ISSN 1022-4057

Português

English

Español

ECONOMIC ANALYSIS OF LAW REVIEW

abde
Associação Brasileira
de Direito e Economia

Universidade
Católica de Brasília

EDITORA
universa

www.ealr.com.br

Economic Analysis of Law Review

A Política Fiscal como um Jogo entre União, Estados e Municípios no Federalismo Fiscal Brasileiro¹

Fiscal Policy as a Game among the Union, the States and Municipalities in Brazilian Fiscal Federalism

Liderau dos Santos Marques Júnior²
*Fundação de Economia e Estatística Siegfried
Emanuel Heuser (FEE)*

Cristiano Aguiar de Oliveira³
*Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e
PPGOM/UFPel*

Eugenio Lagemann⁴
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

RESUMO

O objetivo principal do presente trabalho é o de propor, utilizando o instrumental da teoria dos jogos, um modelo de política fiscal com competição tributária vertical que represente o caso brasileiro. No jogo de política fiscal entre União e um estado se consideram três situações: na primeira, as decisões são tomadas simultaneamente; na segunda, a União possui a vantagem de jogar primeiro levando em conta a reação do estado; e na terceira, propõe-se uma situação onde o estado detém o monopólio do poder de tributar. A partir dos dados da carga tributária da União e dos estados para o período de 1947 a 2009, são encontradas evidências empíricas que corroboram a discussão proposta.

Palavras-chave: Teoria dos Jogos; Competição Tributária; Política Fiscal; Federalismo Fiscal.
JEL: C79, E61, H77.

ABSTRACT

Using game theory tools, the main purpose of this paper is to propose a model of fiscal policy with vertical tax competition which represents the Brazilian case. In a game of fiscal policy between federal government and one representative state three situations are considered: in the first, the decisions of fiscal policy are simultaneous; in the second, the federal government has first move advantage; and in the third it is proposed a situation where the state has the monopoly power to tax. Using the federal government and states tax rates over the 1947 to 2009 an empirical evidence for the proposed model is found.

Keywords: Game Theory; Tax Competition; Fiscal Policy; Fiscal Federalism.
R: 16/9/12 **A:** 10/12/12 **P:** 27/1/13

¹ Artigo premiado no VI Congresso de Direito e Economia do Instituto de Direito e Economia do Rio Grande do Sul – IDERS.

²E-mail: liderau@fee.tche.br

³E-mail: cristiano.oliveira@furg.br

⁴E-mail: eugenio.lagemann@gmail.com

1. Introdução

A competição tributária entre governos de mesmo nível e entre governos de diferentes níveis numa federação gera externalidades sobre as receitas tributárias de cada ente federado. A análise clássica sobre a competição tributária horizontal (CTH), ou seja, entre governos de mesmo nível é a de Gordon (1983). A literatura sobre externalidades horizontais propõe que os tributos, e as correspondentes arrecadações, tendem a ser baixos em razão da concorrência entre os governos de mesmo nível por investimentos e crescimento econômico. Em razão da baixa arrecadação se tem como efeito a provisão insuficiente de bens públicos. O lobby empresarial e a disposição dos governos em promover política industrial acirram a CTH acarretando em distorções tanto na localização como nos níveis da atividade econômica. Viol (1999) e Da Silva (2001) apresentam uma discussão sobre o modelo de Gordon para analisar os efeitos da competição tributária entre estados e entre países. Prado e Cavalcanti (2000) analisam a CTH entre os estados brasileiros, também chamada de guerra fiscal, como estratégia de atração de investimentos. Para Brennan e Buchanan (1980), um efeito positivo da CTH é conter a tendência de crescimento das ações dos governos, enquanto Sato (2003) salienta que quanto menor é o nível arrecadado de impostos, menor é a apropriação de receitas por determinados grupos (*rent seeking*).

Por sua vez, a competição tributária vertical (CTV) se refere às externalidades verticais que surgem entre diferentes níveis de governo de uma federação. Estas externalidades podem aparecer, por exemplo, quando o governo central eleva as alíquotas de tributos de sua competência, gerando impactos sobre as finanças públicas de estados e municípios. Sobel (1997) e Keen (1998) argumentam que a CTV tem como efeito a elevação da carga tributária. Tal efeito decorre da falta de coordenação entre os diferentes níveis de governos. O trabalho de Keen (1998) se destaca por considerar que a CTV é, na realidade, um jogo onde o governo central tem ativa participação na disputa por uma maior parcela do “bolo tributário”. O problema das externalidades fiscais verticais, embora pouco discutido na literatura brasileira, apresenta uma sólida literatura internacional, dentre os quais se destacam os trabalhos de Boadway, Marchand e Vigneault (1998), Dahlby e Wilson (2003), Flowers (1988), Hoyt (2001), Hoyt e Jensen (1996), Johnson (1988) e Keen e Kotsogiannis (2003). Em todos esses trabalhos, a tributação sobre a mesma base por parte de diferentes níveis de governo gera um problema semelhante ao da tragédia dos comuns, qual seja, o de excesso de exploração dos recursos quando a propriedade é comum. Viol (1999) e Rezende *et al.* (2007) descrevem o problema da CTV considerando o caso brasileiro, contudo, os autores não apresentam qualquer formalização e/ou evidência empírica.

O objetivo principal do presente trabalho é o de analisar a CTV no Brasil utilizando o instrumental da teoria dos jogos. Propõe-se um jogo de política fiscal, em que os jogadores são a União e os estados. Ressalta-se que ao se propor a abordagem da teoria dos jogos para se entender o fenômeno da CTV, se reconhece que o governo federal é um ativo jogador do jogo da política fiscal. Desse modo, há um afastamento da linha tradicional que assume o governo federal como o planejador social - um *deus ex machina* que só aparece para solucionar ineficiências que têm origem nas relações dos governos subnacionais.

Em princípio, o jogo proposto trata de responder às seguintes indagações: caso o governo federal resolva promover uma alteração nos tributos de sua competência, que externalidades são produzidas sobre as finanças públicas dos governos estaduais? A ausência de coordenação da política fiscal entre estados e o governo federal resulta numa carga tributária elevada? Ademais, o artigo apresenta evidências empíricas do jogo proposto.

O artigo está assim organizado. A segunda seção apresenta um jogo entre a União e um estado onde se busca mostrar os efeitos de uma alteração na política fiscal da União sobre as finanças públicas do estado. Na terceira seção têm-se as evidências empíricas para o jogo da política fiscal entre União e estados. Finalmente, na quarta seção são apresentadas as considerações finais.

2. O Modelo da Política Fiscal como um Jogo

O objetivo do modelo é verificar os efeitos gerados sobre os níveis de arrecadação quando os dois níveis de governo, ao maximizarem suas funções utilidade, alteram as alíquotas de impostos de sua competência. Outro objetivo é determinar o nível de receita tributária resultante levando-se em conta que a União e o estado são ativos jogadores do jogo da política fiscal.⁵

A proposição de um jogo é justificada porque os estados e a União interagem ao tributar sobre a mesma base. Ambos sabem que suas decisões de política fiscal afetam uns aos outros e cada esfera de governo toma decisões de política fiscal, sem atuar de forma cooperativa, considerando as reações das demais esferas.⁶

As ações são representadas pelo conjunto de alíquotas nominais possíveis de serem escolhidas por ambos os jogadores. A União e o estado se financiam através de tributos distorcivos, ou seja, de impostos que alteram o comportamento dos agentes privados. O *payoff* de cada jogador é a utilidade obtida a partir do resultado orçamentário de equilíbrio. As competências tributárias determinam a receita disponível do estado e da União. Para simplificar, a receita tributária da União arrecadada no estado é superior ao que é transferido para o mesmo.⁷ As transferências da União ao estado são constitucionais, portanto, independem das decisões de política fiscal do estado.

Se o estado escolhe a alíquota nominal t_E e a União escolhe a alíquota nominal t_U , então a receita tributária total é dada pela receita tributária disponível do estado, T_E , mais a receita tributária disponível da União, T_U . Evidentemente, se está assumindo uma alíquota padrão para cada jogador.

A função da receita tributária disponível do estado é denotada por $T_E(t_E, t_U)$ e a função da União é representada por $T_U(t_U, t_E)$. Assume-se que a receita tributária disponível de cada jogador é uma função positiva da alíquota nominal escolhida pelo próprio jogador e uma função negativa em relação à alíquota nominal escolhida pelo outro jogador. Ademais, outra suposição importante é que o estado e a União tributam a mesma base. Para simplificar, a exemplo de Keen (1998), supõe-se que a base tributária não se desloca entre os estados e, portanto, exclui-se a possibilidade de competição tributária horizontal entre os estados. Desta forma, não se considera as possíveis inter-relações entre a CTV e a CTH.

Admite-se, além disso, a validade da curva de Laffer, o que significa dizer que a receita tributária marginal dos jogadores é decrescente em relação às suas respectivas alíquotas. Assim,

⁵ Para simplificar, se consideram apenas dois jogadores e dois níveis de governo.

⁶ Aguirre e Dias (2009) não se referem ao jogo da política fiscal, mas admitem a existência de uma luta entre os níveis de governo tendo como consequência uma competição predatória e o aumento da carga tributária.

⁷ Se a arrecadação dos tributos de competência do governo federal no estado retornasse totalmente ao mesmo, os efeitos da externalidade sobre as finanças públicas desapareceriam. Ressalta-se que as externalidades dentro de uma federação assumem diversas formas, tanto do lado dos gastos como das receitas tributárias. Na presente análise o foco são as externalidades sobre as receitas tributárias entre os dois níveis de governo.

inicialmente, a receita tributária marginal é positiva; no ponto de maximização da receita tributária, a receita tributária marginal é igual a zero; após este ponto, torna-se negativa.

A função despesa total do estado é denotada por $G_E(t_E)$ e da União é dada por $G_U(t_U)$. Supõe-se que G_E é a quantidade de bens públicos estaduais e G_U a quantidade de bens públicos federais. Implicitamente, supõe-se que os bens públicos são perfeitamente substituíveis. Ademais, supõe-se que as despesas públicas, tanto da União como do estado, sejam flexíveis, isto é, na hipótese de queda da receita, as despesas se reduzem de modo a se manter o equilíbrio orçamentário. Pressupõe-se que a função despesa total do estado ou da União possui uma relação com a alíquota nominal. Portanto, dependendo da posição que se está na Curva de Laffer, caso um jogador altere a alíquota nominal, de modo a elevar a sua receita disponível, isto também elevará a sua despesa total. Por simplicidade, presume-se que a função despesa marginal do estado, $G'_E(t_E)$, e a função despesa marginal da União, $G'_U(t_U)$, são constantes.⁸

Na literatura econômica sobre federalismo fiscal existem, basicamente, dois tipos de governo. O governo Leviatã visa apenas a maximizar sua receita e o governo benevolente escolhe a alíquota de imposto que maximiza o bem-estar do consumidor. No presente modelo não se assume um tipo específico de governo, admitindo-se tão somente que cada governo maximiza uma função utilidade que depende do equilíbrio orçamentário.⁹ A função utilidade do estado é dada por:

$$U_E = T_E(t_E, t_U) - G_E(t_E) \quad (1)$$

onde $T_E(t_E, t_U) - G_E(t_E)$ é o resultado orçamentário do estado. A função utilidade da União é:

$$U_U = T_U(t_U, t_E) - G_U(t_U) \quad (2)$$

onde $T_U(t_U, t_E) - G_U(t_U)$ é o resultado orçamentário da União.

Note que a receita tributária disponível de cada jogador depende da sua própria alíquota e da alíquota do outro jogador. Isto ocorre em razão das externalidades sobre as receitas que são geradas no sistema de federalismo fiscal brasileiro. Há, portanto, uma função de reação que considera as possíveis alíquotas que podem ser escolhidas pelo outro jogador. Para cada alíquota nominal que a União escolhe, a partir da curva de reação do estado tem-se a alíquota nominal correspondente ao ponto de maximização da sua função utilidade. Quando a União escolhe uma alíquota t_U , o estado escolhe a alíquota t_E que maximiza U_E .

Diferenciando (1) com relação a t_E , mantido t_U constante, conclui-se que a alíquota t_E que maximiza U_E satisfaz a seguinte condição:

$$T'_E(t_E, t_U) - G'_E(t_E) = 0 \quad (3)$$

onde T'_E é a receita tributária marginal (RM) e $G'_E(t_E)$ é a despesa marginal (DM). Analogamente, diferenciando (2) com relação a t_U , mantido t_E constante, conclui-se que a alíquota t_U que maximiza U_U satisfaz a seguinte condição:

⁸ No apêndice assume-se que $0 \leq G'(t) < 1$ para que as alíquotas e a carga tributária não sejam negativas. Isto significa dizer, que o acréscimo (decréscimo) nos gastos totais é inferior ao acréscimo (decréscimo) na receita disponível. Esta hipótese é intuitiva quando se considera que uma redução na receita implica redução na despesa total, porém não mesma proporção em razão da rigidez para baixo dos gastos públicos no caso brasileiro.

⁹ Segundo Oates (2005), esta proposição está de acordo com a abordagem da escolha pública.

$$T'_U(t_U, t_E) - G'_U(t_U) = 0 \quad (4)$$

As equações (3) e (4) mostram que, no ótimo, o incremento de despesa é compensado por um incremento da receita.

Suponha que apenas o estado tem poder de tributar, isto é, presume-se que $t_U=0$. Na Figura 1, a alíquota t_E^1 satisfaz a condição receita tributária marginal, RM, igual a despesa marginal, DM, quando $t_U=0$. No ponto de equilíbrio A, a receita tributária disponível do estado é igual à despesa total do estado. Desse modo, excluindo-se a despesa com o serviço da dívida, em equilíbrio o resultado primário é superavitário. Na Figura 1 se tem a alíquota nominal do estado, t_E^1 , correspondente ao ponto de equilíbrio A.

Figura 1 Alíquota do Estado de Equilíbrio

Agora suponha que a União também tem poder de tributar na mesma jurisdição do estado. Assim, a União ficará com uma parcela da receita tributária total e, conseqüentemente, a receita tributária disponível do estado se reduzirá. Na Figura 1 o novo ponto de equilíbrio do estado é B, onde T_E^2 é igual à despesa total G_E^2 . Isto significa que para manter o equilíbrio orçamentário o estado deve reduzir suas despesas, caso contrário, passará a ter déficit nominal.

A Figura 2 mostra como um nível de governo reage a mudanças nas alíquotas nominais do outro (curvas de reação). Quando $t_U > 0$, há uma redução da alíquota nominal efetiva do estado. À

medida que a União eleva a sua alíquota nominal, t_U , a receita tributária disponível do estado, T_E , diminui, enquanto a receita tributária disponível da União, T_U , aumenta. Assim, a alíquota nominal da União cresce até um ponto crítico, onde a alíquota do estado é igual a zero. Por outro lado, à medida que a alíquota nominal do estado cresce, a receita tributária disponível da União diminui até um ponto crítico, no qual a alíquota da União é igual a zero. Note que as curvas de reação são simétricas.

Figura 2 Equilíbrio de Nash

Neste jogo simultâneo com informação imperfeita, o equilíbrio de Nash é obtido no ponto de interseção entre as curvas de reação das alíquotas nominais conforme mostra a Figura 2. Portanto, existe um par de alíquotas nominais de equilíbrio, (t_E^N, t_U^N) , com as quais o estado e a União maximizam suas funções utilidade, obtendo equilíbrio orçamentário e superávit primário.

No ponto de equilíbrio de Nash (t_E^N, t_U^N) , a alíquota nominal t_E^N satisfaz:

$$T'_E(t_E^N, t_U^N) = G'_E(t_E^N) \quad (5)$$

E uma alíquota nominal t_U^N satisfaz:

$$T'_U(t_U^N, t_E^N) = G'_U(t_U^N) \quad (6)$$

Então, seja (t_E^N, t_U^N) o equilíbrio de Nash e considere os pares de alíquotas nominais (t_E, t_U) que geram para o estado o mesmo nível de utilidade obtido no ponto de equilíbrio. O conjunto de pares de alíquotas nominais que geram igual nível de utilidade do ponto de equilíbrio é chamado de curva isoutilidade do estado.

A Figura 3 mostra as curvas isoutilidade do estado e da União. No ponto de equilíbrio, dada a alíquota nominal da União t_U^N , a utilidade do estado é máxima em t_E^N . Quanto menores as alíquotas nominais da União, maior é a utilidade do estado, isto porque maior é a receita tributária disponível e, por conseguinte, maiores são os gastos do estado. Para qualquer alíquota $t_U < t_U^N$, existe um intervalo de alíquotas nominais próximas a t_E^N no qual a utilidade do estado é superior ao nível de utilidade de equilíbrio. Analogamente, o conjunto de pares (t_E, t_U) de alíquotas que geram para a União o mesmo nível de utilidade obtido no ponto de equilíbrio formam a curva isoutilidade da União.

A área indicada pela seta na Figura 3 é formada por um conjunto de pares de alíquotas nominais (t_E, t_U) que geram maiores níveis de utilidade para o estado e a União em relação ao ponto de equilíbrio. Isto é, as alíquotas nominais de equilíbrio de Nash não maximizam a

utilidade total do estado e da União, portanto, a presença de competição tributária vertical gera perda de bem estar para os entes da federação.¹⁰

Figura 3 Curvas Isoutilidade do Estado e da União

A utilidade total pode ser elevada ao se conceder o monopólio do poder de tributar para apenas um nível de governo, enquanto o outro nível de governo é financiado através de transferências. Assim, se elimina o problema da externalidade que surge quando um dos níveis de governo resolve promover mudanças nos tributos de sua competência.

Segundo Keen (1998), supondo-se a ausência de competição tributária horizontal entre os estados, é indiferente a concessão do monopólio do poder de tributar para a União ou para o estado. Então, seguindo-se a proposta de Sobel (1997), suponha que apenas o estado tem o poder de tributar na sua jurisdição. Neste sistema, o estado determina a alíquota nominal de modo a maximizar a sua função utilidade, t_E^M , repassando à União uma parcela do montante total arrecadado, a qual corresponde a uma alíquota nominal, t_U^M . Na Figura 4 representa-se a situação de equilíbrio com as alíquotas nominais (t_E^M , t_U^M) de monopólio.

Figura 4 Curvas Isoutilidade da União e do Estado, sendo o Estado o Monopolista

Note que no ponto M a utilidade total obtida pela União e pelo estado é maior do que na situação de equilíbrio anterior, representada pela letra C na Figura 3.

Agora suponha que as jogadas não sejam simultâneas e que o jogo tenha dois estágios com informação perfeita. Considere que a União seja o nível de governo que primeiro escolhe a

¹⁰ Trata-se do conhecido dilema dos prisioneiros. Sabe-se que existe uma situação melhor para os dois, mas, por agirem de forma não coordenada, o *payoff* de cada jogador é subótimo.

alíquota nominal t_U , isto é, a União assume uma posição de liderança no jogo da política fiscal.¹¹ Esta suposição é razoável considerando-se a participação da União na receita tributária total e o seu maior espaço de manobra para alterar as suas alíquotas e criar tributos.

Após a União escolher a sua alíquota, t_U , o estado escolhe a sua alíquota nominal, t_E . Dado que a União antecipa a alíquota nominal que o estado irá escolher, pois a informação é perfeita, a União pode substituir a função de reação do estado na sua função utilidade. Ao maximizar a sua função utilidade em relação a t_U , a União determina a sua alíquota nominal t_U^S . Dada a alíquota escolhida pela União, o estado escolhe a sua alíquota t_E^S . Na Figura 5 representa-se esse novo ponto de equilíbrio:

Figura 5 Equilíbrio quando a União assume o *Status* de Líder

Note que no ponto de equilíbrio S, a alíquota nominal da União, t_U^S , é maior do que a alíquota nominal da União no ponto de equilíbrio N, t_U^N . Por outro lado, a alíquota nominal do estado, t_E^S , é menor do que a alíquota nominal do estado no ponto de equilíbrio N, t_E^N . Portanto, ao agir como líder, a União elevou sua parcela na receita tributária total em detrimento da receita tributária disponível do estado, obtendo maior nível de utilidade dada a curva de reação do estado.

As receitas tributárias totais de equilíbrio do jogo simultâneo, T^N , do jogo sequencial, T^S e do monopólio, T^M , são apresentadas na Figura 6. Note que para cada alíquota nominal total de equilíbrio corresponde uma receita tributária total.

Figura 6 Receitas Tributárias Totais de Equilíbrio

No Anexo demonstra-se, matematicamente, que para alíquotas totais inferiores a t^* , têm-se $T^M < T^N < T^S$. Portanto, uma das principais conclusões do presente trabalho é que na ausência de coordenação entre as políticas fiscais do estado e da União, maior é a alíquota nominal e maior é

¹¹ Tal suposição também é utilizada nos trabalhos de Boadway e Keen (1996) e Hoyt e Jensen (1996).

receita tributária total de equilíbrio do jogo da política fiscal. Por conseguinte, maior é o peso morto gerado pela tributação.¹²

Para valores superiores a t^* , a ordem das receitas tributárias se altera para $T^M > T^N > T^S$. Tal resultado é fruto da mesma causa, qual seja, da ausência de coordenação da política fiscal: cada nível de governo, agindo no seu próprio interesse, não internaliza os ganhos de uma receita tributária total maior caso o estado, ou a União, ou ambos, reduzisse individualmente as alíquotas dos tributos de sua competência.

Os resultados expostos acima são coerentes com as análises de Sobel (1997) e Keen (1998). Na análise de Sobel (1997), parte-se de um ponto onde a carga tributária é dada por T^{MAX} . Como as diferentes esferas de governo, ao tomarem suas decisões de política fiscal, não internalizam as externalidades geradas por mudanças nas alíquotas de tributos de suas competências, o resultado é o deslocamento da receita tributária total para um ponto à direita de T^{MAX} . Na falta de coordenação da política fiscal entre as diferentes esferas de governo, a receita tributária se mantém nesta posição. A fim de que o benefício de uma redução das alíquotas de tributos seja internalizado por ambos os governos, Sobel (1997) sugere a concessão do monopólio do poder de tributar para os estados. Assim, ao se encerrar a disputa por parcelas da receita tributária total, a receita tributária total retornaria para T^{MAX} ; e tanto os estados como o governo central arrecadariam mais tributos.

Ao considerar uma federação, na qual o estado e o governo federal visam apenas maximizar suas receitas próprias e onde o custo marginal dos gastos públicos de cada nível de governo é menor do que o custo marginal social dos gastos públicos, Keen (1998) afirma que a receita tributária total do jogo simultâneo, T^N , localiza-se à direita de T^{MAX} . Para o autor, esse resultado se mantém mesmo admitindo-se a competição tributária horizontal entre estados. Assim, uma redução da alíquota do estado ou da União, ou das alíquotas de ambos os governos, elevará a receita tributária total. Na hipótese do governo federal assumir o monopólio da tributação, combinada com transferências na direção do poder central para os estados, Keen (1998), partindo de um ponto à direita de T^{MAX} , conclui que a receita tributária total desloca-se para o pico da curva de Laffer, conforme pode ser observado na Figura 6. Neste caso, tanto o governo federal como o estado se beneficiam da eliminação da externalidade com a elevação da receita tributária.¹³

No caso do federalismo brasileiro, supõe-se que, no jogo da política fiscal, cada esfera de governo, agindo no seu próprio interesse, disputa uma parcela da receita tributária total. Então, quando a União eleva a alíquota nominal de um tributo de sua competência, o impacto disso é a redução da receita tributária disponível dos estados e municípios. Como as despesas são rígidas e, além disso, os estados e municípios buscam desenvolver políticas de desenvolvimento regional, a

¹² Os impactos de um maior peso morto gerado pela tributação sobre o bem-estar social dependem do tipo de função de bem-estar social que se escolher. Se a opção for por uma função de bem-estar social do tipo individualista, que supõe igual peso social aos níveis de utilidade dos indivíduos na sociedade, então, quanto maior o peso morto, menor é a eficiência econômica e, portanto, há redução do bem-estar social. Contudo, se a opção for por uma função de bem-estar social que incorpora uma estrutura de preferências das famílias por mais bens públicos e que atribui maior peso social para o nível de utilidade dos indivíduos de mais baixa renda, então, não se pode afirmar de modo categórico que maior carga tributária implica menor nível de bem-estar social. Para uma discussão introdutória sobre este ponto, ver Siqueira *et al* (2004).

¹³ Keen (1998) não considera factível esta hipótese em razão das dificuldades administrativas para motivar a burocracia a realizar as transferências de maneira justa. A principal crítica a hipótese de concentrar o poder de tributar na União é a eliminação da competição entre os estados, o que subverte os princípios básicos do federalismo.

reação das esferas subnacionais é a de elevação das alíquotas nominais dos tributos de suas competências, de modo a manterem o equilíbrio orçamentário de suas contas com superávit primário. Na falta de coordenação das ações de política fiscal a receita tributária total de equilíbrio tende a se elevar.

Como se sabe, problemas de coordenação podem ser solucionados quando o jogo é repetido e o horizonte é infinito. Considerando-se o teorema “*folk*” proposto por Friedman (1971), a coordenação é um equilíbrio de Nash desde que ocorra punição a um jogador caso ele resolva não cooperar. No jogo da política fiscal a possibilidade de ocorrência deste tipo de equilíbrio é praticamente nula quando os jogadores são políticos que não se preocupam com o longo prazo e quando inexistem incentivos para a coordenação da política fiscal. Neste caso, a coordenação possível é via mudanças de regras institucionais que limitem o poder discricionário dos níveis de governo ou que alterem as competências tributárias.

A proposta de Sobel (1997) para o problema da falta de coordenação da política fiscal entre os diferentes níveis de governo é a da concessão do monopólio do poder de tributar a um dos entes federados.¹⁴ Segundo o autor, o monopólio da tributação deveria ser concedido aos estados, cabendo a este nível de governo arrecadar os tributos e repassar ao governo central uma parcela do montante total arrecadado em território estadual. Neste sistema, os impactos sobre as receitas seriam totalmente internalizados pelos estados.

A proposta de Rezende *et al* (2007) é a da concessão do monopólio do poder de tributar à União. Ao Congresso Nacional caberia o papel de propor uma legislação uniforme sobre os tributos a serem partilhados entre a União, estados e municípios. A legislação e as alíquotas seriam definidas pelo Congresso Nacional e a receita seria compartilhada entre a União, estados e municípios.¹⁵

Contudo, o estímulo por parte da União à competição tributária vertical verificada nos últimos anos no caso brasileiro, tornou evidente a ausência de uma solução para o problema da falta de coordenação da política fiscal entre os diferentes níveis de governo.¹⁶ A próxima seção apresenta uma evidência empírica da dinâmica deste jogo de política fiscal no Brasil.

¹⁴ Prado e Cavalcanti (2000) apresentam alternativas para equacionar o problema da competição tributária horizontal no Brasil. Ao discutir o mesmo problema, Viol (1999) lembra que o foco da União não tem sido o de atuar como orientador ou regulador das relações federativas e o Congresso, por possuir problemas de representatividade, não se constituiu no fórum político adequado para se discutir e sanar os problemas federativos brasileiros.

¹⁵ As principais críticas a esta proposta são: 1) fere um dos pilares federativos, a saber, o da repartição das competências tributárias entre os três níveis de governo; e 2) o fim da competição tributária horizontal entre governos de mesmo nível, o que é um contra senso considerando-se o contexto de uma federação. Na proposta de Aguirre e Dias (2009) os três níveis de governo abrem mão de suas competências (tributárias e sobre os gastos) e passam a negociar no Congresso Nacional qualquer mudança de política fiscal. O problema desta proposta está em assumir que os entes federados têm igual poder de influência sobre o Congresso Nacional.

¹⁶ Além da Lei Kandir, diversas iniciativas da União acirraram a competição tributária vertical desde a Constituição de 1988. Para um histórico dessas mudanças, ver Rezende *et al*. (2007). Aguirre e Dias (2009) analisam a evolução da CTV entre 1960 e 2004.

3. Uma Evidência Empírica da Política Fiscal como um Jogo¹⁷

Esta seção analisa a dinâmica da política fiscal no Brasil a partir do comportamento da carga tributária da União e da carga tributária dos estados brasileiros no período de 1947 a 2009. A Figura 7 apresenta as séries históricas da carga tributária de União (CTGF) e da carga tributária dos estados (CTGE) no período de 1947 a 2009. Considerando-se a soma das duas cargas tributárias, os dados indicam uma tendência de crescimento, principalmente a partir de 1988.

Para se analisar a dinâmica entre séries econômicas, uma alternativa é a utilização de um Vetor Autorregressivo (VAR). O VAR, ao considerar todas as variáveis endógenas ao modelo, permite que sejam estimadas as relações sem a necessidade de se fazer suposições teóricas a respeito da relação entre as variáveis. Outra virtude desta abordagem é a sua capacidade de gerar boas previsões, embora isto não seja um objetivo do trabalho.

Figura 7 Carga Tributária da União e dos Estados (1946-2009)

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional (STN).

As séries da carga tributária dos estados e da União não são estacionárias em nível conforme mostra o teste ADF na Tabela 1.

¹⁷A hipótese de que os governos reagem a mudanças de alíquotas realizadas por outros níveis de governo é testada em trabalhos empíricos. Um exemplo é o estudo de Esteller-Moré e Solé-Ollé (2002) que analisam o caso dos Estados Unidos e encontram evidências de que quando o governo federal eleva as alíquotas do imposto de renda, os estados elevam os tributos de sua competência (imposto de renda e o imposto sobre o consumo). Hayashi e Boadway (2001) encontram evidências de que as alíquotas dos impostos das províncias se reduzem quando as alíquotas do imposto federal sobre os lucros das firmas se elevam (*corporate taxes*). No entanto, algumas províncias elevam suas alíquotas em resposta a aumentos de alíquotas de outras províncias.

Tabela 1 Testes ADF de Raiz Unitária

Variáveis	Em nível		Em diferença	
	Estatística t	p-valor	Estatística t	p-valor
CTGE	-1.2489	0.6478	-7.8271	0.0000
CTGF	-1.0997	0.7108	-6.9914	0.0000

Entretanto, as variáveis são estacionárias em primeira diferença. Logo, uma alternativa seria estimar o VAR em diferenças, no entanto, esta opção é insatisfatória.¹⁸ A alternativa que se apresenta é a utilização da metodologia proposta por Johansen (1988, 1995) de estimar o VAR na forma de um Vetor de Correção de Erro (VEC). Para que isto seja possível é necessário que exista uma relação de cointegração entre as séries. O VEC pode ser representado em sua forma vetorial geral da seguinte maneira:

$$\Delta CT_t = \Phi D_t + \Pi CT_{t-1} + \Gamma_1 \Delta CT_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta CT_{t-p+1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Onde CT_t representa o vetor de cargas tributárias; D_t representa os termos determinísticos do modelo (constante, *dummies*, tendência, etc.); Γ representa a matriz de impacto de curto prazo; e Π representa a matriz de impacto de longo prazo. Se o posto de Π é maior do que zero, então existe cointegração e esta pode ser decomposta na forma $\Pi = \alpha\beta'$, onde β' representa a matriz de vetores cointegrantes e a matriz α contém os elementos que determinam a velocidade de ajustamento dos coeficientes.¹⁹

A *priori* se espera a não divergência sistemática entre as cargas tributárias estaduais e da União uma vez que os tributos federais e estaduais incidem sobre as mesmas bases ou sobre bases que se relacionam. Daí se especula sobre a existência de uma relação de cointegração entre as séries CTGF e CTGE. Neste caso, com a inclusão de restrições de cointegração se obtém uma relação de longo prazo entre as séries econômicas mesmo que estas sejam não estacionárias. A Tabela 2 apresenta os testes de cointegração.

Tabela 2 Testes de Cointegração

Nº de EC(s)	Autovalor	Estatística do traço	Valor crítico a	Estatística do	Valor crítico
			5%	max. Autovalor	a 5%
Nenhuma	0.27500	19.005	0.0142	18.651	0.0095
Pelo menos 1 *	0.00608	0.3537	0.5520	0.3537	0.5520

Considerando-se o p-valor na Tabela 2, se conclui que existe pelo menos uma relação de longo prazo entre as séries de carga tributária CTGF e CTGE, portanto, o posto de Π é igual a um.

¹⁸ Isto porque ao diferenciar as séries perde-se a relação de longo prazo entre as mesmas e uma das contribuições do presente trabalho é justamente mostrar que existe uma tendência de crescimento de longo prazo da carga tributária motivada pela competição vertical que ocorre entre os estados e a União pela base tributária.

¹⁹ A principal virtude do VEC é a possibilidade de recuperação da relação de longo prazo entre as séries, que neste caso, passam a ter um comportamento convergente para a sua tendência estocástica de longo prazo (relação cointegrante), sem que se perca a dinâmica de ajustamento no curto prazo, representada pela matriz Γ . Os elementos de α representam a velocidade de ajuste da série no curto prazo para a sua trajetória de longo prazo.

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos ao se estimar o modelo VEC. A variável *dummy* incluída no modelo representa a mudança estrutural ocorrida a partir da reforma tributária de 1967. Com esta reformulação, expandiram-se as fontes de financiamento da União através da instituição de impostos únicos e da transferência de impostos estaduais (imposto sobre exportações e o imposto sobre propriedade rural) para a competência da União. Conforme Lagemann (1995), a competência estadual foi reduzida de sete para apenas dois impostos (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis). Estas medidas reduziram significativamente a participação dos Estados na carga tributária. A variável é estatisticamente significativa no modelo e com o sinal esperado.

Tabela 3 Resultados do VEC para as Cargas Tributárias dos Estados e da União

Coeficientes	$\Delta CTGE$	$\Delta CTGF$
$\Delta CTGE_{t-1}$	0.1639 (1.2295)	0.0921 (0.2485)
$\Delta CTGE_{t-2}$	-0.0628 (-0.5116)	-0.8583 (-2.5161)
$\Delta CTGE_{t-3}$	-0.1680 (-1.2913)	-0.3100 (-0.8570)
$\Delta CTGE_{t-4}$	0.3903 (2.9491)	0.3482 (0.9463)
$\Delta CTGF_{t-1}$	-0.0315 (-0.6226)	-0.0711 (-0.5060)
$\Delta CTGF_{t-2}$	0.0723 (1.4267)	0.0172 (0.1221)
$\Delta CTGF_{t-3}$	-0.0454 (-0.9341)	-0.0408 (-0.3021)
$\Delta CTGF_{t-4}$	0.0351 (0.7216)	-0.0423 (-0.3123)
Constante	0.2434 (3.1177)	0.3008 (1.3860)
<i>Dummy</i>	-0.6371 (-4.2882)	0.0122 (0.0295)
Vetcoint_{t-1}	-0.2649 (-3.2087)	0.4185 (1.8233)
R ² ajustado	0.3228	0.0785
Teste F	3.7175	1.4856
LL	-20.235	-79.544
AIC	1.0770	3.1222
SC	1.4679	3.5130

Nota: Estatística t entre parênteses.

O modelo mostra bom ajuste e não possui autocorrelação em seus resíduos de acordo com o teste do multiplicador de Lagrange (LM) para nenhuma defasagem (*lag*), conforme a Tabela 4.

Além disso, o teste de Jarque-Bera para a normalidade dos resíduos não permite rejeitar a hipótese nula de que os resíduos são normais.

Tabela 4 Testes de Autocorrelação e Normalidade dos Resíduos

Lags	Estatística (teste LM)	p-valor
1	1.1689	0.8832
2	4.1791	0.3823
3	7.7727	0.1003
4	4.2845	0.3689
5	5.0541	0.2818
Jarque-Bera	5.7304	0.2202*

Nota: *p-valor obtido a partir de uma distribuição $\chi^2(4)$.

O vetor de cointegração, ver Tabela 3 (em negrito), indica que a carga tributária da União deveria ser reduzida em 0,42 pontos percentuais do PIB por período para retornar a sua trajetória de equilíbrio de longo prazo, enquanto a carga tributária dos estados deveria ser elevada em 0,26. Este resultado reflete a estratégia da União de elevar sua receita disponível em detrimento da receita disponível dos estados brasileiros.

Os coeficientes defasados, que representam a dinâmica de curto prazo, captam as externalidades geradas por uma mudança da carga tributária de um dos jogadores. No caso de um governo elevar suas alíquotas de tributos, o que se espera, inicialmente, é uma redução da carga tributária do outro jogador. Contudo, dado que as despesas são rígidas, este jogador reagirá elevando também suas alíquotas a fim de recuperar as suas perdas em termos de arrecadação.

A Figura 8 apresenta os resultados da função de resposta a impulso. O que se busca avaliar são os impactos de choques nas cargas tributárias, permitindo se conhecer a direção e o tempo de reação das cargas tributárias aos impulsos de um desvio padrão no sistema.

Figura 8 Funções de Impulso Resposta
(Desvio padrão de Cholesky)

Na Figura 8, item (c), se tem o impacto de um choque na carga tributária dos estados sobre a carga tributária da União. Note que a reação imediata por parte da União é a de aumentar suas alíquotas com a finalidade de recuperar possíveis perdas de arrecadação. Por sua vez, a reação dos estados, item (b), a um choque na carga tributária da União não é tão imediata. São necessários pelo menos três períodos para que a carga tributária dos estados reaja a um aumento da carga tributária da União.

Em termos de resposta acumulada, após dez períodos, ver Figura 9, os itens (g) e (h) indicam que a carga tributária da União cresce, tanto em resposta a um choque na carga tributária da União, como em resposta a um choque na carga tributária dos estados. A carga tributária dos estados, itens (e) e (f), também crescem após dez períodos, em resposta a um choque da carga tributária da União e em decorrência de um aumento da própria carga dos estados. Ao final dos dez períodos se observa um aumento de 1,5% do PIB da carga tributária dos estados e de aproximadamente 4% na carga tributária da União em reação a mudanças de um desvio padrão na carga tributária do outro ente da federação.

Figura 9 Funções de Impulso Resposta Acumulada
(Desvio padrão de Cholesky)

A Tabela 5 apresenta o resultado referente ao teste de Granger. O teste mostra que há precedência temporal da carga tributária estadual em relação à carga tributária da União. Portanto, tem-se mais um indício da presença da competição tributária vertical.²⁰

Tabela 5 Teste de Granger

H ₀ : não causalidade	Estatística (teste de Wald)	p-valor
CTGF não causa no sentido de Granger CTGE	4,1014	0,3925
CTGE não causa no sentido de Granger CTGF	9,4680	0,0504

Nota: p-valores obtidos a partir de uma distribuição $\chi^2(4)$.

A direção desta dependência indica que a União reage de forma sistemática a mudanças na carga tributária dos estados a fim manter e até ampliar a sua participação no bolo tributário nacional. O que pode explicar tal comportamento é a maior gama de instrumentos de política econômica que a União possui, pois, por exemplo, através da criação e/ou de mudanças nas alíquotas das contribuições, a arrecadação de tributos federais se eleva sem a necessidade de repartir os recursos com os demais entes da federação.

Estes resultados corroboram o modelo teórico proposto isto porque há evidências empíricas de que um jogador reage a mudanças da carga tributária quando outro jogador resolve alterar as alíquotas de impostos de sua competência. Esta reação, na ausência de comportamento cooperativo, leva a uma carga tributária total cada vez maior.

4. Considerações Finais

O modelo de federalismo fiscal brasileiro apresenta dois problemas principais: do lado das competências sobre os gastos públicos, apesar dos avanços na década de 1990, ainda não há uma clara definição sobre as responsabilidades de cada nível de governo; e do lado das competências tributárias, por falta de coordenação da política fiscal entre os três níveis de governo, existe uma disputa por receita tributária.

O modelo da política fiscal como um jogo considera três situações. A primeira, onde as decisões de política fiscal são tomadas simultaneamente. Na segunda, a União escolhe a sua alíquota nominal levando em conta a reação do estado. E na terceira, propõe-se uma situação onde o estado detém o monopólio do poder de tributar. Dada uma série de hipóteses, demonstra-se que as decisões de política fiscal da União afetam a arrecadação do estado e, na ausência de coordenação, a carga tributária é mais elevada do que na situação em que se concede o poder de monopólio de tributar.

A partir dos dados da carga tributária da União e dos estados para o período de 1947 a 2009, são encontradas evidências empíricas que corroboram a discussão proposta. Isto é, quando a União eleva a sua carga tributária, o impacto disso é a redução da carga tributária dos estados.

²⁰ Agregando-se a estes resultados, a decomposição da variância das variáveis mostra que, após dez períodos, 32,19% da variância da carga tributária dos estados é explicada por inovações na carga tributária da União; e, no sentido contrário, 28,55% da variância da carga tributária da União é explicada por inovações na carga tributária dos estados. EALR, V. 3, nº 2, p. 207-227, Jul-Dez, 2012

Como as despesas são rígidas e, além disso, os estados buscam desenvolver políticas de desenvolvimento regional, a reação é a de elevação das suas cargas tributárias. Na falta de coordenação das ações de política fiscal a carga tributária total tende a crescer.

O trabalho proposto sustenta a tese de que o problema da falta de coordenação da política fiscal entre os diferentes níveis de governo pode ser solucionado através da concessão do monopólio do poder de tributar a um dos entes federados. Sobel (1997) defende a concessão do monopólio aos estados e Rezende *et al.* (2007) propõe tal concessão à União. Entre as duas teses, a que menos fere os princípios federativos é a primeira. Neste sistema, os impactos sobre as receitas seriam totalmente internalizados pelos estados. Além disso, os gastos da União seriam limitados pelo montante de recursos repassado pelos estados. Assim, os resultados obtidos seriam: uma carga tributária menor, menor peso morto gerado pela tributação e o aumento na eficiência do governo, pois os custos da tributação não seriam mais subestimados como ocorre quando mais de um nível de governo detém o poder de tributar numa mesma jurisdição.

5. Referências Bibliográficas

- Aguirre, B., & Dias, G. (2009). Fiscal reform and federal relations: Brazilian deadlocks. *Revista de Economia Política*. 29(1), 43-61.
- Boadway, R., & Keen, M. (1996). Efficiency and the optimal direction of federal–state transfers. *International Tax and Public Finance*. 3, 137-155.
- Boadway, R., Marchand, M., & Vigneault, M. (1998). The consequences of overlapping tax bases for redistribution and public spending in a federation. *Journal of Public Economics*. 68, 453-478.
- Brennan, G. & Buchanan, J. (1980). *The Power to Tax: Analytical Foundations of a Fiscal Constitution*. Cambridge University Press.
- Dahlby, B., & Wilson, L. (2003) Vertical fiscal externalities in a federation. *Journal of Public Economics*. 87, 917-930.
- Esteller-Moré, A., & Solé-Ollé, A. (2002). Tax setting in a federal system: the case of personal income taxation in Canada. *International Tax and Public Finance*. 9, 235–257.
- Flowers, M. (1988). Shared tax sources in a Leviathan model of federalism. *Public Finance Quarterly*. 16, 67-77.
- Friedman, J. (1971). A non-cooperative equilibrium for supergames. *Review of Economic Studies*. 38, 1-12.
- Gordon, R. (1983). An optimal taxation approach to fiscal federalism. *Quarterly Journal of Economics*. 98 (4), 567-86.
- Hayashi, M., & Boadway, R. (2001). An empirical analysis of intergovernmental tax interaction: the case of business income taxes in Canada. *Canadian Journal of Economics*. 34 (2), 481-503.
- Hoyt, W. (2001). Tax policy coordination, vertical externalities, and optimal taxation in a system of hierarchical governments. *Journal of Urban Economics*. 50, 491-516.
- Hoyt, W., & Jensen, R. (1996). Precommitment in a system of hierarchical governments. *Regional Science and Urban Economics*. 26, 481-504.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of co-integration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 12, 231-254.
- Johansen, S. (1995). *Likelihood Based Inference in Cointegrated Vector Error Correction Models*. Oxford: Oxford University Press.

- Johnson, W. (1988). Income redistribution in a federal system. *American Economic Review*. 78, 570-573.
- Keen, M. (1998). Vertical tax externalities in the theory of fiscal federalism. *IMF Staff Papers*. 45(3), 454-85.
- Keen, M., & Kotsogiannis, C. (2002). Does federalism lead to excessively high taxes? *American Economic Review*. 3, 363-370.
- Lagemann, E. (1995). O federalismo fiscal brasileiro em questão. In: *A federação em perspectiva: ensaios selecionados*. R. Affonso, & P. Silva (orgs). São Paulo: FUNDAP.
- Oates, W. (2005). Toward a second-generation theory of fiscal federalism. *International Tax and Public Finance*. 12(4), 349-373.
- Prado, S., & Cavalcanti, C. (2000). *A guerra fiscal no Brasil*. Brasília: Ipea.
- Rezende, F., Oliveira, F., & Araújo, E. (2007). *O Dilema Fiscal: remendar ou reformar?* Rio de Janeiro: Editora FGV.
- Sato, M. (2003). Tax competition, rent-seeking and fiscal decentralization. *European Economic Review*. 47, 19-40.
- Siqueira, R., Nogueira, J., & Barbosa, A. H. (2004). Teoria da tributação ótima. In: *Economia do Setor Público no Brasil*. C. Biderman, & P. Arvate (orgs). Rio de Janeiro: Elsevier.
- Sobel, R. (1997). Optimal taxation in a federal system of governments. *Southern Economic Journal*. 64 (2), 468-485.
- Viol, A. (1999) *O Fenômeno da Competição Tributária: Aspectos Teóricos e uma Análise do Caso Brasileiro*. Finanças Públicas: IV Prêmio Tesouro Nacional. Brasília: ESAF.

Apêndice I

a) A Curva de Laffer e a receita marginal

A curva de Laffer pressupõe uma função de receita tributária total côncava em relação à alíquota nominal. Uma forma simples de modelar este comportamento é através de uma função de receita tributária total dada por: $T = t \cdot Y(t)$, onde T representa a receita tributária total, t a alíquota nominal e $Y(t)$ representa o produto (ou a base de tributação). Para que a condição de concavidade se verifique é suficiente que $Y'(t) < 0$ e $Y''(t) = 0$.

Assume-se que o produto seja uma função linear decrescente da alíquota nominal definido da seguinte forma: $Y(t) = 1 - t$. Para se chegar a esse resultado, fez-se a normalização pelo produto ($Y=1$). Assim, a receita tributária total é dada por $T = t \cdot (1 - t)$ e a receita marginal (RM) será igual a $1 - 2t$. A receita tributária máxima, T^{MAX} , é obtida quando $t^* = 1/2$ conforme mostra a Figura A1.

Figura A1 Receita Tributária Total Máxima

b) Alíquota e receita tributária total de monopólio

Admite-se a concessão do monopólio do poder de tributar ao estado. Nesta situação, os gastos da União são financiados por repasses de recursos do estado para o governo federal. Note que o raciocínio se mantém válido se a União é que detém o monopólio do poder de tributar. Sendo o estado o monopolista, a sua função utilidade é dada por: $U_E = tY(t) - G_E(t)$. Derivando-se a utilidade do estado em relação a t e assumindo-se $G'_E(t)$ constante e igual a b , da condição de primeira ordem, tem-se alíquota de equilíbrio do monopolista:

$$t^M = \frac{1 - b}{2} \quad (\text{A1})$$

A receita tributária total do monopolista é dada por: $T^M = t^M \cdot Y(t^M) = t^M \cdot (1 - t^M)$. Substituindo-se a alíquota nominal, t^M , tem-se:

$$T^M = \frac{1 - b^2}{4} \quad (A2)$$

onde $0 \leq b < 1$. Esta condição é suficiente para que a alíquota e a receita tributária total de equilíbrio sejam não negativas. Esta condição estabelece que existe uma relação entre a alíquota nominal e os gastos públicos. Portanto, se alíquota nominal aumenta, os gastos também se elevam, entretanto, esta elevação é inferior ao da variação na alíquota e constante. Repare que a alíquota nominal de monopólio é igual à alíquota t^* se $b=0$, ou seja, desde que os gastos não apresentem relação com a alíquota nominal.

c) Alíquota e receita tributária total do jogo simultâneo

Suponha que a receita tributária disponível do estado e da União sejam assim expressas, respectivamente, $T_E = t_E \cdot Y(t_E, t_U) = t_E \cdot (1 - t_E - t_U)$ e $T_U = t_U \cdot Y(t_E, t_U) = t_U \cdot (1 - t_E - t_U)$. Chega-se a estas funções, considerando-se o produto da economia normalizado ($Y=1$). As funções utilidade do estado e da União são as seguintes: $U_E = t_E(1 - t_E - t_U) - G_E(t_E)$ e $U_U = t_U(1 - t_E - t_U) - G_U(t_U)$. Derivando-se a função utilidade do estado em relação a t_E e a função utilidade da União em relação a t_U e assumindo-se $G'_E(t)$ e $G'_U(t)$ constantes e iguais a b , obtém-se, através das condições de primeira ordem, as funções de reação das alíquotas nominais:

$$t_E(t_U) = \frac{1 - t_U - b}{2} \quad (A3)$$

$$t_U(t_E) = \frac{1 - t_E - b}{2} \quad (A4)$$

Substituindo-se as alíquotas de reação, obtém-se as alíquotas de equilíbrio de Nash:

$$t_E^N = \frac{1 - b}{3} \quad (A5)$$

$$t_U^N = \frac{1 - b}{3} \quad (A6)$$

Assim, a alíquota nominal (ou carga tributária total) do jogo simultâneo é dada por:

$$t^N = \frac{2 - 2b}{3} \quad (A7)$$

Assim, fazendo-se $G'_E = G'_U = b$, ou seja, a propensão a gastar de uma variação na arrecadação é a mesma para os entes da federação, obtém-se a receita tributária total do jogo simultâneo:

$$T^N = \frac{2 + 2b - 4b^2}{9} \quad (A8)$$

Novamente a condição $0 \leq b < 1$ é suficiente para que a carga e a receita tributária sejam não negativas.

d) Carga e receita tributária total do jogo sequencial

Neste jogo, se assume que a União possui a vantagem de jogar em primeiro lugar. O jogo passa a ser dinâmico com dois estágios e com informação perfeita. O equilíbrio é obtido por indução retroativa. Para se obter a alíquota de equilíbrio (ou carga tributária total), em primeiro

lugar, substitui-se a alíquota de reação do estado, $t_E(t_U)$, dada pela equação (A3), na função utilidade da União, $U_U = t_U(1 - t_U - t_E) - G_U(t_U)$. A alíquota da União, assumindo $G'_E(t)$ e $G'_U(t)$ constantes e iguais a b , definida no primeiro estágio, é dada por:

$$t_U^S = \frac{1-b}{2} \quad (A9)$$

Substituindo-se (A9) em (A3), tem-se, no segundo estágio, a alíquota de equilíbrio do estado no jogo sequencial:

$$t_E^S = \frac{1-b}{4} \quad (A10)$$

Assim, a alíquota nominal de equilíbrio (ou carga tributária do jogo sequencial) é dada por:

$$t^S = \frac{3-3b}{4} \quad (A11)$$

Assim, obtém-se a receita tributária total do jogo sequencial:

$$T^S = \frac{3+6b-9b^2}{16} \quad (A12)$$

A condição $0 \leq b < 1$ é suficiente para que a alíquota e a receita tributária total de equilíbrio sejam não negativas.

e) Ordem das cargas e receitas tributárias totais

As alíquotas nominais de equilíbrio (ou cargas tributárias) são, respectivamente:

$$t^M = \frac{1-b}{2} \quad (A13)$$

$$t^N = \frac{2-2b}{3} \quad (A14)$$

$$t^S = \frac{3-3b}{4} \quad (A15)$$

Proposição 1: Sejam $0 < t^i < 1$, com $i=N, S$ e M tem-se que $t^S > t^N > t^M$ para todo $b < 1$.

Prova: $t^S > t^N = \frac{3-3b}{4} > \frac{2-2b}{3} = 9-9b > 8-8b \Rightarrow b < 1$

$$t^N > t^M = \frac{2(1-b)}{3} > \frac{1-b}{2} \quad \forall b \in \Re$$

$t^S > t^M$ é verdadeiro por indução.

Proposição 2: Seja $b=0$, então $t^S > t^N > t^M = t^*$ para todo $0 < t^i < 1$, com $i=N, S$ e M .

Prova: $\frac{3(1-b)}{4} > \frac{2(1-b)}{3} > \frac{1-b}{2} = \frac{1}{2}$

$$\text{Logo } \frac{3}{4} > \frac{2}{3} > \frac{1}{2} = t^*$$

Proposição 3: Dado que $t^N > t^*$ para todo $0 \leq b < 1/4$ e $t^N < t^*$ para todo $b > 1/4$, logo $t^S > t^*$ para todo $0 \leq b < 1/3$ e $t^S < t^*$ para todo $b > 1/3$.

Prova: $t^N > t^* = \frac{2(1-b)}{3} > \frac{1}{2} \Rightarrow 4 - 4b > 3 \Rightarrow b < \frac{1}{4}$
 $t^S > t^* = \frac{3(1-b)}{4} > \frac{1}{2} \Rightarrow 6 - 6b > 4 \Rightarrow b < \frac{1}{3}$

A proposição 3 gera dois corolários importantes que definem o ordenamento das alíquotas e das cargas tributárias sob os diferentes tipos de competição tributária vertical.

Corolário 1: Se $1/3 < b < 1$, então $t^S > t^N > t^*$ e $T^S > T^N > T^M$.

Corolário 2: Se $0 \leq b < 1/4$, então $t^S > t^N > t^*$ e $T^S < T^N < T^M$.

Os corolários 1 e 2 podem ser resumidos na Figura A2:

Figura A2 Ordem da Carga Tributária