, devido à substituibilidade entre bens, implicam redução do uso de alguns dos outros bens. Alguns trabalhadores de alguma firma fornecedora serão demitidos, algum capital não será aceito, mas as perdas não superarão os ganhos, desde que o preço do frango posto à venda por Paula não seja inferior a R$ 5. Tudo isso já está embutido no custo marginal de R$ 5 que Paula enfrenta. Logo, o excedente de R$ 0,50 da quinta transação é um ganho social puro, não é um roubo. Quando Paula tenta maximizar seu lucro barganhando pesado com Antônio, quem ganha é a sociedade. Não é só Paula que ganha. Todas as pessoas que direta ou indiretamente estão envolvidas no deslocamento dos recursos da economia para a produção da quinta unidade ganham.

Além disso, Antônio, o consumidor, ganha também e, ao barganhar pesado pela redução do preço, agindo em seu próprio interesse, ele não afeta o fato de que a sociedade ganha. O que ele afeta é a distribuição desse ganho social. Já Paula tanto gera o ganho social como também, pela barganha, contribui para a determinação da distribuição do ganho. Como esse ganho social marginal deve-se unicamente à decisão privada de Paula e Antônio de participarem da economia, nada mais justo que essa fatia adicional do bolo fique com eles. É isso que economistas despreparados não conseguem entender: eles não enxergam que a sociedade não perde com a liberdade de comércio, que, pelo contrário, ganha e que a busca da satisfação dos interesses privados é o melhor mecanismo para o enriquecimento da nação. Eles não entendem que o produtor é quem aumenta a renda nacional ou o excedente social ao decidir produzir e que o papel do consumidor nessa história toda é, por um lado, contribuir para a distribuição do excedente na sociedade, pela barganha de preços, e, por outro, ser aquilo que motiva o produtor a decidir produzir.

Nosso exemplo do mercado de frango é simples, mas os princípios básicos abordados são válidos para mercados competitivos em situações reais. Note também que os ganhos de troca foram maximizados. Os agentes possuem recursos distintos e diversidade de desejos e capacidades. Mediante o sistema de preços de mercado, na ausência de impedimentos às transações, sejam impedimentos de caráter institucional ou informacional, e sob a condição de direitos de propriedades bem definidos, a alocação de equilíbrio exauriu todos os possíveis ganhos de troca e os distribuiu da melhor maneira.

A pergunta que podemos fazer agora é: "Qual o efeito dos impostos e dos subsídios governamentais sobre o mercado?" A lição básica é que impostos sobre o consumo de bens causam distorções que reduzem a eficiência do mercado. Surpreendentemente, os subsídios também distorcem e reduzem a eficiência. Vou me restringir aqui aos efeitos do imposto apenas. Ao montante monetário dessa perda dá-se o nome de custo de eficiência. Esse é o termo que Arnold Harberger prefere usar no lugar do termo *deadweight loss*.

Para entendermos isso, voltemos ao nosso mercado de frango, em que a quantidade e o preço de equilíbrio eram determinados competitivamente. Suponha que o governo cria um **imposto de R$ 3 sobre a transação de frango**.

Assim, se um ofertante cobra R$ 5 pelo frango, ele tem que separar R$ 3 e pagar ao governo na forma de imposto, ficando com apenas R$ 2 no bolso. Se a produção do primeiro frango custa a Catarina R$ 1, então ela não mais ofertará essa primeira unidade a R$ 1, mas a R$ 4 = R$ 1 + R$ 3, ou seja, **o preço cobrado será o custo marginal de cada unidade produzida mais o valor do imposto cobrado**. Ela repassa todo o imposto para o preço do produto. Mas ao contrário do que reza o pensamento popular, não é o consumidor, em geral, que arca inteiramente com esse custo adicional. **Os ofertantes todos também arcarão com parte disso. Afinal, com o preço de**

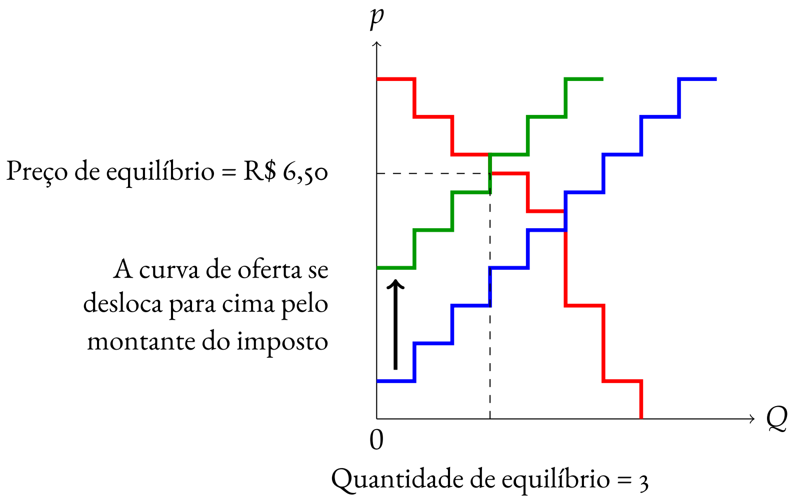
venda maior, as vendas serão reduzidas, afetando o excedente total dos ofertantes. Antes, o preço de oferta coincidia com o custo marginal. Agora, o preço de oferta é o custo marginal mais o imposto.

Tabela 5.6 – Preços de Demanda e de Oferta e Excedente Total com Imposto de R$ 3

Quantidade	Preço de demanda	Custo marginal	Preço de oferta	Excedente das trocas	Excedente total
1	9	1	4	5	5
2	8	2	5	3	8
3	7	3	6	1	9
4	6,50	4	7	−0,50	8,50
5	5,50	5	8	−2,50	6
6	3	6	9	−6	0
7	1	7	10	−9	−9
8	0	8	11	−11	−20
9	0	9	12	−12	−32
10	0	10	13	−12	−45

O excedente das trocas é maximizado com a comercialização de 3 unidades a qualquer preço entre R$ 6,50 e R$ 7. Para simplificar, vamos supor que o preço de equilíbrio é R$ 6,50. O gráfico abaixo ilustra esse caso:

Figura 5.4 – Curvas de Oferta e de Demanda do Mercado de Frangos com Imposto de R$ 3



O excedente total dos consumidores é R$ 4,50. De fato, João valoriza a primeira unidade em R$ 9, paga R$ 6,50 por ela e ganha, portanto, R$ 2,50; pela segunda unidade, Pedro paga R$ 6,50, mas como a valoriza em R$ 8, ele ganha R$ 1,50; pela terceira (e última), Maria paga R$ 6,50, mas como ela a valoriza em R$ 7, ela ganha R$ 0,50. Somando os excedentes privados dos demandantes, encontramos R$ 4,50 (= R$ 2,50 + R$ 1,50 + R$ 0,50).

Já para os ofertantes (Catarina, Augusto e Roberto), a receita proveniente da venda de 3 unidades é R$ 19,50 = 3 x R$ 6,50. Só que eles têm que pagar ao governo R$ 3 por cada frango vendido, ou seja, R$ 9 = 3 x R$ 3. Sobram em caixa apenas R$ 10,50. O custo de produzir 3 unidades é R$ 6, de modo que o excedente do produtor é R$ 4,50 (=R$ 19,50 - R$ 9 - R$ 6).

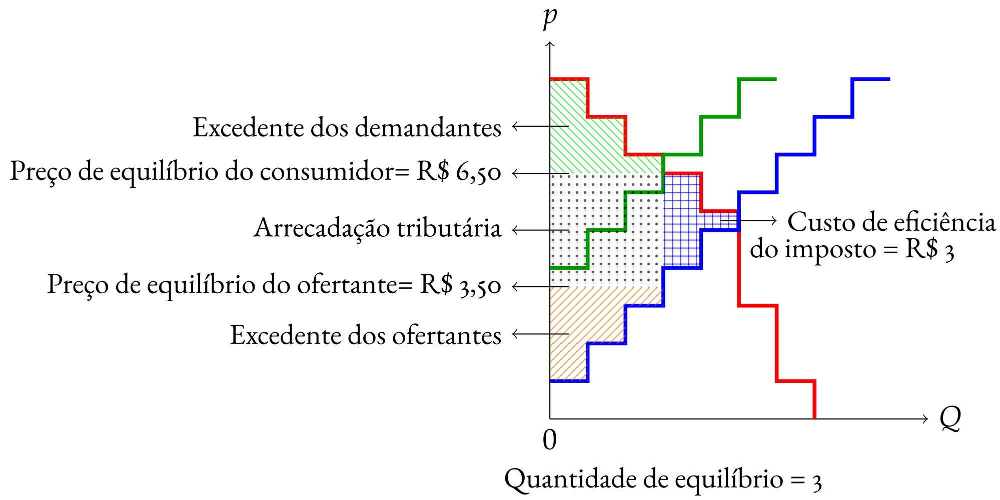
Para nós, os ofertantes são Catarina, Augusto e Roberto. Catarina vende o frango a R$ 6,50, já que esse é o novo preço de equilíbrio. Mas ela tem que pagar R$ 3 de imposto ao governo, retendo, portanto, em seu caixa apenas R$ 3,50 na forma de receita líquida (pós-imposto). Como seu custo marginal é R$ 1, o excedente de Catarina é, por conseguinte, R$ 2,50. Augusto também vende o frango a R$ 6,50 e paga R$ 3 de imposto, retendo, assim, uma receita líquida de R$ 3,50. Como seu custo marginal é R$ 2, seu excedente é R$ 1,50. Finalmente, Roberto vende o frango a R$ 6,50, paga R$ 3 de imposto, retendo uma receita líquida de R$ 3,50 e, como seu custo marginal é R$ 3, seu excedente é R$ 0,50. Note que a soma das receitas líquidas de imposto é R$ 10,50. A soma dos custos marginais de cada um dos ofertantes é R$ 6 (= R$ 1 + R$ 2 + R$ 3), de modo que o excedente total dos ofertantes é R$ 4,50 (=R$ 10,50 - R$ 6). De fato, a soma dos excedentes individuais de Catarina, Augusto e Roberto é R$ 2,50 + R$ 1,5 + R$ 0,50 = R$ 4,50, como já sabemos.

Resumindo, os ofertantes ficaram com um excedente total de R$ 4,50, os demandantes ficaram com um excedente total de R$ 4,50 e o governo ficou com R$ 9. O ganho total é R$ 18 (=R$ 4,50+R$ 4,50+R$ 9). Mas recorde que, no mercado de frango sem impostos, o excedente total era de R$ 21. Portanto, a incidência de imposto sobre o consumo de frango reduziu em R$ 3 os ganhos de troca. A isso chamamos custo de eficiência do imposto.

Na situação sem impostos, a quantidade comercializada em equilíbrio era de 5 unidades. Considere o caso em que o preço de equilíbrio era R$ 5 (recorde que poderia ser qualquer preço entre R$ 5 e R$ 5,50). Com o imposto, a quantidade comercializada caiu para 3 unidades. Logo, o imposto exclui a comercialização das duas últimas unidades. Como essas duas últimas transações deixaram de existir, também desapareceram os ganhos de troca que elas proporcionavam aos consumidores e aos produtores. Quem são essas pessoas expulsas do mercado pelo governo? São elas: Carla, Antônio, Aline e Paula.

Essas duas unidades que deixaram de ser comercializadas proporcionavam aos consumidores expulsos do mercado pelo governo um excedente de R$ 2,50 e aos produtores expulsos um excedente de R$ 0,50. Logo, o custo de eficiência do imposto é o valor dos ganhos de troca provenientes das quantidades que deixaram de ser comercializadas. O gráfico abaixo finalmente ilustra o que acontece.

Figura 5.5 – Curvas de Oferta e de Demanda do Mercado de Frangos com Imposto de R$ 3



Essa área hachurada denota os ganhos de troca das duas últimas unidades que foram excluídas do comércio pelo imposto.

5.3 Modelo

Até agora nos concentramos na incidência de políticas governamentais: como as intervenções afetam os preços de equilíbrio e os retornos dos fatores. Ou seja, determinamos como as políticas afetam a distribuição dos preços em um mercado. Um segundo conjunto geral de questões é como impostos afetam o todo.

O governo pode aumentar impostos para:

1. aumentar a receita para o fornecimento de bens públicos (estradas, defesa etc.)

2. redistribuir renda

Mas aumentar a receita fiscal geralmente tem um custo de eficiência: para gerar R$ 1 de receita precisamos reduzir o bem-estar dos indivíduos tributados em mais de R$ 1. Os custos de eficiência surgem da distorção do comportamento individual.

Há um grande conjunto de estudos sobre como implementar políticas que minimizam custos de eficiência (tributação ótima). Esta é a teoria central das finanças públicas, que é então adaptada ao estudo dos programas de transferência, seguridade social etc. Começamos com uma análise positiva de como medir o custo de eficiência de um determinado sistema fiscal. Computar o peso morto nos dá o custo de tributação. Vamos ver que esse número não é definido de forma única.

5.3.1 Excedente Marshalliano e Triângulo de Harberger

Para entendermos como os impostos se traduzem em uma perda de bem-estar vamos formalizar esta situação. Para tanto, sejam os seguintes pressupostos do modelo:

- Existem dois bens
- Existe um consumidor e firma representativos
- x é o bem tributado
- y (numerário) é o bem não-tributado
- p é o preço de x antes dos impostos
- τ é o tributo sobre x
- Z é a renda
- A utilidade é quase-linear (não há efeito renda): nenhum efeito renda significa que a abordagem marshalliana pode nos dar os efeitos de bem-estar em um simples esquema de oferta e demanda
- A estrutura de mercado é de competição perfeita

O problema do consumidor é dado por:

$$\max_{x,y} u(x) + y \tag{5.1}$$

$$\text{sujeito a} \quad (p+\tau)x(p+\tau, Z) + y(p+\tau, Z) = Z \tag{5.2}$$

As empresas são perfeitamente competitivas (tomadoras de preços) e usam $c(S)$ unidades do numerário y para produzir S unidades de x. Assume-se que $c' > 0$ e $c'' \geq 0$. O objetivo das firmas é maximizar lucros, $pS - c(S)$. A função de oferta do bem x é implicitamente definida pela condição marginal.

O equilíbrio é definido como

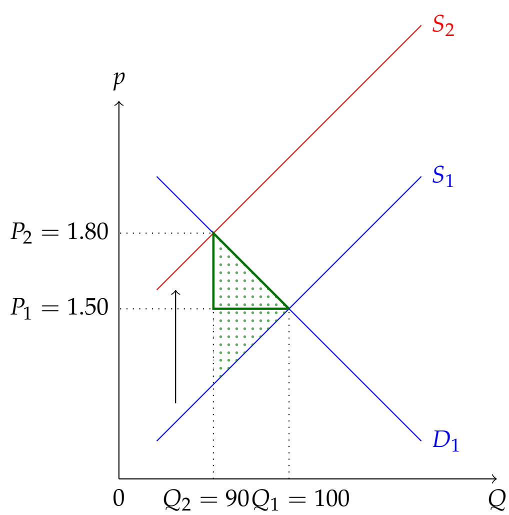
$$Q(p) = D(p + \tau) \tag{5.3}$$

Considere a introdução de um imposto $d\tau > 0$. Representamos tal situação no gráfico abaixo.

Existem 3 maneiras de medir a área do triângulo:

1. Em termos de elasticidades da oferta e da demanda.
2. Em termos de mudança total na quantidade de equilíbrio causada pelo imposto.
3. Em termos de mudança na receita do governo (esta será uma aproximação de primeira ordem).

Figura 5.6 – Triângulo de Harberger



1. **Método 1**: vamos mensurar o custo da eficiência em termos de elasticidades de oferta e de demanda.

   Seja

$$\begin{aligned}
CE &= \frac{1}{2}dQd\tau \\
&= \frac{1}{2}S'(p)dpd\tau \quad \left[Q(p) = S(p) \ \Rightarrow \ dQ = S'(p)dp\right] \\
&= \frac{1}{2}S'(p)\frac{\eta_D}{\eta_S - \eta_D}(d\tau)^2 \quad \left[dp = \frac{\eta_D}{\eta_S - \eta_D}d\tau\right] \\
&= \frac{1}{2}S'(p)\frac{p}{S}\frac{S}{p}\frac{\eta_D}{\eta_S - \eta_D}(d\tau)^2 \quad \left[\times\frac{p}{S}\frac{S}{p}\right] \\
&= \frac{1}{2}\eta_S\frac{Q}{p}\frac{\eta_D}{\eta_S - \eta_D}(d\tau)^2 \quad \left[\eta_S = S'(p)\frac{p}{S},\ S = Q\right] \\
&= \frac{1}{2}\frac{Q}{p}\frac{\eta_S\eta_D}{\eta_S - \eta_D}(d\tau)^2 \\
&= \frac{1}{2}pQ\frac{\eta_S\eta_D}{\eta_S - \eta_D}\left(\frac{d\tau}{p}\right)^2 \quad \left[\times\frac{p}{p}\right]
\end{aligned} \tag{5.4}$$

   Sabendo que a receita obtida pelo governo com a imposição do imposto é dada por $R = Qd\tau$, o custo da eficiência para cada unidade monetária arrecada é dada por:

$$\frac{CE}{R} = \frac{1}{2}\frac{\eta_S\eta_D}{\eta_S - \eta_D}\left(\frac{d\tau}{p}\right) \tag{5.5}$$

2. **Método 2**: vamos mensurar o custo da eficiência em termos de mudança total na quantidade de equilíbrio causada por impostos.

   Defina $\eta_Q = -\frac{dQ}{d\tau}\frac{p}{Q}$ como o efeito de um aumento de 1% no preço inicial após uma mudança no imposto na quantidade de equilíbrio.

   Definindo o CE usando a mudança na quantidade e a alteração no preço com a imposição de um imposto, chegamos a:

$$CE = -\left(\frac{1}{2}\right)dQd\tau$$

$$= -\left(\frac{1}{2}\right)\frac{dQ}{d\tau}\frac{p}{Q}\frac{Q}{p}d\tau d\tau$$
$$= \left(\frac{1}{2}\right)\eta_Q pQ\left(\frac{d\tau}{p}\right)^2 \tag{5.6}$$

3. **Método 3**: vamos mensurar o custo da eficiência em termos de mudanças na receita do governo. Esta é uma aproximação de primeira ordem. Vamos usar para calcular o peso morto marginal com os impostos pré-existentes. Comece com uma taxa de τ por unidade. Então do método 1 (substituindo $d\tau$ por τ) temos:

$$CE\left(\frac{\tau}{p}\right) = \frac{1}{2}pQ\frac{\eta_S\eta_D}{\eta_S-\eta_D}\left(\frac{\tau}{p}\right)^2 \tag{5.7}$$

A aproximação de primeira ordem é:

$$\frac{\partial CE}{\partial\left(\tau/p\right)} = pQ\frac{\eta_S\eta_D}{\eta_S-\eta_D}\left(\frac{\tau}{p}\right)$$
$$= \eta_Q Q\tau \tag{5.8}$$

O custo da eficiência é igual à diferença entre o ganho de receita "mecânico" (sem alteração no preço) e o ganho de receita real. Nota: isso é teoricamente interessante, mas na prática a diferença entre o mecânico e o real pode ser devido a muitos fatores que mudam na economia. Não é empiricamente viável.

- O peso morto é uma função positiva e crescente da alíquota e o peso morto sobre a receita fiscal aumenta linearmente com a alíquota do imposto.
- Consequência importante: com muitos bens, a maneira mais eficiente de manter a receita fiscal é que taxar relativamente mais os bens inelásticos. Por exemplo: remédios, comida. Mas qual é o *trade-off*? Distribuir os impostos em todos os bens, de modo a manter as taxas de impostos relativamente baixas em todos os bens (porque o peso morto aumenta com o quadrado da taxa de imposto).

Figura 5.7 – Efeito Quadrático do Imposto sobre o Peso Morto

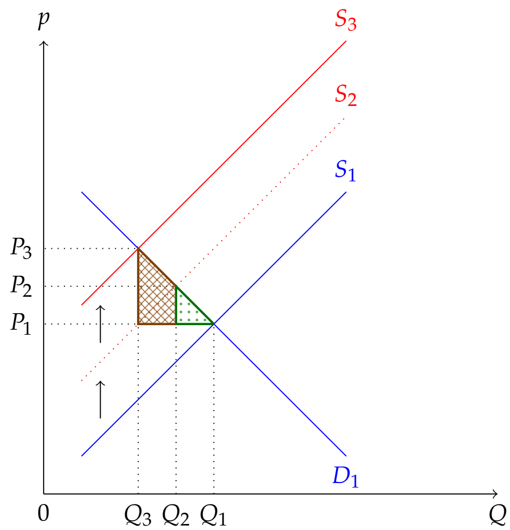
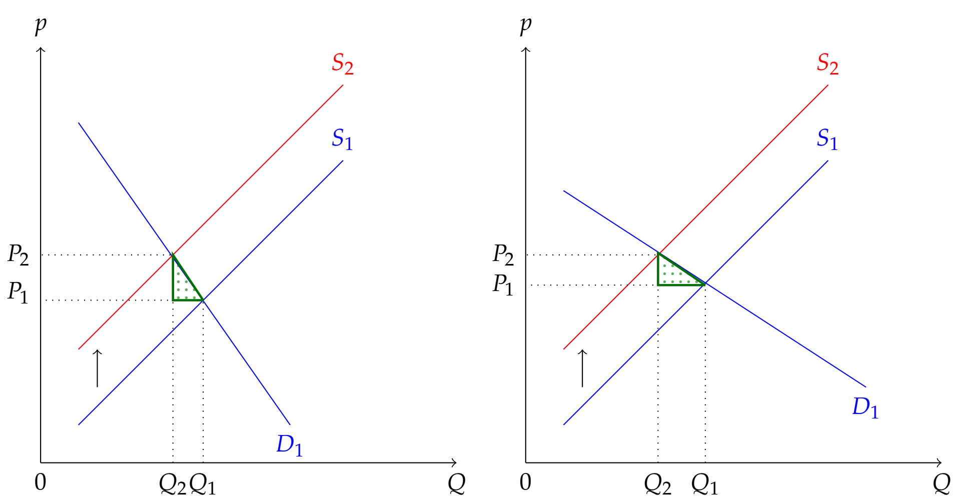


Figura 5.8 – Estática Comparativa: Demanda Inelástica versus Demanda Elástica



5.3.2 Modelo Geral

Considere que um indivíduo tem a seguinte função de utilidade: $u(c_1, \ldots, c_N) = u(\mathbf{c})$. O objetivo do indivíduo é

$$\max_{\mathbf{c}} u(\mathbf{c}) \tag{5.9}$$

$$\text{sujeito a} \quad \mathbf{p}'\mathbf{c} \leq Z \tag{5.10}$$

em que $\mathbf{p}' = \mathbf{p} + \tau$ denota o vetor de preços com o imposto e Z é a riqueza (pode ser zero).

O Lagrangeano deste problema é

$$L = u(\mathbf{c}) - \lambda(\mathbf{p}'\mathbf{c} - Z) \tag{5.11}$$

cujas condições de primeira ordem são:

$$\frac{\partial L}{\partial c} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad u_{c_i} - \lambda \mathbf{p}' = 0 \tag{5.12}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad \mathbf{p}'\mathbf{c} - Z = 0 \tag{5.13}$$

O multiplicador da restrição orçamentária é λ (perceba a ideia de preço-sombra). A condição de primeira ordem implica: $u_{c_i} = \lambda$. As CPO's em conjunto com a restrição orçamentária determinam as funções de demanda Marshallianas (ou não compensadas) $c_i(\mathbf{p}', Z)$ e a função de utilidade indireta $\mathbf{v}(\mathbf{p}', Z)$.

Uma propriedade útil é a identidade de Roy: $v_{p_i'} = \lambda c_i$: o efeito em termos de bem-estar de uma mudança de preço dp_i' é o mesmo que tomar $dZ = c_i dp_i$ do consumidor.

Se representarmos a inclinação da curva de indiferença indireta como função da função de utilidade indireta ou como função da função de dispêndio, obteremos duas relações interessantes entre essas funções e as função de demanda pelo bem 1 ou pelo bem 2.

Uma curva de indiferença indireta pode ser pensada como uma curva ao longo da qual a função de utilidade indireta é mantida constante, do mesmo modo que uma curva de indiferença pode ser pensada como uma curva ao longo da qual a função de utilidade é mantida constante. A inclinação de uma curva de indiferença em um ponto qualquer é dada, sabemos, pelo negativo da razão entre as utilidades marginais do bem 1 e do bem 2. E a inclinação de uma curva de indiferença indireta? De modo similar ela é dada pelo negativo da razão entre a utilidade marginal do preço do bem 1, entendida como a taxa de impacto de uma pequena variação do preço desse bem sobre o valor da função de utilidade indireta $\left(\frac{\partial V}{\partial \mathbf{p}'}\right)$, e a utilidade marginal da renda, entendida como a taxa de impacto de uma pequena variação na renda sobre o valor da função de utilidade indireta $\left(\frac{\partial V}{\partial Z}\right)$.

5.3.2.1 Efeito Renda e o Problema de Path Dependence Esta exposição é baseada em Auerbach (1985). Começamos com um vetor de preço p^0 e mudamos para um vetor de preço p^1 (em decorrência da imposição de impostos). O excedente do consumidor (Marshalliano) é definido como:

$$CS = \int_{p^0}^{p^1} \mathbf{c}(\mathbf{p}', Z) d\mathbf{p}' \tag{5.14}$$

Qual o problema com esta definição? O excedente do consumidor é dependente do caminho quando o preço muda: de p^0 para p^a e de p^a para p^1. Ou seja,

$$CS(p^0 \rightarrow p^a) + CS(p^a \rightarrow p^1) \neq CS(p^0 \rightarrow p^1) \tag{5.15}$$

Na literatura econômica, há consenso de que o problema da dependência do caminho lida com um fenômeno em que a medição de uma mudança de bem-estar causada por mudanças de preço usando o excedente do consumidor da Marshalliana produz resultados que diferem dependendo do caminho de medição escolhido. A composição das cestas ótimas resultam de diferentes caminhos entre o nível de utilidade inicial e o final, ao longo dos quais diferentes preços estão mudando.

Agora considere o caso de dois bens com a incidência de dois impostos (um em cada bem). Então, temos:

$$CS = \int_{p_1^0}^{p_1^1} c_1(p_1, p_2^0, Z) dp_1 + \int_{p_2^0}^{p_2^1} c_2(p_1^1, p_2, Z) dp_2 \tag{5.16}$$

ou

$$CS = \int_{p_2^0}^{p_2^1} c_2(p_1^0, p_2, Z) dp_2 + \int_{p_1^0}^{p_1^1} c_1(p_1, p_2^1, Z) dp_1 \tag{5.17}$$

Problema matemático: para estas duas definições serem equivalentes (*path independence*), as derivadas parciais cruzadas devem ser iguais, isto é, $\dfrac{dc_2}{dp_1} = \dfrac{dc_1}{dp_2}$. Isso não será satisfeito para as funções de demanda Marshalliana, a menos que não haja efeitos renda, porque os efeitos renda e os níveis de consumo inicial diferem entre bens. E isso não ocorre em uma função de utilidade geral, apenas no caso de funções quase-lineares. Mas eles são iguais para a demanda Hicksiana (compensada) [a matriz de Slutsky é simétrica].

O cálculo do peso morto por meio de demandas Marshallianas é atraente, já que é fácil. Mas não é atraente por causa da dependência do caminho. O cálculo do peso morto por meio de demandas Hicksianas é atraente porque não há dependência de trajetória. Mas não é atraente porque não é observável e depende da medida de utilidade $h(\mathbf{p}, u)$. Se adotarmos o cálculo por demandas compensadas, há dois candidatos naturais (utilidade pré-imposto, utilidade pós-imposto). Isso nos leva a variação compensatória e variação equivalente.

Para traduzir a perda de utilidade em unidades monetárias, introduza a função dispêndio. Fixe o nível de utilidade e os preços e procure a cesta que minimiza o custo para alcançar essa utilidade para esses preços:

$$\mathbf{e}(\mathbf{p}, U) = \min_{\mathbf{c}} \mathbf{pc} \tag{5.18}$$

$$\text{sujeito a} \quad u(\mathbf{c}) \geq U \tag{5.19}$$

Seja μ o multiplicador na restrição de utilidade, então as condições de primeira ordem dadas por $p_i = \mu u_{c_i}$ e a restrição geram funções de demanda Hicksianas (ou compensadas), $\mathbf{h}$, que mapeiam preços e utilidade na demanda

$$c_i = h_i(\mathbf{p}, u) \tag{5.20}$$

Defina a perda para o consumidor de aumentar as taxas de imposto como

$$e(p^1, u) - e(p^0, u) \tag{5.21}$$

Essa medida, $e(p^1, u) - e(p^0, u)$, é uma função de valor único e, portanto, é uma medida coerente do custo de bem-estar de uma alteração de imposto para os consumidores. Portanto, não há problema de dependência de caminho. Mas agora, qual u você deve usar? Considere a mudança de preços p^0 para p^1 e suponha que o indivíduo tenha renda Z. Temos que:

- $u^0 = v(p^0, Z)$, utilidade inicial
- $u^1 = v(p^1, Z)$, utilidade ao novo preço p^1

Com estas possibilidades definimos a variação equivalente e a variação compensatória.

1. **Variação compensatória**:

$$CV = e(p^1, u^0) - e(p^0, u^0) = Z - e(p^1, u^0) \tag{5.22}$$

Quanto você precisa para compensar o consumidor para que ele seja indiferente entre ter o imposto e não ter o imposto (para atingir o nível de utilidade original a novos preços). Isto é, $e(p^0, u^0) = e(p^1, u^0) - CV$, em que CV é o valor de suas despesas *ex-post* que eu tenho que cobrir para deixá-lo com a mesma utilidade ex-ante.

2. **Variação equivalente**:

$$EV = e(p^1, u^1) - e(p^0, u^1) = e(p^0, u^1) - Z \tag{5.23}$$

Quanto dinheiro o consumidor estaria disposto a pagar como um montante fixo para evitar de ter que pagar o imposto (e atingir o novo nível de utilidade pós-imposto). Isto é, $e(p^0, u^1) + EV = e(p^1, u^1)$, em que EV é o valor extra que posso retirar do indivíduo e deixá-lo com a mesma utilidade ex-post.

Exemplo 5.1. *Imagine um consumidor cujas preferências sejam representadas pela função de utilidade $U(x_1, x_2) = \sqrt{x_1 x_2}$. Nas condições iniciais, os preços dos dois bens e sua renda são $p_1^0 = 9$, $p_2^0 = 9$ e $Z^0 = 90$. Nas condições iniciais eles passam a $p_1^1 = 4$, $p_2^1 = 9$ e $Z^1 = 90$. Vamos calcular as variações compensatória e equivalente associadas a essa mudança. Para tal, observe que a função de utilidade de nosso consumidor é uma função do tipo Cobb-Douglas com os coeficientes somando a unidade. Desse modo, podemos fazer $a = 1/2$. A função utilidade indireta e a função dispêndio são, respectivamente:*

$$v(p_1, p_2, Z) = \frac{Z}{2\sqrt{p_1 p_2}} \tag{5.24}$$

$$e(p_1, p_2, u) = 2u\sqrt{p_1 p_2} \tag{5.25}$$

A variação compensatória pode ser encontrada como

$$v(p_1^1, p_2^1, Z^1 - CV) = v(p_1^0, p_2^0, Z^0) \quad \Rightarrow \quad \frac{90 - CV}{2\sqrt{4 \times 9}} = \frac{90}{2\sqrt{9 \times 9}} \quad \Rightarrow \quad CV = 30 \tag{5.26}$$

A variação equivalente pode ser encontrada como

$$v(p_1^0, p_2^0, Z^0 + EV) = v(p_1^1, p_2^1, Z^1) \quad \Rightarrow \quad \frac{90 + EV}{2\sqrt{9 \times 9}} = \frac{90}{2\sqrt{4 \times 9}} \quad \Rightarrow \quad EV = 45 \tag{5.27}$$

Usamos estas definições para mensurar o peso morto. O peso morto será o excesso de EV (CV) sobre as receitas obtidas.

Vamos ver o peso morto graficamente usando variação compensatória e variação equivalente.

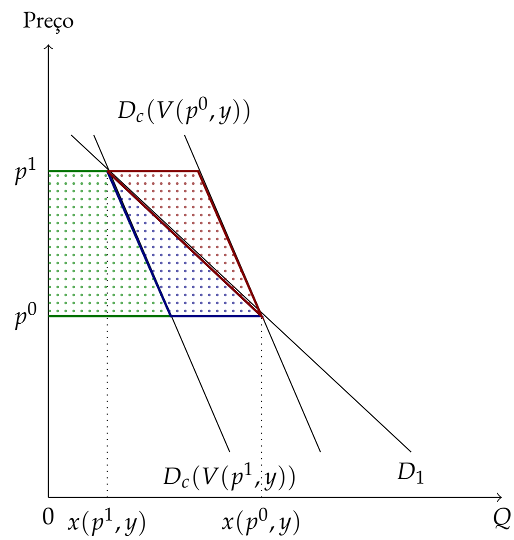
Sejam as funções de demanda Hicksianas. Primeiro note que o teorema do envelope implica que $h_i = e_{p_i}(\mathbf{p}, u)$. Por isso, pode definir CV ou EV como:

$$e(p^1, u) - e(p^0, u) = \int_{p^0}^{p^1} \mathbf{h}(\mathbf{p}, u) d\mathbf{p} \tag{5.28}$$

Se apenas um preço está mudando, essa é a área sob a curva de demanda de Hicksiana para esse bem.

Conforme Auerbach (1985), o excedente do consumidor (Marshalliano) corresponde à área verde e azul do gráfico, a variação compensatória é a soma das áreas verde, azul e vermelho, e a variação equivalente é a área verde.

Figura 5.9 – Excedente do Consumidor Marshalliano e Tributação



Note que $\mathbf{h}(\mathbf{p}, v(\mathbf{p}, Z)) = \mathbf{c}(\mathbf{p}, Z)$ por causa da dualidade (a solução para o problema maximização deve coincidir com a solução para o problema minimização de gasto no mesmo nível de utilidade indireta). Portanto, os correspondentes Hicksianos de CV e EV devem cruzar os Marshallianos nos dois preços. Observe que $\mathbf{h}(\mathbf{p}, u)$ tem uma inclinação mais acentuada que $\mathbf{c}(\mathbf{p}, Z)$. Isso ocorre porque não há efeito renda. Lembre-se que com uma mudança de preço, $EV < CS < CV$, mas não é verdade com várias mudanças de preço, porque o excedente do consumidor (Marshalliano) não está bem definido.

O custo da tributação é, portanto, a mudança no excedente do consumidor menos os impostos pagos, isto é, o que é perdido em excesso de impostos pagos. Além da medida Marshalliana, temos duas medidas desse custo, correspondendo a EV e CV:

$$CS(u^1) = EV - (p^1 - p^0)h(p^1, u^1) \quad \text{[Mohring 1971]} \tag{5.29}$$

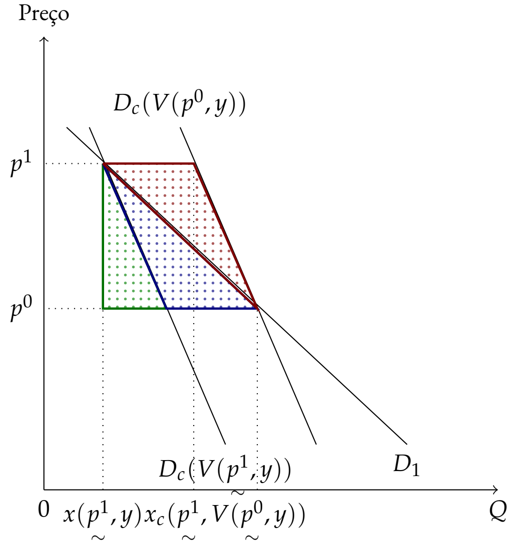
$$CS(u^0) = CV - (p^1 - p^0)h(p^1, u^0) \quad \text{[Diamond e McFadden 1974]} \tag{5.30}$$

A área verde corresponde à variação equivalente, a área vermelha é a variação compensatória e a soma das áreas verde e azul representam o equivalente ao excedente do consumidor Marshalliano. As três medidas diferem e correspondem ao peso morto.

Observações desta figura:

1. Em geral, as três medidas do peso morto serão diferentes.
2. EV e CV não mais suportam o excedente do consumidor Marshalliano.
3. O ponto chave é que a medida Marshalliana superestima o peso morto.
4. No caso especial, sem efeitos renda (utilidade quase-linear), então $CV = EV$ e há uma definição única de excedente do consumidor e peso morto.

Figura 5.10 – Excedente do Consumidor Hicksiano e Tributação



A possibilidade de obter as medidas de variação compensatória e de variação equivalente como variações da área abaixo da curva de demanda compensada e acima da linha de preço, parece, à primeira vista promissora: ela sugere que não precisamos conhecer as preferências do consumidor para mensurar variações em seu nível de bem-estar. Precisamos apenas conhecer suas curvas de demanda compensada. O único problema é que usualmente não somos capazes de observar diretamente a demanda compensada do consumidor, mas apenas sua demanda marshalliana, isto é, podemos estimar como a demanda por um bem responde a variações nos preços e na renda do consumidor. Embora teoricamente seja possível, empregando a equação de Slutsky, deduzir o formato das funções de demanda compensada a partir das funções de demanda marshallianas, isso pode implicar procedimentos computacionais complicados. Além disso, limitações frequentes de dados, podem fazer com que as demandas marshallianas estimadas sejam incompletas no número de variáveis consideradas, ou mesmo, como ocorre com grande frequência, estimadas apenas para um agregado de consumidores. Isso dificulta enormemente, quando não impossibilita, a tarefa de deduzir as funções de demanda compensada a partir de funções estimadas de demanda marshalliana.

Considere inicialmente, o caso de um bem cuja demanda não seja afetada por variações na renda. Isso ocorre, por exemplo, caso as preferências do consumidor sejam quase-lineares. Nesse caso, como compensações na renda não alteram a quantidade demandada, as curvas de demanda marshalliana e compensada coincidirão, para quaisquer níveis de renda e utilidade. Isso significa que a medida da variação no excedente do consumidor associada à mudança no preço de um bem será a representação exata tanto da variação compensatória quanto da variação equivalente associadas a essa mudança de preço. Isso sugere também que, desde que a demanda pelo bem em questão seja pouco elástica em relação à renda, a variação no excedente do consumidor será uma boa aproximação das medidas de variação compensatória e equivalente. O mesmo deve ocorrer quando uma variação no preço de nosso bem implicar uma necessidade de variação muito pequena na renda do consumidor para compensar o impacto sobre seu bem-estar.

Além disso, desde que possamos identificar se o bem analisado é um bem normal ou inferior, também podemos dizer em que direção estamos errando quando empregamos a variação no excedente do consumidor como uma medida aproximada da variação compensatória ou da variação equivalente. Podemos, portanto, resumir nossas conclusões com relação à comparação entre as medidas de variação compensatória, variação equivalente e variação no excedente do consumidor, associadas à mudança no preço de um bem, da seguinte maneira:

1. Caso a demanda do bem em questão não seja afetada por alterações na renda do consumidor, como ocorre no caso de preferências quase-lineares, teremos

$$CV = CS = EV \tag{5.31}$$

2. Caso se trate de um bem normal, isto é, caso a demanda desse bem seja crescente em relação à renda do consumidor, então deverão valer as desigualdades

$$CV < CS < EV \tag{5.32}$$

3. Caso, o bem seja um bem inferior, ou seja, caso sua demanda seja decrescente em relação à renda do consumidor, então teremos

$$CV > CS > EV \tag{5.33}$$

Nos dois últimos casos, a variação no excedente do consumidor não pode ser considerada uma medida precisa nem da variação compensatória nem da variação equivalente. Ainda assim, ela indica um limite inferior para uma dessas variações e um limite superior para a outra. Nesse sentido, ela, pode ser justificada como um "compromisso intermediário" entre as medidas de variação compensatória e de variação equivalente.

A diferença entre a demanda Marshalliana e a demanda Hicksiana (compensada) está na existência do efeito renda na demanda Marshalliana (além do efeito substituição). Se a elasticidade da renda na demanda pelo bem (efeito renda) for próxima de zero, então a demanda Marshalliana será próxima da demanda Hicksiana e $CS \approx CV \approx EV$.

Exemplo 5.2. *Considere um consumidor cujas preferências sejam representadas pela função de utilidade* $U(x_1, x_2) = x_1^{1/10} x_2^{9/10}$. *A renda desse consumidor e o preço do bem 2 são mantidos constantes em, respectivamente,* $Z = 1000$ *e* $p_2 = 1$, *mas o preço do bem 1 sofre uma variação de* $p_1^0 = 10$ *para* $p_1^1 = 8$. *Vamos calcular a variação compensatória, a variação equivalente e a variação no excedente do consumidor associadas a essa variação no preço do bem 1.*

A demanda marshalliana pelo bem 1 é dada por

$$x_1(p_1, 1, 100) = \frac{100}{p} \tag{5.34}$$

A variação no excedente do consumidor é encontrada integrando-se essa função entre $p_1 = p_1^0 = 8$ *e* $p_1 = q_1^1 = 10$*:*

$$CS = \int_8^{10} \frac{100}{p} dp = 100(\ln 10 - \ln 8) \approx 22,31 \tag{5.35}$$

Para calcularmos a variação equivalente e a variação compensatória, primeiramente determinamos os níveis de utilidade inicial u^0 *e final* u^1*:*

$$u^0 = a^a (1-a)^{1-a} \frac{Z}{(p_1^0)^a (p_2^0)^{1-a}} = \left(\frac{1}{10}\right)^{1/10} \left(\frac{9}{10}\right)^{9/10} \frac{1000}{10^{1/10} 1^{9/10}} \approx 573,88 \tag{5.36}$$

$$u^1 = a^a (1-a)^{1-a} \frac{Z}{(p_1^1)^a (p_2^1)^{1-a}} = \left(\frac{1}{10}\right)^{1/10} \left(\frac{9}{10}\right)^{9/10} \frac{1000}{8^{1/10} 1^{9/10}} \approx 586,83 \tag{5.37}$$

A variação compensatória e a variação equivalente são, respectivamente:

$$CV = Z - e(p_1^1, p_2, u^0) = 1000 - 573,88 \frac{8^{1/10} 1^{9/10}}{\left(\frac{1}{10}\right)^{1/10} \left(\frac{9}{10}\right)^{9/10}} \approx 22,07 \tag{5.38}$$

$$EV = e(p_1^0, p_2, u^1) - Z = 586,83 \frac{10^{1/10} 1^{9/10}}{\left(\frac{1}{10}\right)^{1/10} \left(\frac{9}{10}\right)^{9/10}} - 1000 \approx 22,57 \tag{5.39}$$

Nesse exemplo, a variação no excedente do consumidor difere pouco - aproximadamente 1% -

tanto da variação compensatória quanto da variação equivalente.

Exemplo 5.3. *Qual é o fardo excedente (também conhecido como perda de peso morto) de um imposto de \$ 1 em roupas, se o preço da comida fosse de \$ 1, o preço original (sem imposto) da roupa era de \$ 1, a renda do consumidor era de U\$ 1000 e as preferências do consumidor pode ser representado pela função de utilitário*

$$U = F + 40\sqrt{C} \tag{5.40}$$

em que C *é a quantidade consumida de roupas e* F *a quantidade consumida de alimentos, e a curva de demanda compensada por roupas tem a equação*

$$C = \frac{400}{(P_C)^2} \tag{5.41}$$

em que P_C *é o preço que ela paga pelas roupas.*

Quanto o governo teria que compensar o consumidor pelos danos causados pelo imposto?

Sem impostos a demanda dos consumidores por roupa é

$$C = \frac{400}{1} = 400 \tag{5.42}$$

e sobra 600 reais para gastar em comida. A sua utilidade é

$$U = 600 + 40\sqrt{400} = 1400 \tag{5.43}$$

Com o imposto a demanda por roupas é

$$C_{imp} = \frac{400}{2^2} = 100 \tag{5.44}$$

para que, se ela tiver M *reais para gastar, gaste* $2 \times 100 = 200$ *reais em roupas e* $M - 200$ *para* *gastar em comida, para que sua utilidade seja*

$$U_{imp} = M - 200 + 40\sqrt{100} = M + 200 \tag{5.45}$$

Para que sua utilidade permaneça inalterada após o imposto, ela precisa de uma renda total M, de modo que $U_{imp} = U$ *ou* $M = 1200$*. Como sua renda original era de* 1000 *reais, a compensação exigida é de* 200 *dólares.*

A compensação exigida é a área sob a curva de demanda compensada da pessoa por roupas, entre o preço sem impostos de $P_C = 1$ *e o preço com impostos de* $P_C = 2$*. A área sob uma curva que representa graficamente uma função é a integral dessa função. Então*

$$CV = \int_1^2 D(P_C)dP_C = \int_1^2 \frac{400}{(P_C)^2}dP_C \tag{5.46}$$

Logo,

$$CV = -\frac{400}{P_C}\bigg|_1^2 = -200 - (-400) = 200 \tag{5.47}$$

Exemplo 5.4. *Suponha que a função dispêndio de um consumidor seja dada por* $e(p_x, p_y, u) = p_x u - 16\frac{(p_x)^2}{p_y}$*. Suponha que o preço do bem* x *seja 1 e o preço do bem* y *seja 1. O governo decide tributar o bem* y *por meio de um imposto específico de R\$ 1 sobre o bem* y*. A utilidade inicial é* $u = 36$*.*

1. *Encontre as funções de demanda Hicksianas pelos bens* x *e* y*.*

   A demanda Hicksiana pelo bem x *é*

$$x^H(p_x, p_y, u) \equiv \frac{\partial e(p_x, p_y, u)}{\partial p_x} = u - 32\frac{p_x}{p_y} \tag{5.48}$$

   A demanda Hicksiana pelo bem y *é*

$$y^H(p_x, p_y, u) \equiv \frac{\partial e(p_x, p_y, u)}{\partial p_y} = 16\left(\frac{p_x}{p_y}\right)^2 \tag{5.49}$$

2. *Qual o custo do imposto para o consumidor?*

   Por definição, o custo para o consumidor do imposto é a mudança no gasto necessário para atingir o nível de utilidade especificado. Ou seja, o custo do imposto sobre o bem y é considerado

$$e(p_x, p_y + t, u) - e(p_x, p_y, u) \tag{5.50}$$

   em que t é o imposto sobre o bem y e p_y é o preço líquido do bem y. Aqui $p_x = p_y = 1$, $t = 1$ e $u = 36$. Então o custo do imposto é

$$e(1, 2, 36) - e(1, 1, 36) \tag{5.51}$$

   Dada a definição da função de despesa na questão

$$\begin{aligned} e(1, 2, 36) &= 36 - 16\frac{1}{2} = 28 \\ e(1, 1, 36) &= 36 - 16\frac{1}{1} = 20 \end{aligned} \tag{5.52}$$

   de modo que o custo do imposto, para o consumidor, seja $28 - 20 = 8$.

3. *Qual a receita dos impostos para o governo?*

   A receita tributária é o imposto por unidade de y, multiplicado pelo número de unidades de y que o consumidor escolhe comprar. A partir da declaração da pergunta, sua quantidade demandada é

$$y^H(1, 2, 36) = 16\frac{1^2}{2^2} = 4 \tag{5.53}$$

   para que a receita tributária ty seja igual a 4.

5.3.2.2 Derivando uma Fórmula para Estimar o Peso Morto baseado em Variação Compensatória e Variação Equivalente

Suponha que o imposto sobre o bem 1 seja aumentado em

$\Delta\tau$ unidades. Não há nenhum outro imposto no sistema. Lembre-se que o peso morto pode ser computado como:

$$CE = [e(p+\tau, U) - e(p,U)] - \tau h_1(p+\tau, U) \tag{5.54}$$

Podemos usar a expansão de Taylor de segunda ordem para computar o peso morto marginal:

$$\begin{aligned}
CEMg &= \frac{\partial CE}{\partial \tau}(\Delta\tau) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 CE}{\partial \tau^2}(\Delta\tau)^2 \\
&= \left[h_1(p+\tau, U) - \tau\frac{\partial h_1}{\partial \tau} - h_1(p+\tau, U)\right](\Delta\tau) + \frac{1}{2}\left[-\frac{\partial h_1}{\partial \tau} - \tau\frac{\partial^2 h_1}{\partial \tau^2}\right](\Delta\tau)^2 \\
&= -\tau\frac{\partial h_1}{\partial \tau}(\Delta\tau) + \frac{1}{2}\left[-\frac{\partial h_1}{\partial \tau} - \tau\frac{\partial^2 h_1}{\partial \tau^2}\right](\Delta\tau)^2
\end{aligned} \tag{5.55}$$

Ignorando o termo $\frac{\partial^2 h_1}{\partial \tau^2}$, que é uma prática comum, mas não bem justificada, uma vez que não tende a zero quando $\Delta\tau$ tende a zero, obtemos:

$$CEMg = -\tau(\Delta\tau)\frac{\partial h_1}{\partial \tau} - \frac{1}{2}\frac{\partial h_1}{\partial \tau}(\Delta\tau)^2 \tag{5.56}$$

Observe que é a mesma fórmula do trapézio de Harberger derivada acima, mas usando as demandas compensadas. Observe que o termo de primeira ordem desaparece quando $\tau \to 0$; este é precisamente o sentido de que a introdução de um novo imposto tem uma carga de peso morto de segunda ordem (proporcional a $\Delta\tau^2$ e não $\Delta\tau$). Sem imposto pré-existente, encontramos a fórmula de Harberger padrão

$$CE = -\frac{1}{2}\frac{\partial h_1}{\partial \tau}(\Delta\tau)^2 \tag{5.57}$$

É necessário estimar as elasticidades de substituição compensadas para calcular o peso morto decorrente da imposição de um imposto, não elasticidades não compensadas. Como fazer isso empiricamente? São necessárias estimativas das elasticidades renda e preço e ignorar o efeito renda. Por que os efeitos renda não importam? Não é uma distorção nas transações: se você compra menos de um bem porque seu poder aquisitivo é menor, isso não configura uma perda de eficiência.

É possível estender para muitos bens taxados, mas é necessário calcular todas as elasticidades-preço cruzadas. Isso torna o método inviável e por isso é aplicado, de forma geral, no caso univariado.

5.4 Triângulo de Harberger: Uma Visão Histórica

A sabedoria econômica predominante é altamente crítica a políticas fiscais ou regulamentos governamentais injustificados, externalidades não corrigidas, práticas monopolísticas não controladas e várias outras falhas de mercado. Quando os economistas são desafiados a quantificar os custos econômicos das distorções de preços associadas, é prática padrão – e desde a década de 1960 – usar um pequeno número de suposições para estimar as área relevantes dos "triângulos de Harberger". Um exercício simples e direto tem inúmeras aplicações e a virtude de produzir respostas em vez de conjecturas.

Em dois artigos influentes publicados em 1964, Arnold C. Harberger (1964a) ofereceu uma derivação clara e persuasiva do método do triângulo para analisar a perda de peso morto e (1964b) aplicou o método para estimar as perdas de peso morto devido ao imposto de renda nos Estados Unidos. Tendo usado anteriormente o método do triângulo para calcular o tamanho da distorção induzida por monopólio na economia dos EUA (1954), imposto de renda corporativo (1959a) e várias e diversas distorções na economia chilena (1959b), Harberger produziu logo em seguida (1966) estimativas do custo do bem-estar dos impostos sobre o capital dos EUA. Em uma pesquisa subsequente, Harberger (1971) esclareceu vários aspectos desse método e abordou várias de suas deficiências percebidas.

Embora a teoria da mensuração da perda de peso morto estivesse bem estabelecida na década de 1950, os economistas muito raramente estimavam as perdas de peso morto antes do aparecimento do trabalho de Harberger. Os trabalhos de Harberger ilustraram as técnicas, a utilidade e a possibilidade realista de realizar tais cálculos e, ao fazê-lo, deram início a uma nova geração de trabalhos. Os triângulos de perda de peso morto tornaram-se conhecidos como "triângulos de Harberger", devido à ampla influência dos trabalhos de Harberger em pesquisas subsequentes. As novas estimativas de perda de peso morto, por sua vez, levaram a uma importante reavaliação dos efeitos no bem-estar de múltiplas distorções em uma economia e a consideração da possibilidade de que várias falhas de mercado possam transformar os triângulos de Harberger em trapézios ainda maiores.

Compreendeu-se muito antes da década de 1960 que o custo do bem-estar de um imposto sobre mercadorias poderia ser aproximado pelo tamanho do que mais tarde viria a ser chamado de triângulo de Harberger. Jules Dupuit (1844) é geralmente creditado como o primeiro a observar que as curvas de demanda poderiam ser usadas para inferir os efeitos no bem-estar das mudanças de preço. Dupuit era um engenheiro que estava interessado em aplicar princípios econômicos para avaliar obras públicas e não ficou impressionado com a ortodoxia econômica existente (em grande parte devido a Jean-Baptiste Say) que igualava o valor de um bem ao seu preço de mercado. Dupuit observa que os gastos do consumidor constituem um limite inferior à avaliação total de um item. Ele produziu um diagrama muito parecido com o de oferta e demanda, em que as variações de preços induzidas por impostos ou pedágios reduzem a satisfação do consumidor em mais do que a receita que eles geram. Dupuit (1844 [1969], p. 281), tendo o cuidado de distinguir as transferências de recursos (dos consumidores para o estado) através de impostos e pedágios e perdas de recursos devido à ineficiência, descreve o triângulo da perda de bem-estar como "*the utility lost both to the taxpayers and the fisc [the public sector]*". Ele continuou fazendo outras observações perspicazes, como a de que a área desse triângulo de perda de bem-estar é geralmente uma função do quadrado da alíquota do imposto, e que existe uma taxa de imposto além da qual a receita tributária cai.

A visão de Dupuit foi compartilhada por Fleeming Jenkin, que, como Dupuit, era um engenheiro talentoso, mas não conhecia o trabalho de Dupuit na década de 1840. Jenkin foi estimulado pelo trabalho de Stanley Jevons, professor da Universidade de Manchester, na Inglaterra, que, em seu clássico *The Theory of Political Economy* (1871), discute o efeito das mudanças de preço na utilidade. Jevons, que também aparentemente não tinha conhecimento do trabalho de Dupuit, observa corretamente (1871 [1911], p. 147) que, para um pequeno aumento no preço de uma mercadoria, a utilidade de um consumidor cai em uma quantidade igual ao produto da mercadoria. Jevons expressa reservas, no entanto, sobre a expansão desse método para considerar mudanças não triviais de preço, devido à não constância da utilidade marginal da renda.

Essa abordagem foi insatisfatória para Jenkin, que redescobriu o uso de curvas de oferta e demanda (Jenkin, 1870); e depois aplica a análise para calcular a incidência de um imposto (a distribuição de sua carga entre compradores e vendedores) e a perda de eficiência que ele cria. Jenkin argumenta (1871/72, pp. 109-110) que seu método de determinar o custo para os consumidores (e o de Dupuit, por acaso) é superior à abordagem de Jevons porque:

> *[...] utility, as he [Jevons] defines it, admits of no practical measurement, and he bases his curve, not on the varying estimates of value set by different individuals each on what he has or what he wants, but on the varying utility to each individual of each increment of goods. The above estimate of the gain due to trade deduced from the demand and supply curves as originally drawn in my Recess Studies article is, I believe, novel, and gives a numerical estimate in money of the value of any given trade, which might be approximately determined by observing the effect of a change of prices on the trade; the curves throughout their whole lengths could certainly not, in most cases, be determined by experiment, but statistics gathered through a few years would show approximately the steepness of each curve near the market price, and this is the most important information.*

A intuição que Dupuit e Jenkin oferecem na obtenção de seus triângulos de bem-estar é essencialmente a mesma hoje. No entanto, vários detalhes sobre os quais eles não se pronunciam se tornaram o foco de mais de um século de pesquisas subsequentes. Uma das primeiras perguntas foi levantada por Léon Walras, professor de Lausanne e fundador da moderna teoria do equilíbrio geral. Ele estava bem ciente do trabalho de Dupuit e, embora admitisse (1874 [1954], p. 443) que fosse "muito completo e engenhoso", sentiu-se compelido a "chamar a atenção para um erro flagrante que Dupuit cometeu em um caso". Walras explica que a disposição do consumidor de pagar por um item é uma função não apenas do seu preço, mas também da renda do consumidor e da utilidade potencialmente disponível ao consumir todas as outras mercadorias. Walras sentiu evidentemente que essa dependência torna o conceito de excedente do consumidor de Dupuit muito específico da situação para servir como uma medida objetiva de satisfação derivada do consumo e, portanto, inapropriada para a medição da perda de peso morto.

Uma defesa prática do método de Dupuit é fornecida por Harold Hotelling, que argumenta que ele depende de propriedades das curvas de demanda que provavelmente serão satisfeitas. Hotelling era inicialmente um estatístico matemático, apesar de ter ocupado um cargo no Departamento de Economia da Columbia de 1931 a 1946, e suas ocasionais incursões na teoria econômica representavam grandes contribuições para a teoria da demanda, a teoria do oligopólio, as finanças públicas e a teoria dos recursos naturais. Em um artigo baseado em seu discurso presidencial à Sociedade Econométrica, Hotelling (1938, p. 242) diz: "neste artigo, apresentaremos de forma revisada um argumento devido essencialmente ao engenheiro Jules Dupuit [...] ". Hotelling analisa a dificuldade de aplicar o método de Dupuit nos casos em que vários preços mudam simultaneamente. Parece que essas situações podem ser tratadas calculando-se os triângulos de perda de peso morto separadamente para cada mercadoria tributada, somando as áreas para obter um total. Infelizmente, a ordem na qual cada preço é alterado afeta o total calculado da perda de peso morto! Como, para mudanças simultâneas de preços, a ordem é perfeitamente arbitrária, uma multiplicidade de respostas reflete que algo no cálculo está certamente errado. Hotelling observa que esse problema desaparece se as chamadas " condições de integrabilidade" forem atendidas. Isso significa essencialmente que as derivadas da curva de demanda entre preços são simétricos; isto é, para quaisquer dois bens i e j, a mudança na quantidade do bem i consumida como resultado de uma mudança unitária no preço de j é igual à mudança na quantidade de bem j consumida como resultado de uma unidade mudança no preço do bem i. Nesse caso, a alteração calculada no bem-estar do consumidor devido a vários preços que variam ao mesmo tempo não é afetada pela ordem em que ocorrem as alterações de preço. No entanto, as condições de integrabilidade são satisfeitas pelas curvas de demanda comuns apenas se os efeitos renda forem inexistentes (o que é possível apenas para um subconjunto de mercadorias) ou se tiverem características muito especiais (como as geradas pelas preferências homotéticas). Hotelling invoca seu trabalho anterior (1932) para argumentar que é improvável que os efeitos renda sejam grandes o suficiente para tornar as curvas de demanda comuns inadequadas para a construção do triângulo no estilo de Dupuit.

Sir John Hicks, professor de Oxford e autor de *Value and Capital* (1946), reavaliou a concepção de excedente do consumidor de Marshall e a imprecisão restante na noção de Marshall da curva de demanda. Hicks considerou o experimento conceitual de compensar totalmente os consumidores pelos efeitos das mudanças de preço em sua renda real, no processo de rastreamento de curvas de demanda correspondentes a diferentes preços. Ele batizou como "variação compensatória" a área entre essa curva de demanda e a linha de preço inicial. Hicks também considerou o efeito sobre as demandas do mercado de extrair dos consumidores o dinheiro que eles pagariam pelo bem para evitar mudanças de preço, usando a "variação equivalente" para se referir à área entre a linha de preço inicial e as curvas de demanda assim geradas. Portanto, Hicks descreve dois métodos de construção de curvas de demanda que podem ser usados para medir triângulos de perda de peso morto; ambos mantêm a utilidade constante, mas diferem porque são baseados em diferentes níveis de utilidade. A variação compensatória efetivamente mantém a utilidade no nível obtido antes da mudança de preço, enquanto a variação equivalente mantém a utilidade no nível obtido após a alteração do preço.

Medidas de bem-estar do consumidor baseadas em variações compensatórias ou equivalentes têm propriedades desejáveis que intrigaram economistas que trabalham nesta área desde então. Especificamente, as curvas de demanda compensada nas quais elas se baseiam atendem às condições de integrabilidade da Hotelling, tornando os cálculos de bem-estar resultantes definidos de maneira única, mesmo que vários preços mudem simultaneamente. Mudanças endógenas na utilidade marginal da renda não afetam tais medidas, uma vez que os níveis de utilidade são (por construção) mantidos constantes. No entanto, a variação compensatória difere da variação equivalente, e cada uma delas difere do excedente Marshalliano do consumidor, no qual a renda é mantida constante, na medida em que os efeitos renda são importantes.

O próprio Hicks não se impressionou com a provável importância da distinção entre medidas de bem-estar construídas usando curvas de demanda compensadas e Marshallianas. É fácil perceber por que, uma vez que a elasticidade da demanda compensada difere da elasticidade da demanda não compensada correspondente apenas pela propensão marginal do consumidor a gastar no bem em questão. A menos que uma mercadoria represente uma fração extremamente grande do orçamento de um consumidor, as elasticidades de demanda compensadas e não compensadas não diferem muito e quaisquer diferenças entre elas provavelmente serão muito menores do que a incerteza estatística associada às estimativas de elasticidade da demanda. Hicks (1943, p. 40) observa na conclusão de um artigo em que avalia medidas compensadas: "quando, em um artigo anterior [Hicks, 1941], considerei pela primeira vez a possibilidade do tipo de análise que estive aqui trabalhando, rejeitei-o como 'um negócio complicado, que provavelmente não é de muita importância'. E isso ainda é válido. Não obstante, fico feliz por ter me esforçado para realizá-lo". Hicks (1945–46, p. 68) acrescenta mais tarde: "para a maioria dos propósitos, para os quais a análise do excedente do consumidor é útil, a medida de Marshall é aproximação suficiente; mas, para propósitos claros, é necessário distinguir as medidas básicas e esclarecer suas relações."

Em meados da década de 1950, estava claro que o conhecimento das condições de demanda e oferta era suficiente para calcular as perdas de bem-estar devido a preços distorcidos – mas também que certos ajustes podem ser necessários na aplicação de funções de demanda comuns para esse fim. Nesse momento, no entanto, surgiram dois desenvolvimentos importantes na teoria econômica que não estavam conectados à análise tradicional de bem-estar, mas complicaram qualquer tentativa de medir triângulos de perda de peso morto. O primeiro foi o surgimento de uma rigorosa teoria de equilíbrio geral, que parecia implicar a inadequação de analisar isoladamente um mercado único, uma vez que todos os mercados de uma economia se influenciam. Em particular, Corlett e Hague (1953-54) e Lipsey e Lancaster (1956-57) chamaram a atenção para a possibilidade de que a introdução de distorções em um mercado possa aumentar a eficiência da economia, mitigando os efeitos das distorções em outros lugares. O segundo desenvolvimento foi a análise das dificuldades de obter regras de decisão social bem comportadas a partir das preferências individuais, o que sugeria a impossibilidade de produzir uma medida social geral de políticas que afetam consumidores heterogêneos – de fato, o próprio bem-estar social se tornou um conceito problemático. Como os modelos de equilíbrio geral em escala real eram praticamente inexistentes e como quase qualquer distorção concebível afeta o bem-estar de vários consumidores, a análise aplicada do excedente do consumidor foi frustrada.

Harberger estava bem ciente dessa história intelectual e dos problemas complicados com que se relaciona. Ao motivar sua apresentação dos métodos de estimativa de perda de peso morto, Harberger (1964a, pp. 58–59) escreve:

> "*The measurement of deadweight losses is not new to economics by any means. It goes back at least as far as Dupuit; and more recently Hotelling, Hicks, Debreu, Meade, and H. Johnson have made important contributions. Nonetheless I feel that the profession as a whole has not given to the area the attention that I think it deserves. We do not live on the Pareto frontier, and we are not going to do so in the future. Yet policy decisions are constantly being made which can move us either toward or away from that frontier. What could be more relevant to a choice between policy A and policy B than a statement that policy A will move us toward the Pareto frontier in such a way as to gain for the economy as a whole, say, approximately $200 million per year, while policy B will produce a gain of, say, about $30 million per year? What could be more useful to us as a guide to priorities in tax reform than the knowledge that the deadweight losses stemming from the tax loopholes (percentage depletion and capital gains) open to explorers for oil and gas are probably greater in total magnitude than the deadweight losses associated with all the other inefficiencies induced by the corporation income tax? What could be more tantalizing than the possibility (which I believe to be a real one) that the U.S. tariff, whose indirect effect is to restrict the equilibrium value of U.S. exports, produces by this route a gain for the U.S. from a partial exploitation of U.S. monopoly power in world markets which nearly offsets (or perhaps fully or more than fully offsets) the efficiency-losses produced by tariff-induced substitution of more expensive domestic products for cheaper imports? These and similar questions seem to me so interesting, so relevant, so central to our understanding of the economy we live in, that I find it hard to explain why the measurement of deadweight losses should be the province of only a handful of economists rather than at least the occasional hobby of a much larger group.*"

Os resultados empíricos do trabalho de Harberger são úteis e interessantes. Harberger (1954) constata que a alocação incorreta de recursos devido ao comportamento monopolista na indústria dos EUA gera uma ineficiência igual a aproximadamente 0,1% do PNB dos EUA; que o imposto de renda corporativo dos EUA gera distorções avaliadas em US$ 1 bilhão (0,5% do PNB) anualmente (1959a); que a má alocação de recursos de vários tipos reduz o bem-estar chileno em 15% (1959b); que distorções nas escolhas de trabalho e lazer induzidas pelo imposto de renda pessoal dos EUA reduzem o bem-estar em US$ 1 bilhão (0,4% do PNB) anualmente (1964b); e que todos os impostos sobre a renda dos EUA juntos são responsáveis por perdas econômicas de US$ 2 bilhões (0,8% do PIB) anualmente (1966). Esses resultados se mostraram robustos para a subsequente escolha cuidadosa e o retrabalho, uma vez que os efeitos de cálculos alternativos e especificações metodológicas tendem a se anular.

Por último, pode-se perguntar por que os triângulos familiares de bem-estar levam o nome de Harberger e não, digamos, de Dupuit ou Jenkin ou, de Hotelling. De fato, o termo "triângulo de Harberger" nunca foi usada por Harberger. A primeira referência publicada ao "triângulo de Harberger" é em Rosenberg (1969, p. 173). Em 1980, o termo "triângulo de Harberger" havia penetrado suficientemente no léxico econômico, de tal modo que a pesquisa sobre excesso de carga por Auerbach e Rosen (1980, p. 306) se refere ao "familiar triângulo de Harberger".

Os triângulos Harberger influenciaram o curso subsequente de pelo menos duas correntes de pesquisa econômica: a medição empírica da eficiência econômica e o desenvolvimento da microeconomia normativa aplicada, particularmente nas áreas de finanças públicas e escolha pública.

Harberger (1964a) repreende gentilmente os economistas por sua relutância em medir as perdas de bem-estar devido às distorções econômicas. No início da década de 1960, tais medições podem ter sido um marco na análise profissional, uma vez que a economia estava crivada de fontes potenciais de distorções econômicas significativas. Por exemplo, de 1954 a 1963, a maior taxa marginal de imposto de renda federal sobre indivíduos nos Estados Unidos foi de 91%; em 1964, caiu para 77 por cento e foi de 70 por cento de 1965 a 1980. A taxa de imposto federal sobre as empresas foi de cerca de 50 por cento de 1954 até o final dos anos 1970. Se essas altas taxas de impostos geraram distorções econômicas significativas, é claro, uma questão empírica - mas é uma questão que os economistas podem ter visto como óbvia para tentar responder. Além disso, o início da década de 1960 foi o início de uma era em que a econometria aplicada estava se consolidando, e o trabalho empírico era de maior qualidade e perfil do que antes. Havia um crescente corpo de dados econômicos, técnicas econométricas e poder de computação, e havia um desenvolvimento considerável da teoria da medição do bem-estar. No entanto, no início da década de 1960, os economistas tinham muito pouco a dizer sobre as magnitudes reais da perda de peso morto.

O próprio Harberger estava bastante disposto a aplicar métodos de triângulo para estimar as magnitudes das distorções econômicas, como seu trabalho indica. A publicação da pesquisa de Harberger de 1971 no *Journal of Economic Literature* coincide com um uso acelerado de métodos de triângulo por estudiosos além de Harberger para avaliar os efeitos de bem-estar de várias distorções. É claro que os *papers* de Harberger influenciaram pelo menos uma parte deste trabalho, em alguns casos fornecendo modelos analíticos, em outros simplesmente encorajando outros. Por exemplo, Browning (1975, p. 247) abre sua análise das distorções do mercado de trabalho induzidas pelo sistema de seguridade social observando: "o trabalho seminal de Arnold Harberger sobre a medição do custo do bem-estar da tributação fornece uma técnica que pode ser usada para estimar o custo do bem-estar das distorções nas escolhas de renda e lazer" - e o artigo de Browning então prossegue fazendo exatamente isso.

O impacto do trabalho de Harberger é difícil de medir com precisão, mas um indicador revelador são os números de artigos que contêm estimativas empíricas de triângulos de Harberger publicados nas principais revistas de economia. Para tanto, seja uma amostra de doze periódicos de economia de interesse geral entre 1964, quando Harberger (1964a) e (1964b) apareceu, e 1994, 30 anos depois e no 150º aniversário da publicação do clássico de Dupuit. Em 1964, exatamente um artigo nesses doze periódicos relata estimativas de triângulos Harberger. O número de artigos estimando o tamanho dos triângulos Harberger sobe para sete em 1974 e depois para doze em 1984, mas cai para quatro em 1994. Com certeza, esses números não refletem publicações em diários de campo, monografias e volumes editados e vários outros estabelecimentos profissionais. É também digno de nota que artigos teóricos sobre medição de perda de peso morto (dos quais havia muitos) não são contados nesta tabulação. Nem é uma simples contagem de artigos publicados um indicador convincente de influência intelectual. Mas os números revelam que a medição empírica da perda de peso morto foi muito mais amplamente praticada depois de 1964. Embora os números decrescentes entre 1984 e 1994 possam refletir a novidade cada vez menor da medição da perda de peso morto – já que os principais periódicos preferem publicar artigos apresentando novos métodos de análise – é no entanto verdade que quatro artigos publicados em 1994 constituem um crescimento considerável em relação ao esforço único de 1964.

6 Tributação de Bens

In duscission of economic science, 'Chicago' stands for an approach that takes seriously the use of economic theory as a tool for analyzing a startlingly wide range of concrete problems, rather than as an abstract mathematical structure of great beauty but little power; for an approach that insists on the empirical testing of theoretical generalizations and that rejects alike fact without theory and theory without facts.

Milton Frieman, 1974

6.1 Qual é o Problema?

O objetivo é maximizar o bem-estar social (minimizar o peso morto) sujeito a restrição de receita tributária.

1. Ótimo (*first-best*)

   - Suponha que tenhamos informação perfeita, mercados completos, concorrência perfeita, impostos *lump-sum* sem custo.
   - Resultado: o segundo teorema de bem-estar implica que qualquer alocação eficiente de Pareto pode ser alcançada como um equilíbrio competitivo com transferências *lump-sum* apropriadas.
   - O problema da política econômica se reduz ao cálculo dos impostos de montante fixo (*lump-sum*) necessários para alcançar o equilíbrio desejado.
   - O trade-off entre equidade e eficiência desaparece.

2. Problemas:

   - Não há como fazer as pessoas revelarem suas características sem nenhum custo: para evitar pagar uma quantia alta, uma pessoa qualificada fingiria ser inexperiente.
   - Assim, o governo precisa estabelecer impostos como função dos resultados econômicos: renda, propriedade, consumo de bens $\Rightarrow$ Distorção e peso morto
   - Então, acabamos com o segundo melhor mundo com tributação ineficiente
   - A taxação ineficiente gera custos de eficiência.
   - Aqui nós discutimos o melhor imposto sobre mercadorias

3. Quatro principais resultados qualitativos na teoria tributária ótima:

   (a) Regra da elasticidade inversa de Ramsey

   (b) Diamond e Mirrlees: eficiência da produção

(c) Atkinson e Stiglitz: nenhuma tributação do consumo com tributação de renda não linear

(d) Chamley/Judd: nenhuma taxação de capital em modelos de horizonte infinito

6.2 O Problema de Taxação em Ramsey

O governo fixa impostos sobre a renda de modo a aumentar uma determinada quantia da receita E e minimizar a perda da utilidade.

Um indivíduo (agente representativo), sem preocupações redistributivas, tem as seguintes características:

- Função de utilidade: $u(x_1, \ldots, x_N)$
- Z é a renda não-trabalho
- $p'_i = p_i + \tau_i$ é o preço do bem, incluso o imposto
- Restrição orçamentária: $p'_1 x_1 + \ldots + p'_N x_N \leq Z$

O Lagrangeano desse problema é dado por:

$$L = u(x_1, \ldots, x_N) + \alpha \left[Z - (p'_1 x_1 + \ldots + p'_N x_N) \right] \tag{6.1}$$

As condições de primeira ordem implicam que $u_{x_i} = \alpha p'_i$. Sejam as demandas marshallianas, $x_i(p', Z)$, e a função de utilidade indireta $V(p', Z)$, em que $\alpha = \dfrac{\partial V}{\partial Z}$ é uma utilidade marginal da renda para o indivíduo. A identidade de Roy implica que $\dfrac{\partial V}{\partial p'_i} = -x_i \left(\dfrac{\partial V}{\partial Z} \right)$.

Duas maneiras equivalentes de configurar o problema de Ramsey pelo lado do governo:

1. O objetivo é maximizar a utilidade do agente representativo sujeita a restrição de receita.

$$\begin{aligned} &\max V(p', Z) \\ \text{sujeito a} \quad &\tau \cdot x = \sum_i \tau_i x_i(p', Z) \geq E \end{aligned} \tag{6.2}$$

2. O objetivo é minimizar o CE sujeito a restrição de receita.

$$\begin{aligned} &\min CE(p') = e(p', V(p', Z)) - e(p, V(p', Z)) - E \\ \text{sujeito a} \quad &\tau \cdot x = \sum_i \tau_i x_i(p', Z) \geq E \end{aligned} \tag{6.3}$$

Observe a equivalência com EV, não com CV.

Vamos analisar o problema pelo lado da função de utilidade indireta. Nós a maximizamos sujeito a restrição da receita tributária. Ideia geral: suponha que o governo aumenta τ_i por $d\tau_i$. Há mudanças na função objetivo do governo uma vez que há aumentos na receita tributária. Há mudanças na função objetivo do governo uma vez que há redução de bem-estar. O ótimo é caracterizado por efeitos de balanceamento de mudanças na receita tributária e mudanças no bem-estar privado.

O Lagrangeano desse problema é

$$\begin{aligned} L &= V(p', Z) + \lambda x \left[\sum_i \tau_i x_i(p', Z) - E \right] \\ &= V(p', Z) + \lambda x \left[\sum_i \left(p'_i - p_i \right) x_i(p', Z) - E \right] \end{aligned} \tag{6.4}$$

A condição de primeira ordem é tal que

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial p'_i} = 0 \quad \iff \quad \frac{\partial V(p', Z)}{\partial p'_i} + \lambda \left[x_i(p', Z) + \sum_j \tau_j \frac{\partial x_j(p', Z)}{\partial p'_i} \right] &= 0 \\ -x_i \left(\frac{\partial V}{\partial Z} \right) + \lambda \left[x_i(p', Z) + \sum_j \tau_j \frac{\partial x_j(p', Z)}{\partial p'_i} \right] &= 0 \\ (\lambda - \alpha)\, x_i + \lambda \sum_j \tau_j \frac{\partial x_j(p', Z)}{\partial p'_i} &= 0 \end{aligned} \tag{6.5}$$

em que $\frac{\partial V(p', Z)}{\partial p'_i}$ é a perda de bem-estar individual, $x_i(p', Z)$ é o efeito mecânico e $\sum_j \tau_j \frac{\partial x_j(p', Z)}{\partial p'_i}$ são as respostas comportamentais.

As taxas de imposto ótimas satisfazem a fórmula de Ramsey:

$$\sum_j \tau_j \frac{\partial x_j}{\partial p'_i} = -\frac{x_i}{\lambda}(\lambda - \alpha) \tag{6.6}$$

para $i = 1, \ldots, N$ define um sistema de N equações e N incógnitas. Note que um bem não deve ser taxado ($j < i$).

A Regra de Ramsey é frequentemente escrita em termos de elasticidades (compensadas) de Hicks para obter uma intuição adicional. Para fazer isso, comece definindo

$$\theta = \lambda - \alpha - \lambda \frac{\partial}{\partial Z}\left(\sum_j \tau_j x_j\right) \tag{6.7}$$

Observe que θ é independente de i, ou seja, é constante entre os bens. Mas o que significa esse termo?

- θ mede o valor para o governo de introduzir um imposto *lump-sum* no montante de R$ 1.
- Digamos que o governo introduza um imposto *lump-sum* no montante de R$ 1
  - O governo ganha diretamente λ.
  - Os indivíduos perdem bem-estar no montante de α.
  - O governo perde receita tributária devido ao efeito-renda dx_j, $\frac{\partial}{\partial Z}\left(\sum_j \tau_j x_j\right)$.

Usando a equação de Slutsky sabemos que:

$$\frac{\partial x_j}{\partial p'_i} = \frac{\partial h_j}{\partial p'_i} - x_i \frac{\partial x_j}{\partial Z} \tag{6.8}$$

Substituindo este resultado na regra ótima de Ramsey e usando θ, temos:

$$\begin{aligned}
\sum_j \tau_j \frac{\partial x_j}{\partial p'_i} &= -\frac{x_i}{\lambda}(\lambda - \alpha) \\
\sum_j \tau_j \left[\frac{\partial h_j}{\partial p'_i} - x_i \frac{\partial x_j}{\partial Z}\right] &= -\frac{x_i}{\lambda}(\lambda - \alpha) \\
\sum_j \tau_j \frac{\partial h_j}{\partial p'_i} - x_i \sum_j \tau_j \frac{\partial x_j}{\partial Z} &= -\frac{x_i}{\lambda}(\lambda - \alpha) \\
-\frac{1}{x_i}\sum_j \tau_j \frac{\partial h_j}{\partial p'_i} + \sum_j \tau_j \frac{\partial x_j}{\partial Z} &= \frac{1}{\lambda}(\lambda - \alpha) \\
-\frac{1}{x_i}\sum_j \tau_j \frac{\partial h_j}{\partial p'_i} &= \frac{1}{\lambda}(\lambda - \alpha) - \sum_j \tau_j \frac{\partial x_j}{\partial Z} \\
-\frac{1}{x_i}\sum_j \tau_j \frac{\partial h_j}{\partial p'_i} &= \frac{\lambda - \alpha - \lambda \sum_j \tau_j \frac{\partial x_j}{\partial Z}}{\lambda} \\
-\frac{1}{x_i}\sum_j \tau_j \frac{\partial h_j}{\partial p'_i} &= \frac{\theta}{\lambda} \\
\frac{1}{x_i}\sum_j \tau_j \frac{\partial h_j}{\partial p'_i} &= -\frac{\theta}{\lambda} \qquad (6.9)
\end{aligned}$$

No ótimo $\theta > 0$, o que implica que a soma das elasticidades-preço ponderadas pelas taxas de impostos são constantes entre os bens. Ou seja, o imposto τ_j sobre o bem j reduz o consumo do bem i (mantendo a utilidade constante) por aproximadamente $dh_i = \tau_j \frac{\partial h_i}{\partial p'_j}$. Portanto, a redução total no consumo do bem i devido a todos os impostos é $\sum_j \tau_j \frac{\partial h_j}{\partial q_i}$. Ao dividir por x_i, obtém-se a redução percentual no consumo do bem i devido ao sistema tributário (a receita foi normalizada). A quantia $\frac{1}{x_i}\sum_j \tau_j \frac{\partial h_j}{\partial p'_i}$ é chamada índice de desencorajamento. A fórmula tributária de Ramsey diz que os índices de desencorajamento devem ser iguais entre todos os bens no nível ótimo.

O problema acima pode ser reescrito a partir das elasticidades compensadas (das demandas

Hicksianas), como segue:

$$\sum_j \frac{\tau_j}{1+\tau_j}\varepsilon^c_{ij} = \frac{\theta}{\lambda} \tag{6.10}$$

Daqui depreendem-se que se $\varepsilon_{ij} = 0$ para $i \neq j$, ou seja, se as elasticidades-preço cruzadas forem zero, obtemos a famosa regra do inverso da elasticidade, isto é,

$$\frac{\tau_i}{1+\tau_i} = \frac{\theta}{\lambda}\frac{1}{\varepsilon_{ii}} \tag{6.11}$$

Isso implica que quanto maior for a elasticidade-preço da demanda, menor deve ser o imposto ótimo. É o mesmo fato observado no modelo de equilíbrio parcial, em que o peso morto era uma função crescente dos impostos.

A conclusão da proposta de Ramsey é tributar produtos inelásticos para minimizar os custos de eficiência. Mas não leva em conta existem motivos redistributivos. Presumivelmente, as necessidades são mais inelásticas do que os bens de luxo. Portanto, o sistema tributário ideal de Ramsey provavelmente será regressivo. Diamond (1975) estende o modelo de Ramsey para levar em consideração os motivos redistributivos.

As principais limitações da regra de Ramsey é

1. De acordo essa fórmula, o governo deveria tributar bens inelásticos para minimizar os custos de eficiência.

2. Não leva em conta questões redistributivas.

3. O principal problema é que as necessidades básicas tendem a ser mais inelásticas do que os bens de luxo.

4. O sistema tributário ideal de Ramsey provavelmente será regressivo.

5. Diamond (1975) estende o modelo de Ramsey para incorporar aspectos distribuições.

6.3 Produção Eficiente: O Modelo Diamond & Mirrless

Esta exposição é baseada em Diamond & Mirrlees (1971).

A análise anterior essencialmente ignorou o lado da produção da economia, assumindo que os preços ao produtor são fixos. O modelo Diamond-Mirrlees (AER, 1971) aborda o problema fiscal ótimo com a produção endógena. O resultado principa do modelo Diamond & Mirrlees afirma que mesmo em uma economia onde *first-best* é inatingível (ou seja, o 2º Teorema do Bem-Estar é violado), é ótimo ter um processo produtivo eficiente ⇒ sem distorções na produção de bens.

O resultado também pode ser obtido da seguinte forma. Suponha que existam duas indústrias, x e y e dois insumos, K e L. Então, em um ambiente com taxação ótima, a produção é eficiente:

$$TMgST^{x}_{KL} = TMgST^{y}_{KL} \tag{6.12}$$

mesmo que a alocação seja ineficiente:

$$TMgT_{xy} \neq TMgS_{xy} \tag{6.13}$$

Por exemplo, suponha que o governo possa tributar bens de consumo e também produz alguns bens por conta própria (por exemplo, serviços postais). Pode parecer sugestivo que o governo tente gerar lucros nos serviços postais aumentando o preço dos selos. Porém, essa intuição está errada: o ótimo em qualquer situação é ser eficiente na produção. Antes do modelo Diamond & Mirrlees, foi sugerido que a política ótima é altamente dependente de falhas específicas do mercado (por exemplo, monopólios, falhas de informação, externalidades etc.). Independente de falhas de mercado, a política ótima não envolve distorções na produção. O governo deveria apenas tributar os bens das cestas de consumo que aparecem nas funções de utilidade do consumidor e não deve distorcer as decisões de produção via impostos sobre bens intermediários ou tarifas etc.

O modelo assume que há muitos consumidores (indexados por h), muitos bens (indexados por i) e insumos. Assumimos que os preços do produtor não são constantes (suposição fundamental). Os lucros não fazem parte do bem-estar social (suposição importante), isto é, ou há retornos constantes de escala na produção (sem lucros) ou lucros puros podem ser totalmente tributados. O governo escolhe diferentes taxas de imposto sobre todos os bens diferentes $(\tau_1, \ldots, \tau_N)$ (isto é, escolhe o vetor $q = p + \tau$):

$$\begin{aligned} &\max_q W\left(V^1(q), \ldots, V^H(q)\right) \\ \text{sujeito a} \quad &\sum_i \tau_i \cdot X_i(q) \geq E \end{aligned} \tag{6.14}$$

em que $X_i(q) = \sum_h x_i^h(q)$ é a soma de todas demandas.

O conjunto-restrição pode ser reescrito como

$$X(q) = \sum_h x^h(q) \in Y \tag{6.15}$$

em que Y é o conjunto produtivo. No nível ótimo de impostos q^* que resolve o problema, a alocação $X(q^*)$ está no limite de Y.

Resultado importante: se existe um setor público que produz alguns bens (serviços postais), ele deve enfrentar os mesmos preços que o setor privado e escolher a produção com o objetivo único de maximizar os lucros, não gerando receita para o governo.

Não deveria haver tributação de bens intermediários. As transações de bens entre as empresas devem ficar isentas de impostos porque a tributação dessas transações distorceria (agregaria) a produção e destruiria a eficiência da produção.

Exemplo 1: computador produzido pela IBM, mas vendido para outras empresas, não deve ser tributado. Mas o mesmo computador vendido para consumidores diretos deve ser tributado.

Exemplo 2: bens fornecidos publicamente (como serviços postais) para empresas devem ser isentas de impostos, mas as vendas do governo para consumidores individuais devem ser tributadas.

Em uma economia aberta, o conjunto de produção é estendido porque é possível negociar a preços lineares (para um país pequeno) com outros países. O resultado Diamond-Mirrlees afirma que uma pequena economia aberta deve estar na fronteira do conjunto de produção estendida.

Implica que nenhuma tarifa deve ser imposta sobre bens e insumos importados ou exportados pelo setor produtivo.

Este modelo implica que o governo precisa ser capaz de definir um conjunto completo de alíquotas diferenciadas para cada insumo e cada produto. O governo precisa ser capaz de taxar os lucros totalmente puros (ou a produção está em constante retorno à escala). Caso contrário, pode melhorar o bem-estar tributando indústrias que geram muitos lucros para melhorar as receitas em detrimento da eficiência da produção. O governo pode variar os preços dos bens de consumo sem alterar os preços de produção. Mesmo que o governo esteja limitado à segunda melhor situação no problema de consumo, não há razão para adotar a segunda melhor solução no problema de produção.

A relevância prática do resultado é um pouco menos clara:

- A hipótese 1 (alíquotas diferenciadas) não é realista. Exemplo: insumos de trabalho qualificados e não qualificados devem ser diferenciados. Quando eles não podem (como no atual sistema de imposto de renda), então seria ótimo subsidiar indústrias intensivas de baixa qualificação ou estabelecer tarifas sobre produtos importados intensivos de baixa qualificação (para proteger a indústria doméstica).

- Fórmulas fiscais ótimas, mesmo quando os preços ao produtor não são constantes, tomam a mesma forma que o problema de Ramsey.

7 Tributação da Renda do Trabalho

Most economists would probably agree that the importance of mathematics to economics stems from its usefulness in developing economic intuitions. A mathematical formulation provides a logical test of an economic intuition. Also, the rigorous development of economic ideas can itself suggest new ones. In these ways, the influence of mathematics on economics is analogous to that of empirical work.

Bewley and Shafer, 1988

7.1 Introdução

Este capítulo considera a tributação ótima da renda do trabalho, ou seja, a distribuição justa e eficiente da carga tributária em indivíduos com rendimentos diferentes. Uma grande literatura acadêmica desenvolveu modelos de teoria tributária ótima para esclarecer essa questão. Esses modelos tipicamente postulam que o sistema tributário deve maximizar uma função de bem-estar social sujeita a uma restrição orçamentária do governo, levando em conta como os indivíduos respondem a impostos e transferências. O bem-estar social é maior quando os recursos são distribuídos de forma mais igualitária, mas os impostos e transferências redistributivas podem afetar negativamente os incentivos para trabalhar e ganhar renda em primeiro lugar. Isso cria o trade-off clássico entre equidade e eficiência, que está no cerne do problema do imposto sobre o rendimento do trabalho.

Metodologicamente, um objetivo central da análise tributária ótima deve ser lançar luz sobre as questões reais da política tributária e ajudar a projetar melhores sistemas tributários. Teoria e derivações técnicas são muito valiosas para modelar rigorosamente o problema em questão. Um dos principais objetivos deste capítulo é mostrar como tornar tais descobertas teóricas aplicáveis. Como argumentado em Diamond e Saez (2011), os resultados teóricos em análise tributária ótima são mais úteis para recomendações de políticas quando três condições são atendidas: (i) os resultados devem basear-se em mecanismos econômicos que sejam empiricamente relevantes e de primeira ordem para o problema em questão; (ii) os resultados devem ser razoavelmente robustos aos pressupostos de modelagem e, em particular, à presença de heterogeneidade nas preferências individuais; (ii) a prescrição da política tributária precisa ser implementável - isto é, a política tributária precisa ser relativamente fácil de explicar e discutir publicamente e não muito complexa de administrar em relação à prática real. Essas condições nos levam a adotar duas escolhas metodológicas.

Primeiro, usamos a abordagem de "estatísticas suficientes", pela qual fórmulas fiscais ótimas são derivadas e expressas em termos de estatísticas estimáveis, incluindo pesos de bem-estar social marginal que capturam o valor da sociedade para redistribuição e elasticidades da oferta de mão-de-obra capturando os custos de eficiência da tributação (ver Chetty, 2009). Essa abordagem nos permite entender os principais mecanismos econômicos por trás das fórmulas, ajudando a atender a condição (i) acima. As fórmulas de "estatísticas suficientes" também são frequentemente robustas para alterar as primitivas do modelo, que satisfazem a condição (ii).

Em segundo lugar, tendemos a nos concentrar em estruturas fiscais simples - por exemplo, um imposto de renda linear - sem sistematicamente tentar derivar o sistema fiscal mais geral possível. Isso ajuda a atender a condição (iii), pois as estruturas fiscais que obtemos estarão, por definição, dentro do domínio das estruturas tributárias existentes. Isso contrasta com a abordagem do "desenho de mecanismo" que deriva o imposto ótimo mais geral compatível com a estrutura informacional. Essa abordagem de "desenho de mecanismo" tende a gerar estruturas tributárias altamente complexas e resultados sensíveis às primitivas exatas do modelo. A abordagem do "desenho de mecanismo" recebeu um interesse renovado na nova literatura de finanças públicas dinâmica que se concentra principalmente nos aspectos dinâmicos da tributação.

7.2 História da Tributação Ótima dos Rendimentos do Trabalho

Oferecemos aqui apenas uma breve visão geral cobrindo a tributação ótima de renda.

Em 1799, um imposto de renda foi introduzido pela primeira vez no Reino Unido para pagar a guerra napoleônica. O imposto foi cobrado a uma taxa de 10% sobre a renda acima de 60 libras e sobreviveu até ser revogado em 1816, após grande oposição pública. Parte da oposição se deveu a preocupações com a privacidade, e isso se refletiu na decisão do Parlamento de retirar todos os documentos relacionados ao imposto de renda. O imposto foi restabelecido em 1842 como uma medida temporária (aplicada por três anos com a possibilidade de uma prorrogação de dois anos) para cobrir um grande déficit orçamentário. Permaneceu em vigor desde então, embora ainda seja temporário e o Parlamento tenha que votá-lo todos os anos.

A primeira sinalização no Brasil sobre o imposto de renda, não com este nome, surgiu no início do segundo reinado com a Lei nº 317 de 21 de outubro de 1843, que fixou a despesa e orçou a receita para os exercícios de 1843/1844 e 1844/1845. O artigo 23 estabeleceu um imposto progressivo sobre os vencimentos percebidos pelos cofres públicos e vigorou por dois anos. Assemelhava-se a uma tributação exclusiva na fonte.

A análise moderna da taxação de renda ótima começou com Mirrlees (1971) que formulou e resolveu o problema com rigor. Ele considerou a maximização de uma função de bem-estar social com base em utilidades individuais sujeitas a uma restrição orçamentária do governo e restrições de incentivo decorrentes das respostas da oferta de trabalho dos indivíduos ao sistema tributário. Formalmente, no modelo Mirrlees, as pessoas diferem apenas por sua habilidade (ou seja, sua taxa de salário). O governo quer redistribuir renda dos indivíduos de alta habilidade para indivíduos de baixa habilidade, mas só pode observar ganhos (e não habilidades). Assim, impostos e transferências são baseados em ganhos, levando a um trade-off eficiência-equidade.

Mirrlees (1971) teve uma enorme influência teórica no desenvolvimento da teoria dos contratos e da informação, mas pouca influência na formulação de políticas reais, já que as lições gerais para uma ótima política tributária eram poucas. O resultado mais surpreendente e discutido foi a famosa taxa de imposto marginal zero no topo.

Stiglitz (1982) desenvolveu a versão discreta do modelo de Mirrlees (1971) com apenas duas habilidades. Neste caso discreto, a taxa de imposto marginal na habilidade superior é zero, fazendo com que o resultado seja ainda maior do que no modelo contínuo de Mirrlees (1971). Isso provavelmente contribuiu para a saliência do resultado. O modelo discreto é útil para entender o problema da tributação ótima como um problema de informação que gera uma restrição de compatibilidade de incentivo para o governo. Ou seja, o sistema de impostos deve ser configurado para que o tipo de alta qualificação não queira trabalhar menos e imitar o tipo de baixa qualificação. Esse modelo discreto também é amplamente usado na teoria dos contratos e na organização industrial. No entanto, esse modelo discreto tem uso limitado para recomendações de políticas fiscais reais, porque é muito mais difícil obter fórmulas expressas em termos de estatísticas suficientes ou colocar números realistas no modelo discreto de duas habilidades do que no modelo contínuo.

Atkinson e Stiglitz (1976) derivaram um resultado muito importante e influente de que, sob as hipóteses de separabilidade e homogeneidade das preferências, a tributação diferenciada de mercadorias não é útil quando os rendimentos podem ser tributados não linearmente. Este famoso resultado foi influente tanto para moldar o campo da teoria tributária ótima quanto para os debates sobre política tributária. Teoricamente, contribuiu grandemente para mudar o foco teórico para a taxação não-linear ótima e para longe do modelo anterior de tributação diferenciada de commodities, de Diamond e Mirrlees (1971) (baseado na contribuição original de Ramsey de 1927). É com base nesse resultado que se deu apoio a um imposto sobre o valor agregado uniforme combinado com transferências baseadas na renda e tributação progressiva do rendimento. Ainda mais importante, o resultado de Atkinson e Stiglitz (1976) tem sido usado para argumentar contra a taxação da renda do capital e em favor da tributação apenas do lucro ou do consumo.

O problema fiscal linear ótimo é tecnicamente mais simples e era conhecido desde pelo menos Ramsey (1927) que a taxa ótima de imposto pode ser expressa em termos de elasticidades. Sheshinski (1972) é o primeiro tratamento moderno do problema do imposto de renda linear ótimo. Foi reconhecido desde cedo que as elasticidades da oferta de mão-de-obra desempenham um papel fundamental na taxa de imposto de renda linear ótima. No entanto, devido à desconexão entre a análise do imposto de renda não-linear e a análise tributária linear, não foi feita nenhuma tentativa sistemática de expressar fórmulas tributárias não-lineares em termos de "estatísticas suficientes" estimadas até há relativamente pouco tempo. Atkinson (1995), Diamond (1998), Piketty (1997) e Saez (2001) mostraram que as fórmulas tributárias não-lineares ideais também podem ser expressas de forma relativamente simples em termos de elasticidades. Isso permitiu conectar a teoria do imposto de renda ideal à grande literatura empírica que estimava as respostas comportamentais à tributação.

Diamond (1980) considerou um modelo tributário ótimo em que há respostas da oferta de trabalho, a chamada margem extensiva (em vez da margem intensiva do trabalho de Mirrlees, isto é, as horas de trabalho). Ele mostrou que a taxa marginal de imposto ótima pode, na verdade, ser negativa nesse caso. Como veremos, esse modelo com amplas margens recebeu atenção renovada na última década. Saez (2002a) desenvolveu fórmulas simples baseadas na elasticidade, mostrando que uma taxa de imposto marginal negativa (ou seja, um subsídio para o trabalho) é ótima na parte inferior da distribuição de oferta de mão-de-obra.

7.3 Equidade e Eficiência

Há duas questões principais envolvidas na tributação de renda. O primeiro é o efeito da tributação sobre a oferta de mão-de-obra. A tributação altera as escolhas que os consumidores fazem ao afetar o *trade-off* entre trabalho e lazer. A esse respeito, uma questão particularmente importante é se um aumento na taxa de imposto reduz necessariamente a oferta de mão-de-obra. Nesse caso, seria fornecido apoio ao argumento de que os impostos deveriam ser reduzidos para atender às necessidades de eficiência. A segunda questão que foi estudada é a determinação do nível ideal de tributação de renda. Por razões que ficarão claras, esse é um problema complexo, pois só pode ser abordado em um modelo com uma troca significativa entre eficiência e patrimônio. Dito isto, a busca pelo *trade-off* correto provou ser um caminho frutífero de investigação.

A ideia essencial que desejamos transmitir aqui é que é um grande erro projetar a estrutura do imposto de renda para atender aos motivos da equidade, sem levar em consideração o impacto no esforço de trabalho. Para entender por que, considere a solução ingênua de definir a taxa de imposto marginal em 100% para todas as rendas acima de algum nível de limite $\overline{z}$ e a uma taxa de zero para todas as rendas abaixo desse limite. Podemos esperar que essa estrutura tributária maximize a redistribuição possível dos ricos (aqueles acima do limite de renda) para os pobres (aqueles abaixo). No entanto, essa conclusão é incorreta quando os contribuintes respondem à estrutura tributária. O imposto confiscatório acima do limite remove o incentivo para ganhar mais de $\overline{z}$, e todos os que estavam acima desse nível optarão por receber exatamente essa quantia de renda. Isso define um círculo vicioso dinâmico. O governo deve abaixar o limiar, induzindo todos acima do novo nível a baixar novamente sua renda, e assim por diante, até que ninguém opte por trabalhar e a renda seja zero. Portanto, é lógico que devemos analisar a equidade da estrutura tributária em conjunto com seu efeito nos incentivos ao trabalho. A ideia é encontrar o esquema tributário que atenda aos objetivos sociais, conforme captado pela função de bem-estar social, dado o ajuste no esforço de trabalho e a participação no mercado de trabalho pelos contribuintes. Diz-se que esse regime tributário é ótimo, dependendo do objetivo estabelecido. Os resultados precisam ser interpretados com cautela, no entanto, porque são muito sensíveis à distribuição de habilidades na população e à forma da função de utilidade. Mais importante, eles dependem do objetivo da equidade incorporado à função de bem-estar social.

7.4 Taxação e Oferta de Trabalho

O efeito do imposto de renda na oferta de mão-de-obra pode ser investigado usando o modelo padrão de escolha do consumidor. A análise começará com a questão geral da oferta de mão-de-obra e passará a uma série de análises específicas sobre o efeito das variações no sistema tributário. O principal insight que isso fornecerá será destacar a importância dos efeitos renda e substituição.

Como padrão, supõe-se que o consumidor tenha um determinado conjunto de preferências em relação às alocações de consumo e lazer. O consumidor também possui um estoque fixo de tempo disponível, que pode ser dividido entre a oferta de mão de obra e o tempo gasto como lazer. A função utilidade que representa as preferências pode ser definida por

$$U = U(x, L - \ell) = U(x, \ell) \tag{7.1}$$

em que L é a dotação total de tempo, ℓ é a oferta de trabalho e x é o consumo. Consequentemente, o tempo de lazer é $L - \ell$. Presume-se que o trabalho seja desagradável para o trabalhador, de modo que a utilidade é reduzida à medida que mais trabalho é fornecido, o que implica em $\frac{\partial U}{\partial \ell} < 0$. Cada hora de trabalho rende uma taxa salarial de ω de modo que a renda, na ausência de tributação, é $\omega\ell$. Deixando que a taxa (constante) de imposto seja t, a restrição orçamentária que o consumidor enfrenta é $px = [1 - t]\omega\ell$, em que p é o preço do bem de consumo.

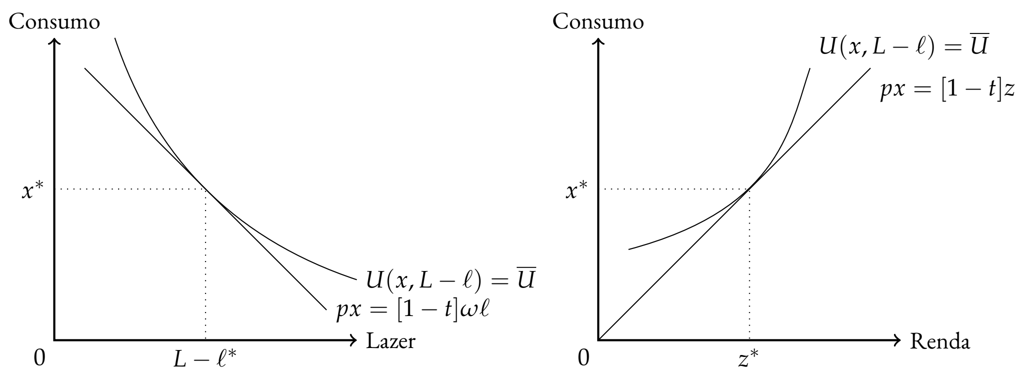
O problema de escolha é mostrado no painel 7.1a da Figura 7.1, que representa graficamente o consumo contra o lazer. As curvas de indiferença e as restrições orçamentárias são padrão para a maximização da utilidade. A escolha ideal está na tangência da restrição orçamentária e na curva de indiferença mais alta possível. Isso resulta no consumo x^* e lazer $L - \ell^*$. Existe uma maneira alternativa de escrever a função de utilidade. Que a renda antes dos impostos seja denotada por z, de modo que $z = \omega\ell$. Como $\ell = \frac{z}{\omega}$, a utilidade pode ser escrita em termos de renda antes dos impostos, conforme

$$U = U\left(x, \frac{z}{\omega}\right) \tag{7.2}$$

Essas preferências podem ser representadas em um gráfico da receita antes dos impostos em relação ao consumo. Expressa em termos de receita, a restrição orçamentária se torna $px = [1 - t]z$. Isso é mostrado no painel 7.1b da Figura 7.1. A escolha ideal ocorre no ponto de tangência entre a curva de indiferença mais alta possível e a restrição orçamentária, com consumo x^* e receita antes dos impostos z^*. A característica importante dessa representação alternativa é que a restrição orçamentária não é afetada à medida que ω muda, portanto é a mesma que o salário que o consumidor ganha, mas as curvas de indiferença mudam, pois $\dfrac{z}{\omega}$ entra na função de utilidade.

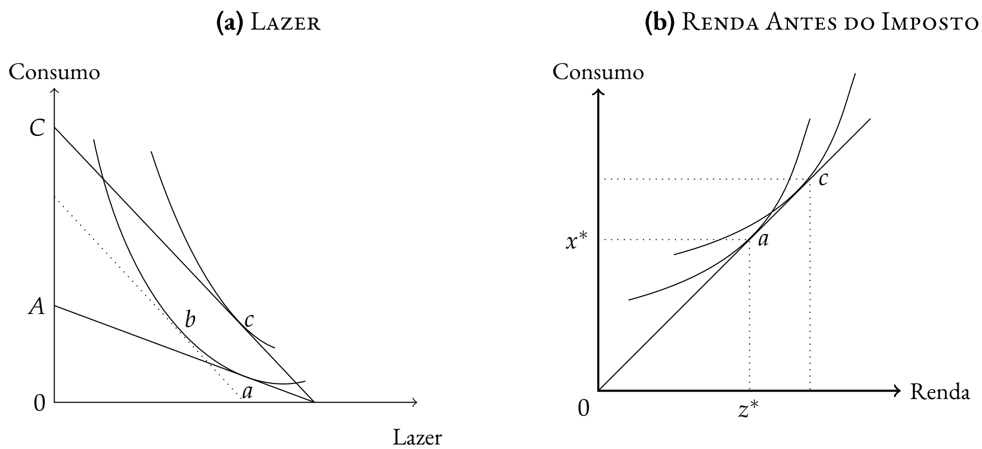
Figura 7.1 – Decisão de Oferta de Trabalho

(a) Lazer **(b)** Renda Antes do Imposto



Agora, esse modelo padrão pode ser usado para entender os efeitos de variações na taxa salarial ou tributária. Considere o efeito de um aumento na taxa salarial, que é mostrado no painel 7.2a da Figura 7.2 como uma mudança para a linha orçamentária mais alta e pela nova tangência em c. A mudança de a para c pode ser dividida em efeito de substituição (a para b) e efeito de renda (b para c). Com relação à direção do efeito de substituição, sempre é possível conhecê-la, uma vez que é dada por um movimento ao longo da curva de indiferença. Por outro lado, o efeito renda não pode ser definido previamente: pode ser positivo ou negativo. Consequentemente, o efeito líquido é ambíguo: um aumento na taxa salarial pode aumentar ou diminuir a oferta de mão-de-obra. Essa é a ambiguidade básica que ocorre ao longo da análise da oferta de mão-de-obra. O efeito de um aumento salarial quando as preferências são escritas como em 7.2 é mostrado no painel 7.2b da Figura 7.2. Um aumento na taxa salarial significa que menos mão-de-obra adicional é necessária para atingir qualquer aumento no consumo. Essa mudança no *trade-off* entre trabalho e consumo faz com que a curva de indiferença, através de um ponto, gire em volta e fique mais achatada. Esse achatamento das curvas de indiferença faz com que a escolha ideal se mova ao longo da restrição orçamentária. O nível de renda antes dos impostos aumentará, mas o efeito nas horas trabalhadas é ambíguo.

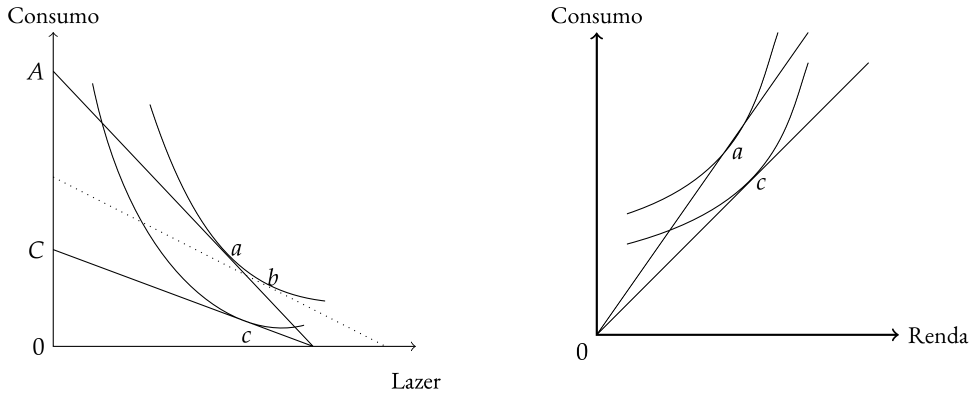
Figura 7.2 – Efeito de um Aumento Salarial



O efeito de um aumento de imposto é agora analisado da mesma maneira. No painel 7.3a da Figura 7.3, o aumento de imposto gira a linha do orçamento para baixo, de modo que a escolha ideal se move de a para c. O efeito substituição do aumento de imposto é a movimentação da curva de indiferença de a para b e o efeito renda afeta a movimentação de b para c. Usando a forma alternativa de preferências, um aumento na taxa de imposto gira a restrição orçamentária no painel b para baixo, de modo que o ponto escolhido se mova de a para c. Em nenhum diagrama, a alteração na taxa de imposto afeta as curvas de indiferença. Também é útil considerar sistemas tributários mais complexos usando essa abordagem. Uma característica comum do imposto de renda em muitos países é que existe um nível limite de renda abaixo do qual a renda não é tributada.

Figura 7.3 – Efeito de um Aumento de Impostos

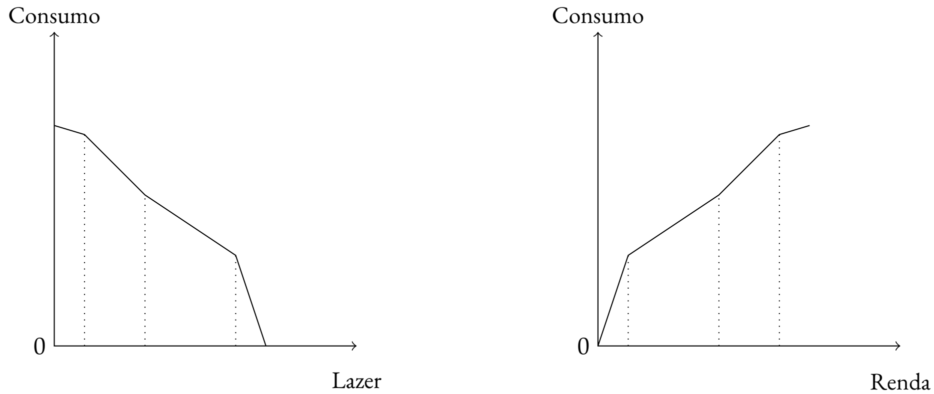
(a) Lazer　　　**(b)** Renda Antes do Imposto



De um modo mais geral, um sistema de imposto de renda pode ter vários limites, com a taxa marginal de imposto subindo a cada um. Esse sistema tributário aparece como na figura 7.4. Novamente, com as preferências variando entre os consumidores, a expectativa é de que haja uma coleção de consumidores em cada ponto crítico. A questão final que vale a pena investigar nessa estrutura é a da participação na força de trabalho. A suposição básica até agora tem sido que o trabalhador pode variar continuamente o número de horas de trabalho para chegar ao resultado mais preferido. Na prática, geralmente é o caso em que as horas são fixas ou há um mínimo que deve ser realizado com a possibilidade de mais. Qualquer um dos casos leva a uma descontinuidade na restrição de orçamento no ponto de horas mínimas. A escolha para o consumidor é, então, entre não realizar trabalho e trabalhar pelo menos o mínimo. Esta é a decisão de participação: se deve ou não ingressar na força de trabalho.

Figura 7.4 – Múltiplos Thresholds

(a) Lazer **(b)** Renda Antes do Imposto



O efeito de um aumento na tributação é diminuir a restrição orçamentária. Um consumidor que antes era indiferente entre trabalhar e não (ambos os pontos estão na mesma curva de indiferença) agora prefere estritamente não fazê-lo. Nesta margem, não há conflito entre renda e efeitos substituição. Um aumento na tributação reduz estritamente a participação na força de trabalho.

7.5 Tributação Ótima

A análise até este ponto considerou a questão positiva de como o imposto de renda afeta a oferta de trabalho. Tendo entendido isso, agora é possível voltar à questão normativa de como a estrutura do imposto de renda deve ser determinada. Esta é, por natureza, uma questão complexa. Na prática, os sistemas de imposto de renda geralmente têm vários limites nos quais a taxa marginal de imposto aumenta. Uma investigação do sistema ótimo deve ser pelo menos flexível o suficiente para considerar esses sistemas tributários sem limitar o número de limites ou as taxas de imposto em cada um. De fato, deve fazer mais do que isso. O modelo de tributação de renda introduzido por Mirrlees (1971) possui vários atributos importantes. Primeiro, há uma distribuição desigual de renda, portanto existem motivações patrimoniais para a tributação. Segundo, o imposto de renda afeta as decisões de oferta de mão-de-obra dos consumidores, de modo que tenham consequências de eficiência. Terceiro, tendo em vista os comentários acima, a estrutura é suficientemente flexível para que não sejam impostas restrições prévias às funções fiscais ideais que possam surgir.

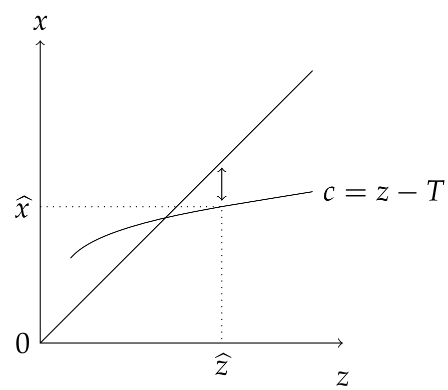
No modelo, todos os consumidores têm preferências idênticas, mas diferem em seu nível de habilidade no emprego. O salário por hora recebido por cada consumidor é determinado pelo seu nível de habilidade. Isso combina com a decisão de oferta de mão-de-obra para determinar a renda. Como a economia é competitiva, a taxa salarial também é igual ao produto marginal do trabalho e as empresas precificam seu produto com base no custo marginal. Um imposto cobrado sobre a habilidade seria uma política *first-best*, pois seria um imposto fixo sobre a característica inalterável que diferencia os consumidores. Mas não é viável, uma vez que se supõe que o nível de habilidade seja uma informação privada e não observável pelo governo. Isso torna impossível tributar diretamente a habilidade. Como o governo não pode observar o nível de habilidade de um consumidor (que é essencialmente a dotação inicial do consumidor), emprega um imposto de renda como a segunda melhor política. A função de imposto de renda é escolhida para maximizar o bem-estar social sujeito a gerar receita suficiente para atender aos requisitos do governo.

Existem duas mercadorias: um bem de consumo e trabalho. A oferta de trabalho de um consumidor é denotada por ℓ e o consumo por x. Cada consumidor é caracterizado por um nível de habilidade s. O valor de s mede a produção por hora do consumidor e, como a economia é competitiva, é igual à taxa salarial. Se um consumidor de habilidade s fornece ℓ horas de trabalho, esse consumidor ganha um salário de $s\ell$ antes de impostos. Seja a renda do consumidor com habilidades denotada por $z(s) = s\ell(s)$. O valor do imposto pago sobre a renda z é dado por $T(z)$. Essa é a função tributária que a análise pretende determinar. Equivalentemente, denote a função de consumo por $c(z)$ para que um consumidor que obtém renda z possa consumir

$$x = c(z) = z - T(z) \tag{7.3}$$

A relação entre renda, função tributária e consumo é mostrada na Figura 7.5. Na ausência de tributação, a renda seria igual ao consumo e isso é representado pela linha de 45 graus. Onde a função de consumo está acima da linha de 45 graus, o pagamento do imposto é negativo. É positivo quando a função de consumo está abaixo da linha. Por exemplo, o consumidor que ganha $\widehat{z}$ na figura paga uma quantia de imposto $T(\widehat{z})$ e pode consumir $\widehat{x}$. O gradiente da função de consumo é igual a um menos a taxa marginal de imposto.

Figura 7.5 – Taxação e Função Consumo



Todos os consumidores têm a mesma função de utilidade (para excluir a possibilidade de trabalhadores com aversão diferente ao trabalho):

$$U = U\left(x, \frac{z}{s}\right) \tag{7.4}$$

As curvas de indiferença dependem do nível de habilidade do consumidor, pois um consumidor de alto nível de habilidade leva menos tempo de trabalho para atingir um determinado nível de renda do que um consumidor de baixa qualificação. Isso se reflete no fato de que, em qualquer par de renda e consumo $\{\widehat{x}, \widehat{z}\}$, a curva de indiferença de um consumidor de alta habilidade que passa por esse ponto é mais plana que a curva de indiferença de um consumidor de baixa qualificação. Essa propriedade de cruzamento único é denominada monotonicidade das preferências do agente.

Uma consequência imediata da monotonicidade do agente é que os consumidores de alta habilidade nunca ganharão menos renda do que a baixa habilidade. Geralmente, eles ganharão estritamente mais. Isso ocorre porque, no ponto em que a curva de indiferença do consumidor de baixa qualificação é tangencial à função de consumo (e, portanto, determina a escolha ideal para esse consumidor), a curva de indiferença do consumidor de alta habilidade é mais plana e, portanto, não pode ser uma tangência. Lembre-se de que todos os consumidores enfrentam a mesma função tributária e, portanto, a mesma função de consumo, independentemente de suas habilidades. A escolha ideal para o consumidor altamente qualificado deve, portanto, estar à direita do ponto ótimo para o trabalhador de baixa habilidade, o que implica um nível de renda mais alto.

Uma propriedade da função tributária ideal está relacionada à taxa máxima de imposto que será cobrada. Se a função de consumo se inclinar para baixo, o formato das curvas de indiferença garantirá que nenhum consumidor escolha localizar na seção de inclinação para baixo. Esta parte da função de consumo é, portanto, redundante. Economicamente, ao longo da seção inclinada para baixo, o aumento do esforço de trabalho é alcançado com menor consumo. Portanto, não há incentivo para trabalhar mais e esses pontos não serão escolhidos. Como $c(z) = z - T(z)$, segue-se que $c'(z) = 1 - T'(z)$. O argumento mostrou que $c'(z) \geq 0$, o que implica $T'(z) \leq 1$, portanto a taxa marginal de imposto é inferior a 100%.

Para fornecer mais informações sobre o imposto de renda ideal, vale a pena considerar uma especificação para o modelo. Vamos considerar uma forma especial da função de utilidade. Supõe-se que a utilidade é quase-linear em relação à renda do trabalho, isto é,

$$U\left(x, \frac{z}{s}\right) = u(x) - \frac{z}{s} \tag{7.5}$$

de modo que a desutilidade marginal do trabalho é $\ell = \dfrac{z}{s}$ é constante. A utilidade do consumo, $u(x)$, é crescente e côncava (então $u' > 0$ e $u'' < 0$). Para esta função de utilidade, a taxa marginal de substituição entre consumo e renda é $TMS_{x,z} = \dfrac{1}{su'(x)}$. Como a taxa marginal de substituição é decrescente em s, o gradiente da curva de indiferença para qualquer valor de x cai à medida que s aumenta. Isso torna a função de utilidade consistente com a monotonicidade do agente.

Simplificamos ainda mais assumindo que existem apenas dois consumidores, um com alto nível de habilidade, s_h, e outro com baixo nível, s_l. Supõe-se que $s_l < s_h < 3s_l$ (a razão para isso é explicada mais adiante). Com apenas dois consumidores, o problema de escolher a função ideal de imposto (ou consumo) pode receber a seguinte formulação: com qualquer função de consumo selecionada pelo governo, o fato de haver apenas dois consumidores garante que, no máximo, dois pontos serão escolhidos. Por exemplo, a_l é a alocação escolhida pelo consumidor de baixa qualificação e a_h é a alocação escolhida da alta habilidade. Tendo observado isso, é evidente que selecionar a função de consumo é equivalente a especificar as duas alocações. O restante da função de consumo pode ser escolhido para garantir que nenhum ponto seja melhor para os consumidores do que as duas alocações escolhidas. Essencialmente, a função de consumo só precisa vincular os dois pontos, enquanto em outros lugares permanece abaixo das curvas de indiferença através dos pontos. Seguir esse raciocínio reduz a escolha da função tributária a um simples problema de maximização envolvendo os dois locais.

Um consumidor só escolherá a alocação destinada a ele se preferir sua própria localização à do outro consumidor. Em outras palavras, as alocações devem ser compatíveis com incentivos. Como o consumidor de alta habilidade pode imitar a baixa habilidade, mas não vice-versa, a restrição de compatibilidade de incentivos deve ser vinculativa para o consumidor de alta habilidade. Denotando o local destinado ao consumidor de baixa qualificação por $\{x_l, z_l\}$ e o local destinado a alta qualificação por $\{x_h, z_h\}$, a restrição de compatibilidade de incentivo é

$$u(x_h) - \frac{z_h}{s_h} = u(x_l) - \frac{z_l}{s_h} \tag{7.6}$$

O consumidor de alta habilidade é indiferente entre as duas alocações (a_l e a_h estão na mesma curva de indiferença para a alta habilidade), enquanto o consumidor de baixa qualificação prefere estritamente a alocação a_l.

A otimização enfrentada por um governo que maximiza uma função utilidade de bem-estar social é

$$\max_{x_l, x_h, z_l, z_h} U = u(x_l) - \frac{z_l}{s_l} + u(x_h) - \frac{z_h}{s_h} \tag{7.7}$$

$$\text{sujeito a } x_l + x_h = z_l + z_h \tag{7.8}$$

A restrição de recursos supõe simplificadamente que nenhuma receita deve ser gerada para que o sistema tributário seja puramente redistributivo. O que é mostrado agora é que a quase linearidade da utilidade permite que esse problema de maximização seja consideravelmente simplificado.

A simplificação permite então uma solução explícita.

Reescrevendo a restrição de compatibilidade de incentivo temos:

$$z_h = s_h[u(x_h) - u(x_l)] + z_l \tag{7.9}$$

Combinando essa equação com a restrição de recursos e eliminando z_h, a renda do consumidor de baixa qualificação pode ser escrita como

$$\begin{aligned}
z_l &= x_l + x_h - z_h \\
z_l &= x_l + x_h - [s_h[u(x_h) - u(x_l)] + z_l] \\
2z_l &= x_l + x_h - [s_h[u(x_h) - u(x_l)]] \\
z_l &= \frac{1}{2}\left[x_l + x_h - s_h[u(x_h) - u(x_l)]\right] \qquad (7.10)
\end{aligned}$$

De forma semelhante,

$$z_h = \frac{1}{2}\left[x_l + x_h + s_h[u(x_h) - u(x_l)]\right] \tag{7.11}$$

Substituindo essas expressões na função objetivo, encontramos:

$$\begin{aligned}
\max_{\{x_l, x_h\}} U &= u(x_l) - \frac{z_l}{s_l} + u(x_h) - \frac{z_h}{s_h} \\
&= u(x_l) - \frac{1/2\left[x_l + x_h - s_h[u(x_h) - u(x_l)]\right]}{s_l} \\
&+ u(x_h) - \frac{1/2\left[x_l + x_h + s_h[u(x_h) - u(x_l)]\right]}{s_h} \\
&= u(x_l)\left[1 - \frac{1}{2}\frac{s_h}{s_l} + \frac{1}{2}\frac{s_h}{s_h}\right] + u(x_h)\left[1 + \frac{1}{2}\frac{s_h}{s_l} - \frac{1}{2}\right] - \frac{s_h s_l}{2 s_h s_l}(x_l + x_h) \\
&= \left[\frac{3s_l - s_h}{2s_l}\right] u(x_l) + \left[\frac{s_l + s_h}{2s_l}\right] u(x_h) - \frac{s_h s_l}{2 s_h s_l}(x_l + x_h) \\
&= \beta_l u(x_l) + \beta_h u(x_h) - \frac{s_h + s_l}{2 s_h s_l}(x_l + x_h) \qquad (7.12)
\end{aligned}$$

A otimização enfrentada por um governo que maximiza uma função utilidade de bem-estar social é

$$\max_{\{x_l, x_h\}} U = \beta_l u(x_l) + \beta_h u(x_h) - \frac{s_h + s_l}{2 s_h s_l}(x_l + x_h) \tag{7.13}$$

A suposição $s_h < 3s_l$ garante que β_l seja maior que zero, para que o consumidor de baixa qualificação tenha um peso social positivo. Sem essa suposição, a análise se torna mais complexa.

A comparação das duas funções objetivo permite uma nova interpretação do problema tributário ideal. A construção empreendida transformou a maximização da função de utilidade de bem-estar social sujeita a restrições na maximização de uma função ponderada de bem-estar sem restrições. A compatibilidade de incentivos e as restrições de recursos foram incorporadas, colocando um peso maior no bem-estar do consumidor de alta qualificação (desde que $\beta_h > \beta_l$), o que, por sua vez, garante que seu nível de consumo seja maior no ponto ótimo. Isso gera um nível de renda mais alto para o consumidor de alta qualificação. Também é possível observar que, à medida que a diferença de habilidade entre os dois consumidores aumenta, o peso relativo atribuído à alta habilidade aumenta também.

Vamos resolver o problema de otimização:

$$\frac{\partial U}{\partial x_l} = 0 \iff \beta_l u'(x_l) - \frac{s_h + s_l}{2 s_h s_l} = 0 \tag{7.14}$$

$$\frac{\partial U}{\partial x_h} = 0 \iff \beta_h u'(x_h) - \frac{s_h + s_l}{2 s_h s_l} = 0 \tag{7.15}$$

Para os consumidores de alta habilidade, substituindo os valores de β_h temos:

$$\begin{aligned}
\beta_h &= \frac{1}{u'(x_h)} \frac{s_h + s_l}{2 s_h s_l} \\
\frac{s_l + s_h}{2 s_l} &= \frac{1}{u'(x_h)} \frac{s_h + s_l}{2 s_h s_l} \\
u'(x_h) &= \frac{1}{s_h} \qquad (7.16)
\end{aligned}$$

Consequentemente, a utilidade marginal do consumidor de alta habilidade é inversamente proporcional ao seu nível de habilidade. Com $u''(x) < 0$ (utilidade marginal decrescente), isso implica que o consumo é proporcional à habilidade. Combinando este resultado com o fato de que $TMS^h_{x,z} = \dfrac{1}{su'(x)}$, segue-se que na alocação ótima temos $TMS^h_{x,z} = 1$. A constatação de que a taxa marginal de substituição é igual a 1 mostra que o consumidor de alta qualificação enfrenta uma taxa de imposto marginal zero. Este é o resultado sem distorção que já vimos.

Para o consumidor de baixa qualificação, temos:

$$\begin{aligned}
\beta_l &= \frac{1}{u'(x_l)} \frac{s_h + s_l}{2s_h s_l} \\
\frac{3s_l - s_h}{2s_l} &= \frac{1}{u'(x_l)} \frac{s_h + s_l}{2s_h s_l} \\
u'(x_l) &= \frac{s_l + s_h}{s_h(3s_l - s_h)}
\end{aligned} \tag{7.17}$$

e $TMS^l_{x,z} = \dfrac{s_h(3s_l - s_h)}{s_l + s_h} < 1$. Isso mostra que o consumidor do tipo l enfrenta uma taxa marginal positiva de imposto.

O uso da utilidade quase-linear permite a construção de uma solução explícita para o problema ótimo do imposto de renda, que mostra como as descobertas gerais da seção anterior se traduzem nesse caso especial. É interessante observar a simples dependência dos níveis de consumo das habilidades relativas e a maneira pela qual as restrições se traduzem em um maior peso efetivo do bem-estar para o consumidor de alta habilidade. Isso mostra que esse consumidor precisa ser incentivado a fornecer mais mão-de-obra através da recompensa do consumo adicional.

Exemplo 7.1. *Suponha que a função de utilidade seja representada por*

$$U = x(1 - \ell) \tag{7.18}$$

em que x denota consumo e ℓ é o tempo de trabalho. O preço do bem de consumo é normalizado para 1. Ao trabalhar, o consumidor recebe um salário por hora ω, considerado exógeno. Sua renda do trabalho é assim $\omega\ell$. O governo tem duas soluções para aumentar algumas receitas: definir um imposto fixo T ou definir um imposto linear sobre a renda do trabalho à taxa t.

- *Determine ℓ_T, a oferta de mão-de-obra do indivíduo sob o imposto fixo.*

  O consumidor representativo maximiza a sua função de utilidade sujeito a restrição orçamentária:

$$\max_{\ell} x(1-\ell)$$
$$\textit{sujeito a } x \leq \omega\ell - T \tag{7.19}$$

que pode ser reescrito como

$$\max_{\ell}(\omega\ell - T)(1-\ell) \tag{7.20}$$

A condição de primeira ordem é

$$\frac{\partial U}{\partial \ell} = 0 \quad \iff \quad \omega - 2\omega\ell + T = 0 \tag{7.21}$$

que resulta em

$$\ell_T = \frac{1}{2} + \frac{T}{2\omega} \tag{7.22}$$

- *Determine ℓ_t, a oferta de trabalho do indivíduo sob o imposto linear sobre a renda do trabalho.*

  O consumidor representativo maximiza a sua função de utilidade sujeito a restrição orçamentária:

$$\max_{\ell} x(1-\ell)$$
$$\textit{sujeito a } x \leq \omega\ell(1-t) \tag{7.23}$$

que pode ser reescrito como

$$\max_{\ell}[\omega\ell(1-t)](1-\ell) \tag{7.24}$$

A condição de primeira ordem é

$$\frac{\partial U}{\partial \ell} = 0 \quad \Longleftrightarrow \quad (1-2\ell)(1-t)w = 0 \tag{7.25}$$

que resulta em

$$\ell_t = \frac{1}{2} \tag{7.26}$$

- *Determine R, a receita gerada pelo imposto de renda do trabalho. Qual das duas soluções leva a uma maior oferta de mão-de-obra: o imposto de renda da mão-de-obra à taxa t ou o montante fixo T que gera a mesma receita que o imposto de renda do trabalho? Qual solução deve ser escolhida pelo governo?*

  De acordo com o imposto de renda do trabalho, a receita tributária pode ser expressa como:

$$R = \ell_t \omega t = \frac{1}{2}\omega t \tag{7.27}$$

Se o imposto fixo gera a mesma receita, então:

$$T = \frac{1}{2}\omega t \tag{7.28}$$

Sob esse imposto, a oferta de trabalho é:

$$\ell_T = \frac{1}{2} + \frac{\frac{1}{2}\omega t}{2\omega} = \frac{1}{2} + \frac{t}{4} \tag{7.29}$$

Para a mesma receita tributária total, a oferta de mão-de-obra é, portanto, mais alta sob o imposto global do que sob imposto de renda trabalhista. Esse resultado advém do fato de o uso do imposto de renda do trabalho distorcer os preços relativos (aqui, os preços relativos de lazer e consumo). Por outro lado, este não é o caso do imposto fixo. Consequentemente, o governo deve optar por usar o imposto fixo T *em vez do imposto sobre o rendimento do trabalho* t.

8 Tributação do Capital

Valid economic theory exists and is applicable to all economic systems and countries. There is not a special economic theory for capitalism and another for communism, although significant differences exist in the institutions and legal frameworks to which the theory is applied.

Alchian & Allen, 1972

8.1 Introdução

É claro que um imposto tão importante quanto o imposto de renda das empresas e com ramificações em tantos setores da economia deve ser analisado em termos de equilíbrio geral, em vez de termos parciais. A principal característica do arcabouço teórico que apresento é sua natureza de equilíbrio geral. Foi inspirado por uma longa tradição de escritos no campo do comércio internacional, em que os nomes de Heckscher, Ohlin, Stolper, Samuelson, Metzler e Meade estão entre os mais proeminentes. Esses escritores investigaram os efeitos do comércio internacional, ou de determinadas políticas comerciais, sobre os preços relativos dos fatores e a distribuição de renda. Aqui examinaremos os efeitos do imposto de renda sobre essas mesmas variáveis.

Nosso modelo divide a economia em dois setores (indústria), um corporativo e outro não corporativo, cada um empregando dois fatores de produção, trabalho e capital. O imposto de renda das empresas é visto como um imposto que atinge os ganhos de capital no setor corporativo, mas não no setor não corporativo. Supõe-se que ambas as indústrias sejam competitivas, com a produção em cada uma delas governada por uma função de produção homogênea de primeiro grau (incorporando retornos constantes de escala). Não investigamos os efeitos a curto prazo da imposição do imposto sobre as sociedades, supondo que são os efeitos a longo prazo que são de maior interesse teórico e prático. No curto prazo, o imposto será necessariamente suportado pelos ganhos de equipamentos de capital fixo no setor afetado, desde que se aplique a nossa premissa de concorrência. Mas isso implicará em um desequilíbrio no mercado de capitais, com a taxa líquida de retorno aos proprietários de capital no setor tributado sendo menor que a taxa líquida de retorno recebida pelos proprietários de capital no setor não tributado. Uma redistribuição dos recursos da economia resultará, caminhando em direção a um equilíbrio de longo prazo no qual as taxas líquidas de retorno ao capital sejam iguais nos dois setores. Nesse equilíbrio de longo prazo, os salários do trabalho também serão iguais nos dois setores e as quantidades disponíveis de trabalho e capital serão totalmente empregadas.

Supõe-se também que as quantidades disponíveis de trabalho e capital na economia não sejam afetadas pela existência do imposto. Essa suposição é bastante inócua no caso do trabalho, mas, no caso do capital, é certamente questionável. É altamente provável que, como resultado da imposição do imposto sobre as sociedades, a taxa de retorno líquida recebida pelos proprietários de capital seja menor do que seria na ausência desse imposto. Essa redução no retorno ao capital pode influenciar a poupança de duas maneiras: primeiro, porque agora os proprietários do capital têm menor renda total e, segundo, porque a taxa de retorno é menor. No primeiro, devemos ter em mente que qualquer forma alternativa de aumentar a mesma receita implicaria a mesma redução de renda no setor privado; o impacto na economia do imposto sobre as sociedades seria, portanto, diferente daquele, digamos, de um imposto de renda proporcional que produza a mesma receita, apenas como resultado das diferenças que possam existir entre os grupos econômicos em suas propensões de poupança. No segundo, devemos investigar a elasticidade da oferta de poupança em relação à taxa de juros. Se essa elasticidade for zero, a alteração na taxa líquida de juros enfrentada pelos poupadores não influenciará o tamanho do estoque de capital em um dado momento, nem o caminho pelo qual o estoque de capital cresce ao longo do tempo.

Sejam as seguintes suposições do modelo:

- Oferta fixa de fatores (curto prazo, economia fechada)
- Livre mobilidade de fatores entre setores
- Pleno emprego de fatores
- Retornos constantes de escala nos dois setores de produção
- Competição perfeita

8.2 Resultados da Incidência: O Caso Cobb-Douglas

Enquanto o mercado de capitais trabalhar para equilibrar as taxas de retorno líquidas de impostos e prêmios de risco, e enquanto a imposição de um imposto de renda corporativo não tiver, por si só, um efeito significativo no (padrão de) prêmios de risco associados a diferentes tipos de atividades, é inevitável que, a longo prazo, o imposto sobre as sociedades seja incluído no preço do produto. Ou seja, de dois setores, um corporativo e um não corporativo, cada um usando a mesma combinação de trabalho e capital para produzir uma unidade de produto, o preço de equilíbrio do produto corporativo será maior que o preço de equilíbrio do produto não corporativo precisamente pelo valor do imposto sobre as sociedades pago por unidade de produto. Este resultado é considerado por algumas pessoas como evidência de que a carga do imposto sobre as sociedades é suportada pelos consumidores, ou seja, que o imposto é deslocado para a frente. Essa inferência é muito ampla. Talvez a maneira mais fácil de demonstrar o erro da inferência acima seja apresentar um simples contra-exemplo. Considere uma economia que produz apenas dois produtos, o produto X, produzido por empresas na forma corporativa, e o produto Y, produzido por empresas não corporativas. Suponha que as características de demanda da economia sejam tais que os consumidores sempre gastem metade de sua renda disponível em X e metade em Y. Suponha que as funções de produção nos dois setores sejam do tipo Cobb-Douglas, com coeficientes $1/2$ para ambos os insumos, ou seja, $X = L_X^{1/2} K_X^{1/2}$ e $Y = L_Y^{1/2} K_Y^{1/2}$, em que L_X e L_Y representam as quantidades de trabalho utilizadas nas indústrias X e Y, e K_X e K_Y as quantidades correspondentes de capital. Presume-se que os montantes totais de trabalho e capital disponíveis para a economia sejam fixos, nos níveis L e K, respectivamente.

Sob concorrência perfeita, a produção em cada setor será levada ao ponto em que o valor do produto marginal de cada fator é igual ao preço pago pelos empreendedores pelos serviços do fator. Assim, na ausência de impostos, temos

$$L_X P_L = \frac{1}{2} X P_X \tag{8.1}$$

$$K_X P_K = \frac{1}{2} X P_X \tag{8.2}$$

$$L_Y P_L = \frac{1}{2} Y P_Y \tag{8.3}$$

$$K_Y P_K = \frac{1}{2} Y P_Y \tag{8.4}$$

Se a renda total da economia for de R$ 1.200, dividida igualmente entre X e Y, o trabalho na indústria X ganhará R$ 300, o trabalho na indústria Y ganhará R$ 300, o capital na indústria X ganhará R$ 300 e o capital na indústria Y ganhará R$ 300. É claro que tanto a força de trabalho quanto o estoque de capital terão que ser igualmente divididos entre as indústrias X e Y. Escolhendo nossas unidades de trabalho e capital para que, nessa posição de equilíbrio $P_L = P_K = R\$1$, teríamos o resultado de que, sem nenhum imposto, haverá 300 unidades de trabalho na indústria X e 300 na indústria Y, e o estoque de capital será distribuído da mesma forma.

Suponha agora que um imposto de 50% seja cobrado sobre os ganhos de capital da indústria X. O trabalho na indústria X será R$ 300, assim como o trabalho na indústria Y. Como o preço pago pelos empreendedores pela mão de obra também é o preço recebido pelos trabalhadores e, como é assumido o equilíbrio no mercado de trabalho, a distribuição de equilíbrio da mão-de-obra será a mesma neste caso como no anterior, ou seja, 300 trabalhadores em cada setor.

A situação é diferente, no entanto, quando chegamos ao capital. O preço pago pelos empreendedores pelo capital, multiplicado pela quantidade de capital utilizada, será novamente de R$ 300 em cada setor. Mas o preço pago pelos empresários da indústria X incluirá o imposto, enquanto o preço pago pela indústria Y não. Com um imposto de 50% sobre o valor total pago, o capital na indústria X receberá, líquido de impostos, apenas R$ 150, enquanto o capital na indústria Y receberá R$ 300. Para obter o equilíbrio no mercado de capitais, deve haver duas vezes mais capital na indústria Y do que na indústria X. Assim, como resultado do imposto, a distribuição do capital muda: em vez de ter 300 unidades de capital em cada setor, agora temos 200 unidades no setor X e 400 unidades no setor Y. Do total de R$ 600 que os empresários estão pagando pelo capital de ambos os setores, metade será destinada ao capital do setor Y, sobre o qual nenhum imposto será pago, um quarto irá para o capital na indústria X, líquido de impostos, e um quarto irá para o governo como pagamento de impostos. O preço do capital cairá de R$ 1,00 para R$ 0,75.

Um cálculo bruto é suficiente para sugerir a incidência tributária resultante. De uma renda nacional de R$ 1.200, a mão-de-obra obteve R$ 600 antes da imposição do imposto e depois dela, mas o capital obteve apenas R$ 450 após o imposto contra R$ 600 antes do imposto. A diferença de R$ 150 é pago ao governo. O capital está claramente suportando o peso do imposto, apesar de, na situação tributária, o imposto ser incluído no que os consumidores estão pagando pela mercadoria X. É claro que isso não conta toda a história da incidência do imposto. Como o preço da mercadoria X aumenta e o preço da mercadoria Y cai, os consumidores com preferências particularmente fortes por um ou outro dos dois bens serão prejudicados ou beneficiados em seu papel de consumidores, além de qualquer benefício que obtenham. É importante perceber, no entanto, que o preço de Y diminui e que isso traz para os consumidores, como um grupo, um benefício que contrabalança a carga que eles carregam como resultado do aumento no preço de X.

Veja que:

$$
\begin{aligned}
P_Y &= \frac{2L_Y P_L}{Y} \\
P_Y &= \frac{2 \cdot 300 \cdot 1}{(300)^{1/2}(300)^{1/2}} = 2 && \Longrightarrow \quad \text{Antes do imposto} \\
P_Y &= \frac{2 \cdot 300 \cdot 1}{(400)^{1/2}(300)^{1/2}} = 1,73 && \Longrightarrow \quad \text{Depois do imposto} \\
P_X &= \frac{2L_X P_L}{Y} \\
P_X &= \frac{2 \cdot 300 \cdot 1}{(300)^{1/2}(300)^{1/2}} = 2 && \Longrightarrow \quad \text{Antes do imposto} \\
P_X &= \frac{2 \cdot 300 \cdot 1}{(200)^{1/2}(300)^{1/2}} = 2\sqrt{6} && \Longrightarrow \quad \text{Depois do imposto}
\end{aligned}
$$

No equilíbrio pós-imposto, o valor do produto marginal do capital na indústria X excede o valor na indústria Y pelo valor do imposto, enquanto a alocação eficiente de capital exigiria que esses dois valores fossem iguais. Além disso, o padrão de consumo na economia também é tornado "ineficiente" pelo imposto, porque a taxa marginal de substituição de X por Y no consumo (que é dada pelas proporções de seus preços brutos de imposto) é diferente da taxa marginal de substituição técnica de X por Y na produção (que é dada pela razão de seus preços líquidos de impostos). O resultado dessa dupla ineficiência é que os mesmos recursos, embora totalmente empregados, produzam menos renda nacional na presença do imposto do que na sua ausência. Se negligenciarmos o "excesso de carga", poderemos tratar os efeitos das mudanças nos preços de X e Y como tendo exatamente compensações sobre o bem-estar do consumidor e determinar a incidência do imposto observando o que acontece com os preços do trabalho e do capital. Essa abordagem não exclui a carga total do imposto suportado pelos consumidores, pois nos casos em que os preços (líquidos de impostos) da mão-de-obra e do capital se movem nas mesmas proporções como resultado do imposto, é igualmente correto dizer que o imposto é suportado pelos consumidores, como também dizer que a carga tributária é compartilhada por trabalho e capital na proporção de suas contribuições iniciais para a renda nacional; exemplos de tais casos são dados abaixo.

Poderíamos resumir a análise da incidência do imposto assumido sobre o capital na indústria X da seguinte forma: essa redução na renda do capital se espalha por todo o capital, seja empregado na indústria X ou na indústria Y, assim que o mercado de capitais é novamente colocado em equilíbrio após a imposição do imposto. Na medida em que os consumidores individuais têm o mesmo padrão de despesa que a média de todos os consumidores, eles não ganham nem perdem seu papel de consumidores. Na medida em que os consumidores individuais diferem da média, eles ganham se gastam uma fração maior de seu orçamento em Y que a média e perdem se gastam uma fração maior de seu orçamento em X que a média. Os ganhos daqueles consumidores que preferem Y, no entanto, são contrabalançados pelas perdas daqueles que preferem X. Se estamos preparados para aceitar esse cancelamento de ganhos e perdas como base para uma declaração de que os consumidores como um grupo não sofrem como um consequência do imposto, então podemos concluir que o capital suporta o imposto. Caso contrário, devemos nos contentar em observar que as transferências brutas de indivíduos como capitalistas e consumidores de X excedem o rendimento do imposto em uma quantidade igual à transferência bruta para os consumidores de Y.

O exemplo acima é representativo de toda a classe de casos em que as despesas são divididas entre os bens em determinadas proporções, e a produção de cada bem é determinada por uma função Cobb-Douglas. Os expoentes das funções Cobb-Douglas podem diferir de indústria para indústria, e até as taxas de imposto sobre ganhos de capital podem ser diferentes em diferentes setores tributados; no entanto, a conclusão de que o capital suporta o imposto, no sentido indicado acima, permanece. É fácil demonstrar a verdade da afirmação acima. Seja A_i a fração da renda nacional gasta no produto da indústria i, seja B_i o coeficiente do insumo trabalho na i-ésima indústria (igual à fração das receitas da i-ésima indústria que é paga em salários ao trabalho), e seja $C_i(= 1 - B_i)$ o coeficiente do insumo capital no i-ésimo setor (igual à fração dos recebimentos do i-ésimo setor que é pago [bruto de imposto] ao capital). Então $\sum A_i B_i$ será a fração da renda nacional que vai para o trabalho, tanto na situação com tributação quanto no caso em que os impostos estão ausentes. Imediatamente, pode-se concluir que a participação do trabalho na renda nacional permanecerá a mesma nos dois casos. Além disso, a distribuição do trabalho entre as indústrias também permanecerá inalterada, pois cada indústria empregará a fração $\frac{A_i B_i}{\sum A_i B_i}$ da força de trabalho em ambos os casos. Da mesma forma, o capital receberá uma fração fixa da renda nacional (bruta de imposto) igual a $\sum A_i C_i$. Quando um imposto é cobrado sobre o capital, o capital receberá $\sum A_i C_i (1 - t_i)$ líquido de impostos, e o governo receberá $\sum A_i C_i t_i$, em que t_i é a taxa percentual do imposto aplicável à renda do capital no i-ésimo setor. Assim, o capital como um todo perderá uma fração da renda nacional exatamente igual à recebida pelo governo em receitas fiscais. Como no caso apresentado no exemplo acima, a distribuição de capital entre as indústrias mudará como resultado da imposição do imposto, sendo a fração do estoque total de capital da i-ésima indústria $\frac{A_i C_i}{\sum A_i C_i}$ na ausência de impostos e $\frac{A_i C_i (1 - t_i)}{\sum A_i C_i (1 - t_i)}$ na presença do imposto. Exceto quando a alíquota do imposto de renda sobre o capital for igual em cada setor, haverá efeitos nos preços relativos e nas transferências de renda entre os consumidores, da mesma natureza geral que as descritas acima para o caso mais simples. Mas, como antes, os ganhos daqueles consumidores beneficiados com as mudanças nos preços relativos serão, em uma primeira aproximação, compensados pelas perdas daqueles consumidores prejudicados pelas mudanças de preços relativos; portanto, se aceitarmos essa compensação como um cancelamento de efeitos no que diz respeito às pessoas em seu papel de consumidor, podemos dizer que o capital suporta toda a carga do imposto.

8.3 Resultados da Incidência: O Caso de Proporções Fixas

Voltando agora a um exemplo em que existem apenas duas indústrias, suponhamos que a indústria tributada não seja caracterizada por uma função de produção Cobb Douglas, mas por uma função de produção na qual os fatores se combinem em proporções estritamente fixas. Vamos manter todas as outras suposições do exemplo anterior – que as despesas são divididas igualmente entre os dois produtos, que a produção na indústria Y é governada pela função $Y = L_Y^{1/2} K_Y^{1/2}$, que existem 600 unidades de cada fator e que os preços dos dois fatores são inicialmente cada um R$ 1,00. Essas premissas determinam que o equilíbrio inicial antes dos impostos será o mesmo de antes, com 300 unidades de cada fator ocupado em cada setor. A função de produção de proporções fixas para a indústria X, que é consistente com essas suposições, é $X = \min\{L_X, K_X\}$.

O que acontece quando um imposto de 50% é imposto sobre a receita de capital na indústria X? É claro que qualquer redução na produção que possa ocorrer na indústria X, os dois fatores de produção serão liberados para a indústria Y em quantidades iguais. Como a indústria Y já está usando uma unidade de capital por unidade de trabalho, ela pode absorver incrementos nesses dois fatores na mesma proporção sem alterar a produtividade marginal de qualquer fator em termos físicos. O preço de Y terá que cair, no entanto, para criar uma demanda maior por ele. Qualquer que seja essa queda no preço de Y, induzirá uma queda proporcional no preço de cada um dos fatores (uma vez que suas produtividades físicas marginais permanecem inalteradas). Temos, portanto, o resultado de que, no equilíbrio final após o imposto, R$ 600 serão gastos no produto da indústria Y, com metade destinada ao capital e metade ao trabalho, e R$ 600 serão gastos no produto da indústria X, com R$ 200 indo para o trabalho, R$ 200 para o capital (líquido de impostos) e R$ 200 para o governo. O preço da mão-de-obra caiu de R$ 1,00 para R$ $\frac{5}{6}$. O imposto incidirá sobre capital e mão-de-obra na proporção de suas contribuições iniciais para a renda nacional.

Deveria ser evidente que o resultado recém-obtido, de trabalho e capital sofrendo a mesma carga percentual, depende criticamente do fato de que, no exemplo acima, a indústria Y estava em posição de absorver capital e trabalho exatamente nas proporções em que foram expulsos da indústria X sem alteração nos preços relativos dos dois fatores. Se a indústria X tivesse ejetado duas unidades de trabalho para cada unidade de capital, enquanto a indústria Y usasse inicialmente quantidades iguais dos dois fatores, o preço da mão-de-obra teria que cair em relação ao preço do capital, a fim de induzir o aumento da proporção de trabalho em relação ao capital na indústria Y. Nesse caso, o trabalho suportaria mais impostos, em relação à sua participação na renda nacional, do que capital.

8.4 Modelo Geral

Embora os exemplos apresentados nas seções anteriores forneçam algumas dicas sobre a natureza do problema de incidência e sobre os fatores que provavelmente governarão a incidência do imposto de renda da empresa, eles sofrem com o defeito de se basearem em premissas restritivas específicas sobre a natureza das funções de demanda e produção. Nesta seção, apresentarei um modelo de generalidade substancialmente maior. Suponha que haja dois produtos na economia, X e Y, com suas quantidades escolhidas para que seus preços sejam inicialmente iguais à unidade. A demanda por cada produto dependerá de seu preço relativo e do nível de renda dos demandantes. A renda dos consumidores cairá naturalmente como resultado da imposição do imposto e, com a consequente restrição de sua demanda por bens, parte dos recursos será destinado ao governo. A demanda final dependerá de como os consumidores reagirão às mudanças de renda e de preço e de como o governo escolherá gastar o produto do imposto. Suponha, por uma questão de simplicidade, que a maneira pela qual o governo gastaria os impostos, se os preços iniciais continuassem a prevalecer, apenas contrabalançaria as reduções nas despesas privadas dos dois bens. Essa suposição, mais a suposição adicional de que as redistribuições de renda entre os consumidores não alteram o padrão de demanda, nos permitem tratar as mudanças na demanda em função das mudanças apenas nos preços relativos. Como o pleno emprego também é assumido, as funções de demanda para X e Y não são independentes; uma vez conhecido o nível de demanda por X, dados determinados preços e renda total do emprego, o nível de demanda por Y pode ser derivado das informações disponíveis. Portanto, podemos resumir as condições de demanda em nosso modelo por uma equação na qual a quantidade demandada de X depende da razão $\frac{P_X}{P_Y}$. Diferenciando essa função obtemos a demanda por X

$$\frac{dX}{X} = \varepsilon \left(\frac{d\left({}^{P_X}/_{P_Y}\right)}{\left({}^{P_X}/_{P_Y}\right)} \right) = \varepsilon(dP_X - dP_Y) \tag{8.5}$$

em que ε é a elasticidade-preço da demanda por X e onde é usada a suposição de que os preços iniciais eram iguais a 1 para obtermos a expressão final.

Suponha que a função de produção para X seja homogênea de grau 1. Isso nos permite escrever a oferta de X como

$$\frac{dX}{X} = f_L \frac{dL_X}{L_X} + f_K \frac{dK_X}{K_X} \tag{8.6}$$

em que f_L e f_K são as proporções iniciais de trabalho e capital, respectivamente, nos custos totais de produção de X.

Em um setor caracterizado pela competição perfeita e por uma função de produção homogênea, a variação percentual na proporção em que dois fatores de produção são usados será igual à elasticidade de substituição (S) entre esses fatores vezes a variação percentual na proporção de seus preços. Assim, temos, para a indústria Y

$$\frac{d\left({}^{K_Y}/_{L_Y}\right)}{\left({}^{K_Y}/_{L_Y}\right)} = S_Y \frac{d\left({}^{P_K}/_{P_L}\right)}{\left({}^{P_K}/_{P_L}\right)} \tag{8.7}$$

Se escolhermos unidades de trabalho e capital para que seus preços iniciais sejam iguais à unidade, isso pode ser simplificado para (resposta fatorial em Y)

$$\frac{dK_Y}{K_Y} - \frac{dL_Y}{L_Y} = S_Y(dP_K - dP_L) \tag{8.8}$$

Podemos seguir um procedimento análogo para obter uma equação para a resposta dos fatores na indústria X, mas devemos perceber aqui que o retorno ao capital está sendo sujeito a um imposto em X, mas não em Y. Se dP_K for a alteração no preço do capital relevante para as decisões de produção na indústria Y, é claramente a mudança no preço do capital líquido de impostos. A mudança no preço do capital, incluindo o imposto, será $dP_K + T$, em que T é o valor do imposto por unidade de capital. A equação da resposta fatorial para X será, portanto,

$$\frac{dK_X}{K_X} - \frac{dL_X}{L_X} = S_X(dP_K + T - dP_L) \tag{8.9}$$

em que S_X é a elasticidade da substituição entre trabalho e capital na indústria X.

As quatro equações (8.5), (8.6), (8.8) e (8.9) contêm as seguintes nove incógnitas: dX, dP_X, dP_Y, dL_X, dL_Y, dK_X, dK_Y, dP_L e dP_K. Estes podem ser reduzidos para quatro pelo uso das cinco equações adicionais a seguir:

$$dK_Y = -dK_X \tag{8.10}$$

$$dL_Y = -dL_X \tag{8.11}$$

$$dP_X = f_L dP_L + f_K(dP_K + T) \tag{8.12}$$

$$dP_Y = g_L dP_L + g_K dP_K \tag{8.13}$$

$$dP_L = 0 \tag{8.14}$$

As equações (8.10) e (8.11) vêm do pressuposto de que a oferta de fatores é fixa: a quantidade de qualquer fator reduzida em uma das duas indústrias deve ser absorvida pela outra. As equações (8.12) e (8.13) provêm dos pressupostos de funções homogêneas de produção nos dois setores e da concorrência perfeita. Essas premissas garantem que os pagamentos por cada fator esgotam a receita total em cada setor. Assim, para a indústria Y, temos como uma aproximação de primeira ordem

$$P_Y dY + Y dP_Y = P_L dL_Y + L_Y dP_L + P_K dK_Y + K_Y dP_K \tag{8.15}$$

Como o produto marginal do trabalho em Y é $\frac{P_L}{P_Y}$ e o produto marginal do capital em Y é $\frac{P_K}{P_Y}$, também temos a seguinte aproximação de primeira ordem, $P_Y dY = P_L dL_Y + P_K dK_Y$. Usando esse fato, temos que $Y dP_Y = L_Y dP_L + K_Y dP_K$, que, dividindo por Y e lembrando que os preços iniciais de fatores e produtos são considerados igual a unidade, encontramos (8.13), em que g_L e g_K representam os *shares* iniciais de trabalho e capital, respectivamente, no produto da indústria Y. Um procedimento exatamente análogo aplicado à indústria X produz a equação (8.12); aqui, no entanto, deve-se ter em mente que a mudança no preço do capital, vista pelos empreendedores da indústria X, não é dP_K, mas $dP_K + T$.

A equação (8.14) é de uma variedade diferente das demais. As equações do modelo contêm variações absolutas de preços como variáveis, enquanto na teoria econômica subjacente são apenas os preços relativos que importam. Precisamos de algum tipo de numerário, cujo preço é expresso pelos outros preços, e a equação (8.14) expressa o preço do trabalho como esse numerário. Essa escolha não restringe a generalidade de nossos resultados. O governo invariavelmente ganhará $K_X T$ em receita tributária. Se o preço do capital, líquido de impostos, cair em $\frac{K_X T}{K_X + K_Y}$ como resultado do imposto, podemos concluir que o capital suporta todo o imposto. A mudança na renda nacional, medida em unidades do preço da mão-de-obra, é $K_X T + (K_X + K_Y) dP_K$, portanto o resultado assumido acima deixaria inalterada a parte do trabalho na renda nacional, enquanto a parte do capital cairia pelo valor ganho pelo governo. Se a solução de nossas equações nos dissesse que dP_K era zero, por outro lado, teríamos que concluir que trabalho e capital estavam pagando o imposto na proporção de suas contribuições iniciais para a renda nacional. Os preços relativos do trabalho e do capital (líquidos de impostos) permaneceriam os mesmos de antes, e, portanto, ambos os fatores teriam sofrido o mesmo declínio percentual na renda real como resultado do imposto. O caso em que o trabalho suporta toda a carga do imposto surge quando a variação percentual no preço líquido do capital (medido em unidades salariais) é igual à variação percentual na renda nacional (também medido em unidades salariais). Como dP_K já está em termos percentuais porque o preço inicial do capital é igual à unidade, essa condição pode ser escrita $dP_K = \dfrac{K_X T + (K_X + K_Y) dP_K}{L_X + L_Y + K_X + K_Y}$, que se reduz a $dP_K = \dfrac{K_X T}{L_X + L_Y}$. Assim, a escolha do preço da mão-de-obra como numerário de modo algum predestina a mão-de-obra a não suportar o ônus do imposto, como se poderia supor a princípio; de fato, essa suposição não restringe a solução do problema de incidência.

Substituindo as equações (8.10) a (8.14) em (8.5), (8.6), (8.8) e (8.9), obtemos:

$$\frac{dX}{X} = \varepsilon \left[f_K (dP_K + T) - g_K dP_K \right] \tag{8.16}$$

$$\frac{dX}{X} = f_L \frac{dL_X}{L_X} + f_K \frac{dK_X}{K_X} \tag{8.17}$$

$$\frac{K_X(-dK_X)}{K_Y K_X} - \frac{L_X(-dL_X)}{L_Y L_X} = S_Y dP_K \tag{8.18}$$

$$\frac{dK_X}{K_X} - \frac{dL_X}{L_X} = S_X (dP_K + T) \tag{8.19}$$

Igualando (8.16) e (8.17), obtemos um sistema 3×3:

$$\begin{cases} \varepsilon f_K T = \varepsilon(g_K - f_K)dP_K + f_L \dfrac{dL_X}{L_X} + f_K \dfrac{dK_X}{K_X} \\ \\ 0 = S_Y dP_K - \dfrac{L_X}{L_Y}\dfrac{dL_X}{L_X} + \dfrac{K_X}{K_Y}\dfrac{dK_X}{K_X} \\ \\ S_X T = -S_X dP_K - \dfrac{dL_X}{L_X} + \dfrac{dK_X}{K_X} \end{cases} \tag{8.20}$$

Escrevendo o sistema em formato matricial, temos:

$$\begin{pmatrix} \varepsilon(g_K - f_K) & f_L & f_K \\ \\ S_Y & -\dfrac{L_X}{L_Y} & \dfrac{K_X}{K_Y} \\ \\ -S_X & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dP_K \\ \\ \dfrac{dL_X}{L_X} \\ \\ \dfrac{dK_X}{K_X} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varepsilon f_K T \\ \\ 0 \\ \\ S_X T \end{pmatrix} \tag{8.21}$$

Podemos usar a regra de Cramer para resolver para dP_K:

$$dP_K = \frac{\begin{vmatrix} \varepsilon f_K & f_L & f_K \\ 0 & -\dfrac{L_X}{L_Y} & \dfrac{K_X}{K_Y} \\ S_X & -1 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \varepsilon(g_K - f_K) & f_L & f_K \\ S_Y & -\dfrac{L_X}{L_Y} & \dfrac{K_X}{K_Y} \\ -S_X & -1 & 1 \end{vmatrix}} \cdot T \tag{8.22}$$

Podemos reescrever o problema como:

$$dP_K = \frac{\varepsilon f_K \left(\dfrac{K_X}{K_Y} - \dfrac{L_X}{L_Y}\right) + S_X \left(f_L \dfrac{K_X}{K_Y} + f_K \dfrac{L_X}{L_Y}\right)}{\varepsilon(g_K - f_K)\left(\dfrac{K_X}{K_Y} - \dfrac{L_X}{L_Y}\right) - S_Y - S_X \left(f_L \dfrac{K_X}{K_Y} + f_K \dfrac{L_X}{L_Y}\right)} \cdot T \tag{8.23}$$

Para resolver o determinante é utilizado o fato de que $(f_L + f_K) = 1$.

Antes de examinarmos algumas das implicações econômicas dessa solução, vamos estabelecer o fato de que o denominador é necessariamente positivo. S_X é necessariamente negativo; a expressão entre parênteses que multiplica no denominador é necessariamente positiva; e S_X é precedido por um sinal de menos; portanto, todo o terceiro termo no denominador é positivo. $(-S_Y)$ também é positivo. No primeiro termo, ε é negativo, de modo que, se for possível demonstrar que $(g_K - f_K)\left(\dfrac{K_X}{K_Y} - \dfrac{L_X}{L_Y}\right)$ é negativo ou zero, será estabelecido que todo o denominador é positivo (ou, no caso limite, zero). Se g_K for maior que f_K, a indústria Y consumirá mais capital do que a indústria X e $\left(\frac{K_X}{K_Y} - \frac{L_X}{L_Y}\right)$ deverá ser negativo; portanto, o produto indicado deve ser negativo. Da mesma forma, se $(g_K - f_K)$ for negativo, o setor X será o mais intensivo em capital dos dois setores e $\left(\frac{K_X}{K_Y} - \frac{L_X}{L_Y}\right)$ será positivo. Todo o primeiro termo no denominador é, portanto, positivo, e o denominador também.

Proposição 8.1: Utilização Relativa dos Insumos

Somente se a indústria tributada for relativamente mais intensiva em trabalho do que capital, o trabalho poderá suportar mais impostos, proporcionalmente à sua participação inicial na renda nacional.

Demonstração. Lembre-se de que quando dP_K é zero, trabalho e capital arcam com o imposto exatamente na proporção de suas participações iniciais na renda nacional. Para que o trabalho suporte mais do que isso, dP_K deve ser positivo. Como o denominador é positivo, o sinal de dP_K será determinado pelo sinal do numerador. O segundo termo no numerador é necessariamente negativo; portanto, dP_K pode ser positivo apenas se o primeiro termo for positivo e maior em magnitude absoluta que o segundo termo. Como ε é negativo, o primeiro termo pode ser positivo apenas se $\left(\frac{K_X}{K_Y} - \frac{L_X}{L_Y}\right)$ for negativo, e isso só poderá ocorrer se o setor X for relativamente mais intensivo em trabalho do que o setor Y. ■

Proposição 8.2: Elasticidade de Substituição e Elasticidade da Demanda

Se a elasticidade de substituição entre trabalho e capital (S_X) no setor tributado é tão grande ou maior em valor absoluto do que a elasticidade da demanda (ε) pelo produto do setor tributado, o capital deve arcar mais com o imposto do que com o trabalho, em relação às suas participações de renda iniciais .

Demonstração. Nesse caso, o termo $-\varepsilon f_K \frac{L_X}{L_Y}$, que é o único termo que pode dar ao numerador um sinal positivo, é dominado pelo termo $S_X f_K \frac{L_X}{L_Y}$. ■

Proposição 8.3: Elasticidade de Substituição

Se a elasticidade de substituição entre trabalho e capital no setor tributado é tão grande em valor absoluto quanto a elasticidade de substituição entre os dois produtos finais, o capital deve suportar mais impostos do que mão-de-obra, em relação às suas participações iniciais nos rendimentos.

Demonstração. Isso vale do acima exposto, uma vez que a elasticidade de substituição entre X e Y deve ser maior em valor absoluto do que a elasticidade da demanda por X. A fórmula que relaciona a elasticidade de substituição entre X e Y, que denotarei por V, e a elasticidade da demanda por X, ε, é $\varepsilon = V\left(\dfrac{Y}{X+Y}\right)$. ■

Proposição 8.4: Elasticidade de Substituição no Setor Não Tributado

Quanto maior a elasticidade de substituição entre trabalho e capital no setor não tributado, maior será a tendência do trabalho e do capital de arcar com o imposto proporcionalmente às suas quotas de renda iniciais.s

Demonstração. Essa elasticidade, S_Y, aparece apenas no denominador. Não altera o sinal, mas a magnitude da expressão para dP_K. Quanto maior for S_Y, em valor absoluto, menor será o valor absoluto de dP_K. No limite, em que S_Y é infinito, dP_K deve ser zero: nesse caso, os preços relativos do trabalho e do capital são determinados na indústria não tributada; o imposto não pode afetá-los. ■

Proposição 8.5: Elasticidade de Substituição no Setor Tributado

Quanto maior a elasticidade de substituição entre trabalho e capital no setor tributado, mais próximas, *ceteris paribus*, será a taxa de retorno pós-imposto sobre o capital com a taxa inicial de retorno menos a taxa unitária aplicada ao capital na indústria X.

Demonstração. Essa elasticidade, S_X, aparece no numerador e no denominador de com coeficientes iguais, mas com sinais opostos. Quando S_X é infinito, e as outras elasticidades finitas, a expressão para dP_K é igual a $-T$. O preço do capital na indústria tributada deve, nesse caso, ter a mesma relação com o preço da mão de obra que existia no período anterior à situação tributária. O preço líquido do capital deve, portanto, cair no valor do imposto por unidade de capital em X. Como essa queda no preço se aplica ao capital empregado em Y e também em X, a redução na renda do capital deve exceder a quantidade de receita obtida pelo governo; a renda real do trabalho deve, portanto, aumentar. Quando S_X não é infinito, sua contribuição é mover o valor de dP_K em direção a $-T$. ∎

Proposição 8.6: Elasticidade de Substituição e Proporção de Fatores

Quando as proporções de fatores são inicialmente as mesmas em ambas as indústrias, o capital suportará a carga total do imposto se as elasticidades de substituição entre trabalho e capital forem as mesmas em ambas as indústrias, suportará menos que a carga total do imposto se a elasticidade de substituição entre trabalho e capital é maior no setor não tributado do que no setor tributado e suportará mais do que toda a carga tributária se a elasticidade de substituição for maior no setor tributado

Demonstração. Quando $\dfrac{K_X}{K_L} = \dfrac{L_X}{L_K}$, os primeiros termos no numerador e no denominador desaparecem e a expressão é simplificada para $dP_K = -T\left(\dfrac{S_X K_X}{S_Y K_Y + S_X K_X}\right)$. Quando, adicionalmente, $S_X = S_Y$, isso se reduz a $-T\left(\dfrac{K_X}{K_Y + K_X}\right)$, que foi indicado anteriormente como a condição para o capital suportar exatamente a carga total do imposto. Quando S_X for maior que S_Y, a carga de capital será maior do que no caso em que as duas elasticidades são iguais e, inversamente. ∎

Proposição 8.7: Elasticidade da Demanda da Mercadoria Tributada

Quando a elasticidade da demanda pela mercadoria tributada é zero, os resultados são um pouco semelhantes aos que acabamos de alcançar. Nesse caso, no entanto, o capital não suporta necessariamente toda a carga tributária, mesmo quando as elasticidades de substituição são iguais nas duas indústrias. É um pouco mais importante se a indústria tributada exige muito trabalho e um pouco menos se a indústria tributada exige muito capital.

Proposição 8.8: Elasticidade de Substituição nas Indústrias

Quando a elasticidade de substituição entre trabalho e capital é zero nas duas indústrias, a incidência do imposto dependerá unicamente das proporções relativas em que os fatores são usados nas duas indústrias, sendo que a mão-de-obra suportará o imposto mais do que na proporção da sua contribuição inicial à renda nacional quando o setor tributado é relativamente intensivo em trabalho e vice-versa.

Demonstração. Neste caso $dP_K = \dfrac{f_K T}{g_K - f_K}$, que será positivo quando g_K for maior que f_K (indústria tributada relativamente intensiva em mão-de-obra) e negativo quando f_K for maior que g_K (indústria tributada relativamente intensiva em capital). ■

Exemplo 8.1. *Suponha que estimamos os seguintes dados:*

Tabela 8.1 – Valores iniciais

	$\frac{K_X}{K_Y}$	$\frac{L_X}{L_Y}$	f_K	f_L	g_K
Conjunto 1	1	10	$\frac{1}{11}$	$\frac{10}{11}$	0,5
Conjunto 2	2	10	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$	0,5

Substituindo na expressão para dP_K, obtemos:

$$dP_K^I = \frac{\varepsilon\left(\frac{1}{11}\right)(1-10) + S_X\left(1\cdot\frac{10}{11} + 10\cdot\frac{1}{11}\right)}{\varepsilon\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{11}\right)(1-10) - S_Y - S_X\left(1\cdot\frac{10}{11}+10\cdot\frac{1}{11}\right)}\cdot T$$

$$= \frac{T(-9\varepsilon + 20S_X)}{-40,5\varepsilon - 11S_Y - 20S_X} \tag{8.24}$$

$$dP_K^{II} = \frac{\varepsilon\left(\frac{1}{6}\right)(2-10) + S_X\left(1\cdot\frac{5}{6} + 10\cdot\frac{1}{6}\right)}{\varepsilon\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{6}\right)(2-10) - S_Y - S_X\left(1\cdot\frac{5}{6}+10\cdot\frac{1}{6}\right)}\cdot T$$

$$= \frac{T(-8\varepsilon + 20S_X)}{-16\varepsilon - 6S_Y - 20S_X} \tag{8.25}$$

A incidência final depende de todo o conjunto de elasticidades.

8.5 Extensões

Talvez o resultado mais proeminente dos modelos dinâmicos de tributação ótima seja que a tributação da renda do capital deve ser evitada. Esse resultado, controverso desde o início em meados da década de 1980, foi modificado de algumas maneiras sutis e desafiado diretamente em outras, mas sua forte lógica subjacente a tornou a referência.

A intuição para um imposto zero sobre o capital pode ser desenvolvida de várias maneiras. Primeiro, como o equipamento de capital é um insumo intermediário para a produção do produto futuro, o resultado de Diamond e Mirrlees (1971) sugere que ele não deve ser tributado. Segundo, porque um imposto sobre capital é efetivamente um imposto sobre o consumo futuro, mas não sobre o consumo atual, viola a prescrição de Atkinson e Stiglitz (1976) para tributação uniforme. De fato, um imposto sobre o capital impõe um imposto cada vez maior ao consumo ainda mais no futuro, portanto sua violação do princípio da tributação uniforme das mercadorias é extrema.

Uma terceira intuição para um imposto zero sobre o capital deriva da elaboração do problema tributário considerado por Frank Ramsey (1928). Em artigos importantes, Chamley (1986) e Judd (1985) examinam a tributação ótima do capital nesse modelo. Eles descobriram que, no curto prazo, um imposto positivo sobre o capital pode ser desejável, porque é um imposto sobre o capital antigo e, portanto, não é distorcido. A longo prazo, no entanto, um imposto zero sobre o capital é ideal. No modelo de Ramsey, pelo menos algumas famílias são modeladas como tendo um horizonte infinito de planejamento (por exemplo, podem ser dinastias cujas gerações são altruisticamente conectadas como em Barro, 1974). Essas famílias determinam quanto economizar com base no desconto do futuro e no retorno ao capital na economia. No equilíbrio de longo prazo, suas decisões de poupança são perfeitamente elásticas em relação à taxa de retorno após os impostos. Assim, qualquer imposto sobre a renda do capital deixará inalterado o retorno após o imposto para o capital, o que significa que o retorno antes do imposto ao capital deve aumentar, reduzindo o tamanho do estoque de capital e a produção agregada na economia. Essa distorção é tão grande que torna qualquer tributação sobre a renda do capital subótima em comparação com a tributação sobre a renda do trabalho, mesmo na perspectiva de um indivíduo sem poupança (Mankiw, 2000). Essa mensagem é fortalecida na economia moderna pela crescente globalização do mercado de capitais, que pode levar a respostas altamente elásticas dos fluxos de capital às mudanças tributárias, mesmo no curto prazo.

Pode-se encontrar razões para questionar o imposto zero sobre o capital. Se todos os indivíduos tiverem horizontes de planejamento relativamente curtos, como nos modelos de gerações sobrepostas, a tributação do capital poderá fornecer redistribuição sem os efeitos dramáticos na acumulação de capital identificados na literatura de Ramsey. Alternativamente, se os indivíduos acumulam poupança para se proteger contra choques, pode haver superacumulação agregada de capital, justificando a tributação do capital. Apesar dessas possíveis exceções, no entanto, a lógica para baixos impostos sobre o capital é poderosa: a oferta de capital é altamente elástica, os impostos sobre o capital produzem grandes distorções nos planos de consumo intertemporais e desencorajam a economia, e a acumulação de capital é central para a produção agregada da economia.