



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E
CONTABILIDADE - FEAAC
FINANÇAS

FRANCISCO PAULO ALVES DE OLIVEIRA FILHO

TEORIA DOS JOGOS E INCENTIVOS FISCAIS: UM EXERCÍCIO ENTRE
MONOPÓLIO E GOVERNO

FORTALEZA
2017

FRANCISCO PAULO ALVES DE OLIVEIRA FILHO

TEORIA DOS JOGOS E INCENTIVOS FISCAIS: UM EXERCÍCIO ENTRE MONOPÓLIO
E GOVERNO

Monografia apresentada ao curso de Finanças da Faculdade de Economia Administração, Atuária e Contabilidade da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Finanças.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F498d Filho, Francisco Paulo Alves de Oliveira.
Desenho de Mecanismos Para Incentivos Fiscais: Um Estudo de Caso Entre Monopólio e Governo /
Francisco Paulo Alves de Oliveira Filho. – 2017.
98 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia,
Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Finanças, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva.

1. Governo . 2. Incentivo Fiscal. 3. Equilíbrio. I. Título.

CDD 332

FRANCISCO PAULO ALVES DE OLIVEIRA FILHO

TEORIA DOS JOGOS E INCENTIVOS FISCAIS: UM EXERCÍCIO ENTRE MONOPÓLIO
E GOVERNO

Monografia apresentada ao curso de Finanças da Faculdade de Economia Administração, Atuária e Contabilidade da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Finanças.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva.

Aprovada em 18/12/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Maurício Benegas
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Leandro Chaves Rêgo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Frederico Alencar
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus e a minha noiva, Priscila.

Aos meus queridos pais, Joana e Paulo.

AGRADECIMENTOS

À minha noiva, Priscila Sanches Nery Oliveira, por todo o apoio emocional, motivação, carinho e compreensão.

Aos meus pais pelo imensurável esforço feito em prol de minha educação e pelos valores ensinados.

Ao meu orientador, professor Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva, pelas orientações dadas e pela preocupação com o desenvolvimento do orientando como cidadão e pesquisador.

Ao professor Dr. Maurício Benegas pelo norte dado ao trabalho e aos professores Dr. Leandro Chaves Rêgo e Dr. Frederico Alencar pela participação na banca examinadora, reflexões e sugestões.

Às minhas irmãs e sobrinhos pelos momentos descontraídos e aos que indiretamente contribuíram para a elaboração do trabalho.

“O conhecimento e a informação são os recursos estratégicos para o desenvolvimento de qualquer país. Os portadores desses recursos são as pessoas.”

Peter Drucker

RESUMO

Esta monografia modela e analisa a interação entre uma firma monopolista e um governo nas decisões de níveis de benefício fiscal a serem concedidos em contrapartida aos de investimento privado realizados pela firma. Utiliza-se a Teoria dos Jogos para a elaboração de vários cenários de interação entre firma e governo. Foram modelados cenários distintos em que o governo instiga a geração de diferentes níveis de bem-estar social no contexto de disputa por níveis fiscais. Os jogos simultâneos, sequencial de informação completa e sequencial de informação incompleta revelaram que os equilíbrios a serem efetivados pelos agentes, em cada cenário, dependem do quão eficiente é a firma na redução adicional do custo marginal de produção. O resultado corrobora o pressuposto de que os maiores ganhos para a sociedade são obtidos quando a firma é eficiente. O melhor resultado para a sociedade revela que a firma é incentivada a realizar um investimento de maior nível em sua estrutura, gerando assim um equilíbrio Pareto ótimo, em que o nível ótimo de bem-estar social se encontra em um patamar mais elevado, assim como o lucro da firma monopolista será maior do que se um investimento de menor nível fosse efetivado. O trabalho enfatiza a relevância que os níveis de benefício fiscal e de investimento privado têm para o fomento de uma economia, em particular na geração de bem-estar social e na lucratividade da firma alvo do incentivo, e para a correção de falhas de mercado, gerando conclusões importantes que norteiam as ações do ente público no que tange a adoção de estratégias para a concessão de benefícios fiscais em consonância com a legislação brasileira.

Palavras Chaves: Incentivo Fiscal. Equilíbrio. Governo.

ABSTRACT

This monograph models and analyzes the interaction between a monopoly firm and a government in the decisions of levels of tax benefit to be granted in counterpart to the private investment made by the firm. The Game Theory is used for the elaboration of several scenarios of interaction between firm and government. Different scenarios have been modeled in which the government instigates the generation of different levels of social welfare in the context of dispute over tax levels. Simultaneous games, sequential complete information and sequential incomplete information revealed that the balances to be effected by agents in each scenario depend on how efficient the firm is in further reducing the marginal cost of production. The result corroborates the assumption that the greatest gains for society are obtained when the firm is efficient. The best result for society reveals that the firm is encouraged to carry out a higher level investment in its structure, thus generating an optimal Pareto equilibrium, in which the optimal level of social welfare is at a higher level, as well as the monopoly firm's profit will be greater than if a lower level investment were to be realized. The work emphasizes the relevance of the levels of fiscal benefit and private investment to the promotion of an economy, in particular in the generation of social welfare and profitability of the target firm of the incentive, and to the correction of market failures, generating important conclusions that guide the actions of the public entity regarding the adoption of strategies for the granting of tax benefits in accordance with Brazilian legislation.

Key Words: Fiscal Incentive. Balance. Government.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -Fluxograma Descritivo do Modelo.....	25
Figura 2 – Jogo Simultâneo de Disputa por Níveis Fiscais.....	42
Figura 3 - Equilíbrios do jogo simultâneo no ambiente em que a firma é ineficiente.....	44
Figura 4 – Equilíbrios do jogo simultâneo no ambiente em que a firma é eficiente	46
Figura 5 - Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder.....	58
Figura 6 - Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder, Tipo Eficiente	59
Figura 7 – Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder, Tipo Eficiente – Resolução.....	61
Figura 8 – Nó de resolução, Firma Eficiente, Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder.	61
Figura 9 – Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder, Tipo Ineficiente.....	62
Figura 10 – Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder, Tipo Ineficiente – Resolução.....	63
Figura 11 – Nó de resolução, Firma Ineficiente, Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder.....	64
Figura 12 - Jogo Sequencial de Informação Completa: Governo Líder.....	66
Figura 13 - Jogo Sequencial de Informação Completa: Governo Líder, resolução, firma eficiente.....	67
Figura 14 - Jogo Sequencial de Informação Completa: Governo Líder, nó de resolução, firma eficiente.....	68
Figura 15 – Jogo Sequencial de Informação Incompleta.....	71
Figura 16 – Nó de Resolução, realiza I_B , firma do tipo ϕ_2 : Equilíbrio Separador I.....	72
Figura 17 – Nó de Resolução, realiza I_A , firma do tipo ϕ_2 : Equilíbrio Separador I.....	72
Figura 18 – Nó de Resolução, realiza I_A , firma do tipo ϕ_1 : Equilíbrio Separador II.....	73

Figura 19 - Nó de Resolução, realiza I_B , firma do tipo ϕ_1 : Equilíbrio Separador II.....74

Figura 20 – Resultados da Avaliação dos Incentivos Fiscais Concedidos pela Sudam entre os anos de 2007 e 2014.....98

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Investimentos informados para a obtenção de benefícios fiscais (AFRMM e IRPJ), em R\$ 100.000 - Sudene - 2012 a 2016.....	21
Gráfico 2 - Benefícios fiscais concedidos - Renúncia estimada de AFRMM e de IRPJ, em R\$ 1.000.000 – Sudene - 2012 a 2016.....	22
Gráfico 3 - Valor Total dos Benefícios Fiscais Concedidos: SUDAM – 2007 a 2014.....	23
Gráfico 4 – Taxa de Esforço Fiscal do Incentivo- 2007 a 2012 - Sudam e Sudene.....	24
Gráfico 5 – Série da Taxa de Variação do Tempo Médio de Tramitação do Processo: Sudam – 2007 a 2014.....	25
Gráfico 6 – Taxa de Desocupação Trimestral, das Grandes Regiões do Brasil, 1º Trimestre de 2012 ao 2º Trimestre de 2017, em %.....	105
Gráfico 7 – Rendimento Nominal Mensal Per Capita da População Residente dos Estados do Brasil, em R\$ – 2015 e 2016.....	106
Gráfico 8 – IDH - 2010 dos Estados do Brasil, discriminados por suas respectivas regiões.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de investimento e Redução de Custo Marginal Gerada.....	31
Tabela 2 – Implicações dos Níveis de Investimento Requerido.....	32
Tabela 3– Principais Resultados do Jogo Simultâneo em Estratégias Contínuas.....	46
Tabela 4 – Resultado, Interpretação e Implicação da <i>proof - Theorem 5</i>	54
Tabela 5 – Alíquotas Ótimas de Benefício Fiscal.....	62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. INCENTIVOS FISCAIS: REVISÃO DA LITERATURA.....	27
3. DESCRIÇÃO DOS AGENTES DO MODELO E SUAS INTERAÇÕES.....	29
3.1 Disputa Por Níveis Fiscais.....	29
3.1.1 <i>Características da Firma Monopolista</i>	30
3.1.2 <i>Características Governo</i>	35
3.1.3 <i>Interação Firma-Governo</i>	36
4. ANÁLISE DA DÍSPUTA POR NÍVEIS FISCAIS ENTRE FIRMA MONOPOLÍSTA E GOVERNO EM JOGO SIMULTÂNEO DE ESTRATÉGIAS CONTÍNUAS.....	38
4.1 O caso da Concessão de Benefício Fiscal com um Investimento Privado de Nível B.....	39
4.2 O caso da Concessão de Benefício Fiscal com um Investimento Privado de Nível A.....	41
4.3 Jogo Simultâneo de Informação Completa e Perfeita de Disputa por Níveis Fiscais.....	48
4.3.1 <i>Equilíbrio no caso em que φ é insignificante</i>	49
4.3.2 <i>Equilíbrio no caso em que φ é significativa</i>	49
4.4 Resultados do Jogo Simultâneo: Estratégias Contínuas e Disputa por Níveis Fiscais.....	50
5. INTRODUÇÃO AO JOGO SEQUENCIAL DE INFORMAÇÃO COMPLETA.....	52
5.1 Alíquotas de Benefício Fiscal.....	52
5.2 Firma Líder: <i>Timing</i> do Jogo.....	52
5.3 Produção Ótima e Preço de Equilíbrio: Firma Líder.....	55
5.3.1 <i>Firma do Tipo ϕ_1</i>	56
5.3.1.1 <i>Concessão de benefício fiscal de nível C com investimento privado de nível B</i>	57
5.3.1.2 <i>Concessão de benefício fiscal de nível A com investimento privado de nível B</i>	57
5.3.1.3 <i>Concessão de benefício fiscal de nível C com investimento privado de nível A</i>	58

5.3.1.4 <i>Concessão de benefício fiscal de nível A com investimento privado de nível A</i>	58
5.3.2 Firma do Tipo ϕ_2	58
5.4 Análise do Bem-estar Social – Firma Líder	59
5.5 Determinação das Alíquotas de benefício Fiscal – Governo Líder	59
5.6 Produção ótima – Governo Líder	60
5.7 Análise do Bem-estar – Governo Líder	60
6. JOGO SEQUENCIAL DE INFORMAÇÃO COMPLETA DE DISPUTA POR NÍVEIS FISCAIS: FIRMA LÍDER	61
6.1 Determinação das Alíquotas Ótimas de Benefício Fiscal	62
6.2 Equilíbrio de Nash Perfeito em Subjogos: Firma Líder	62
6.2.1 <i>Firma eficiente</i>	63
6.2.2 <i>Firma Ineficiente</i>	66
6.3 Resultados do Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder	73
7. JOGO SEQUENCIAL DE INFORMAÇÃO COMPLETA: GOVERNO LÍDER	75
7.1 Resultados do Jogo Sequencial de Informação Completa: Governo Líder	78
8. JOGO SEQUENCIAL DE INFORMAÇÃO INCOMPLETA	81
8.1 Equilíbrio Separador I.....	82
8.2 Equilíbrio Separador II.....	84
8.3 Equilíbrio Agregador I.....	85
8.4 Equilíbrio Agregador II.....	86
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
APÊNDICE	90
ANEXO	96

1. INTRODUÇÃO

O planejamento estratégico governamental faz jus, em muitos casos, ao desenvolvimento econômico e social de uma região ou país. Com esse objetivo os incentivos fiscais surgem como políticas que instigam o desenvolvimento do capital humano, da formação bruta de capital fixo, de projetos inovadores, do investimento em âmbitos sociais e de setores produtivos da economia. No Brasil¹, essa política foi aplicada pela necessidade de se fazer com que regiões mais desfavorecidas economicamente e socialmente fossem se desenvolvendo a partir da economia local. Inicialmente os benefícios fiscais eram concedidos para as empresas que se instalassem no local alvo do incentivo fiscal. A jus disso, surge a guerra fiscal, um tema bastante abordado dentro do âmbito dessas políticas, e que durante a última década fora objeto de estudo de diversos pesquisadores. O presente trabalho não vai de encontro a essa temática, trata de outro conceito, denominado de disputa por níveis fiscais, e descreve um ambiente em que um governo direciona uma política de incentivos fiscais para uma firma monopolista, que a executa investindo determinado montante em sua estrutura, sendo a partir desse ponto desenvolvida uma disputa entre o agente público e privado por níveis de benefício fiscal e de investimento privado.

Com a análise de alguns indicadores² que podem gerar evidências acerca da situação econômica e social de determinadas regiões, é possível justificar, parcialmente, a importância da fixação de diretrizes para o desenvolvimento socioeconômico das regiões Norte e Nordeste do país, mais especificamente de incentivos fiscais.

O Plano Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) definiu os principais instrumentos de planejamento estratégico governamental, dentre essas ferramentas, com o objetivo, a priori, de instigar a expansão da formação bruta de capital fixo e social do Nordeste e da Amazônia, os incentivos fiscais foram definidos com o intuito de promover o desenvolvimento econômico e social dessas regiões através do fomento de setores produtivos.

Os primeiros incentivos fiscais que surgiram no Brasil foram oriundos de uma política de planejamento da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), que através da lei nº 4239, de 27/07/1963, decretou a redução e isenção de imposto de renda para

¹ É relevante salientar que Estados Unidos, Canadá e outros países do mundo também adotam políticas na mesma linha.

² Ver apêndice A. VIII.

as empresas que se instalassem ou manterem-se instaladas na região Nordeste. E atualmente em seu artigo 13 a lei nº 4239 define que ficarão isentos do imposto de renda e dos adicionais não restituíveis, que incidem sobre os resultados operacionais das firmas, os empreendimentos agrícolas ou indústrias que se instalarem, expandirem, modernizarem ou diversificarem nas áreas que atuam a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (Sudam) ou a Sudene, pelo prazo de 10 anos.

Os incentivos dão benefícios fiscais às empresas que os põe em prática, ganhos esses que são revelados através da redução, ou isenção, da carga tributária da firma ou empresa. Existem várias modalidades de incentivos fiscais, bem como diversos setores da economia que são alvos desses incentivos. O Quadro 1 expõe as modalidades e a base legal dos incentivos fiscais. O modelo a ser desenvolvido, assim como os jogos estruturados no presente trabalho, pode servir para a aplicabilidade dessa legislação vigente, no contexto em que o governo pretende aumentar o bem-estar da sociedade e a produtividade das firmas através da adoção dessas políticas. Segundo o Decreto nº 4213/2002 os setores prioritários, alvos dos incentivos fiscais são: Infraestrutura, Alimentos e Bebidas, Químicos, Minerais, Papel e Celulose e Turismo.

Quadro 1 – Modalidade, descrição e base legal dos incentivos no Brasil.

Modalidade	Descrição	Legislação
Redução de 75% do IRPJ	As pessoas jurídicas que tenham projetos de instalação, ampliação, modernização ou diversificação que se enquadra em setores da economia considerados prioritários para o desenvolvimento regional, nas áreas de atuação da SUDENE e da SUDAM.	MP nº 2.199/2001
Isenção do IRPJ (Programa de Inclusão Digital)	Pessoas jurídicas fabricantes de máquinas, equipamentos, instrumentos e dispositivos, baseados em tecnologia digital, para instalação, ampliação, modernização ou diversificação, nas áreas de atuação da SUDENE e da SUDAM, terão direito ao referido benefício fiscal.	MP nº 2.199/2001
Reinvestimento de 30% do IRPJ	Empresas que tenham empreendimentos industriais e agroindustriais, em operação nas	Lei nº 8.167/1991

	<p>áreas de atuação da SUDENE e da SUDAM, poderão depositar no Banco do Nordeste do Brasil S.A. e no Banco da Amazônia S.A., respectivamente, para reinvestimento, 30% do valor do Imposto de Renda devido pelos referidos empreendimentos.</p>	
<p>Isenção do Adicional ao Frete para Renovação da Marinha Mercante (AFRMM)</p>	<p>Serão concedidos aos empreendimentos que se implantarem, modernizarem, ampliarem ou diversificarem no Nordeste e na Amazônia e que sejam considerados de interesse para o desenvolvimento destas regiões.</p>	<p>Lei nº 9.808/1999</p>
<p>Depreciação Acelerada Incentivada e Desconto dos créditos da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS</p>	<p>Bens adquiridos a partir do ano-calendário de 2006 e até 31 de dezembro de 2018, as pessoas jurídicas que tenham projeto aprovado para instalação, ampliação, modernização ou diversificação enquadrado em setores da economia considerados</p>	<p>Lei nº 11.196/2005 Lei nº 12.712/2012</p>

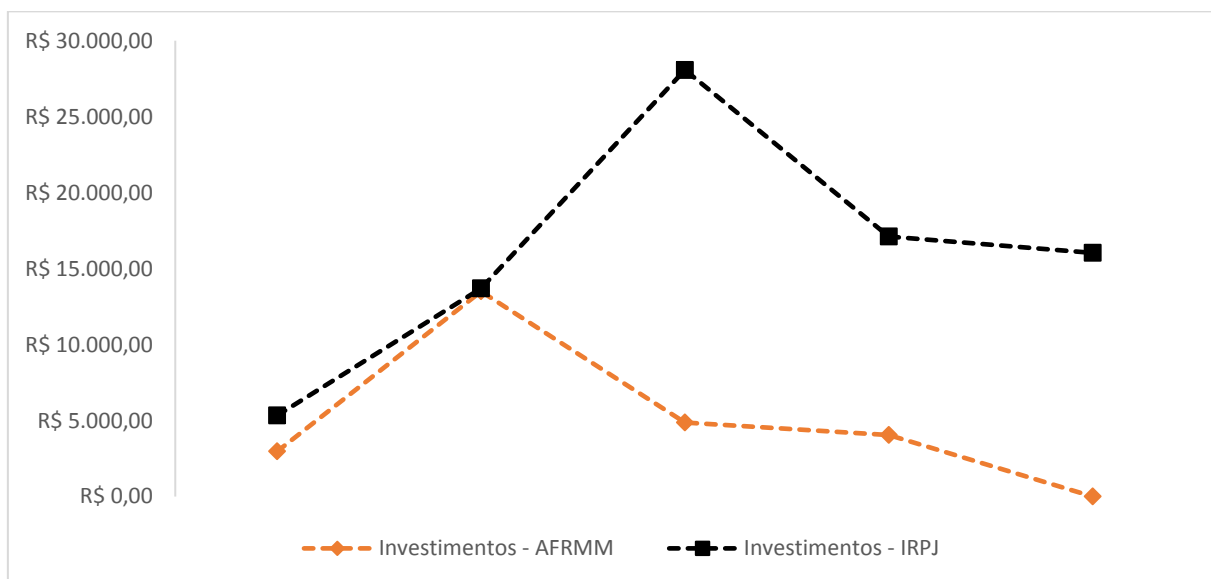
	prioritários para o desenvolvimento regional, em microrregiões menos desenvolvidas localizadas nas áreas de atuação da SUDENE e da SUDAM	
--	--	--

Fonte: Elaboração própria com informações do relatório Fundos Regionais e Incentivos Fiscais, 2017.

Os investimentos realizados pelas empresas, em regiões de atuação da Sudene, como contrapartida da concessão de benefícios fiscais, foram contabilizados entre os anos de 2012 a 2016. Para a obtenção da redução do Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ), um total de R\$ 80.250,90 bilhões foi contabilizado no referido período, sendo que a evolução do investimento para a redução de IRPJ teve a maior variação de 2012 para 2013, quando apresentou uma expansão de 156%, passando de R\$ 5.337,10 bilhões em 2012 para R\$ 13.687,5 bilhões em 2013. A variação total para o período analisado foi de 200,52%, o que mostra uma expansão significativa dos projetos de investimento de ampliação e modernização da estrutura das firmas e empresas demandantes dessa modalidade de benefício fiscal.

Outra modalidade de incentivo fiscal que é visada pela Sudene é a Isenção do Adicional ao Frete para Renovação da Marinha Mercante³, sendo que os investimentos realizados por as firmas como contrapartida da obtenção desse benefício totalizaram R\$ 4.041 bilhões em 2015, valor abaixo do que fora contabilizado no ano de 2013, R\$ 13.497,1 bilhões.

Gráfico 1 - Investimentos informados para a obtenção de benefícios fiscais (AFRMM e IRPJ), em R\$ 100.000 - Sudene - 2012 a 2016.



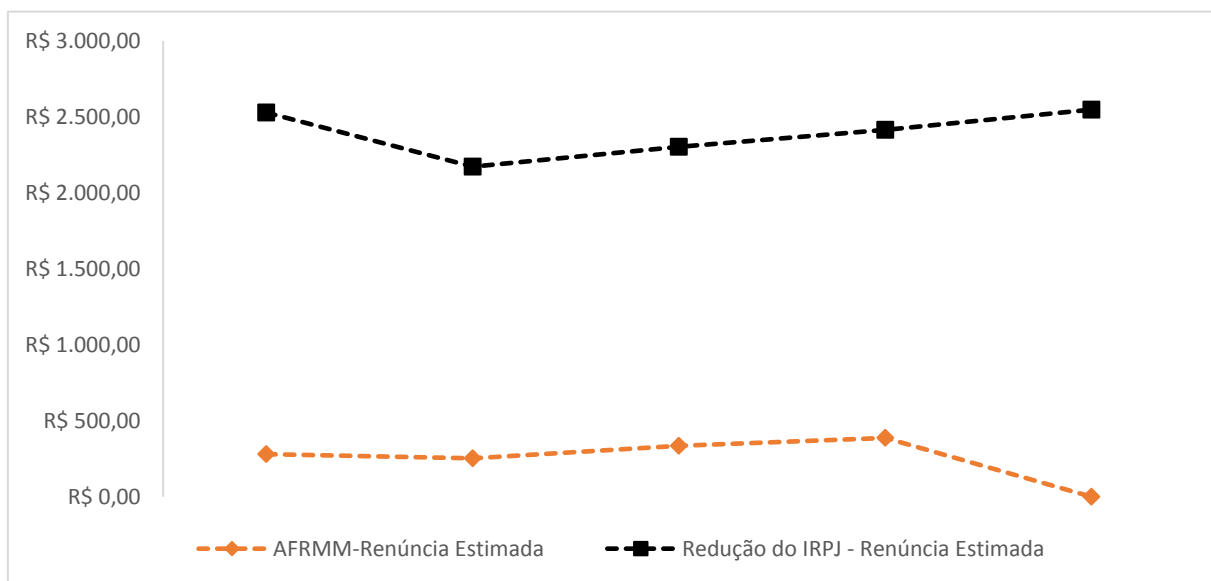
Fonte: Elaboração Própria com dados da Sudene.

A evolução das principais modalidades de benefícios fiscais concedidos, em R\$ bilhões, pela Sudene entre 2012 e 2016 fora exposta no Gráfico 2, tanto em termos de isenção do AFRMM quanto do IRPJ. A renúncia estimada de IRPJ, pela Sudene, fora crescente a partir

³ Tributo que objetiva o desenvolvimento da indústria de construção e reparação naval e da marinha mercante do Brasil, participa do Fundo da Marinha Mercante (FMM).

do ano de 2013, chegando em R\$ 2.548,20 bilhões em 2016, resultado mais elevado do que o da renúncia acerca do AFRMM, que chegou em 2015 a R\$ 387,00 milhões. O Gráfico 2 revela a discrepância entre os valores renunciados das referidas modalidades de incentivos fiscais. Existem evidências de que as firmas ou empresas localizadas na região Nordeste do país buscam executar com maior frequência os incentivos fiscais que gerem redução parcial do IRPJ.

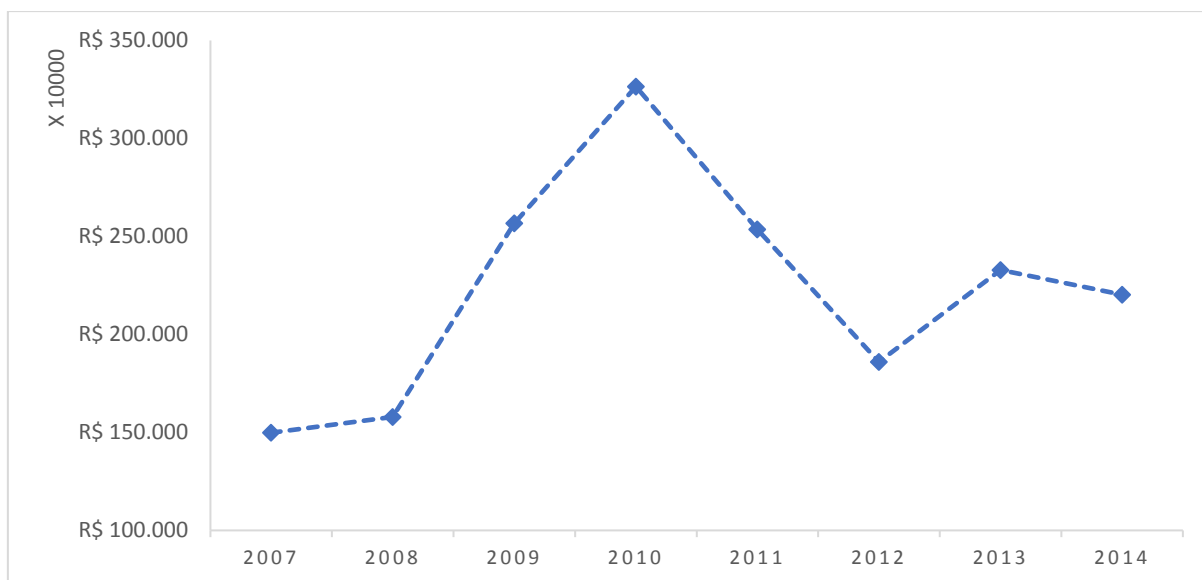
Gráfico 2 - Benefícios fiscais concedidos - Renúncia estimada de AFRMM e de IRPJ, em R\$ 1.000.000 – Sudene - 2012 a 2016.



Fonte: Elaboração própria com dados da Sudene.

A Sudam contabilizou um valor total de benefícios fiscais na ordem de R\$ 2.202.159.602, 00 no ano de 2014, sendo a série de 2007 à 2014 exposta no Gráfico 3. O valor total de benefícios fiscais concedidos pela Sudam apresentou uma queda brusca de 2010 à 2012, sendo em 2010 observado o maior valor da série, R\$ 3.264.637.254,00.

Gráfico 3 - Valor Total dos Benefícios Fiscais Concedidos: SUDAM – 2007 a 2014.



Fonte: Elaboração própria com dados da CGAV/SUDAM.

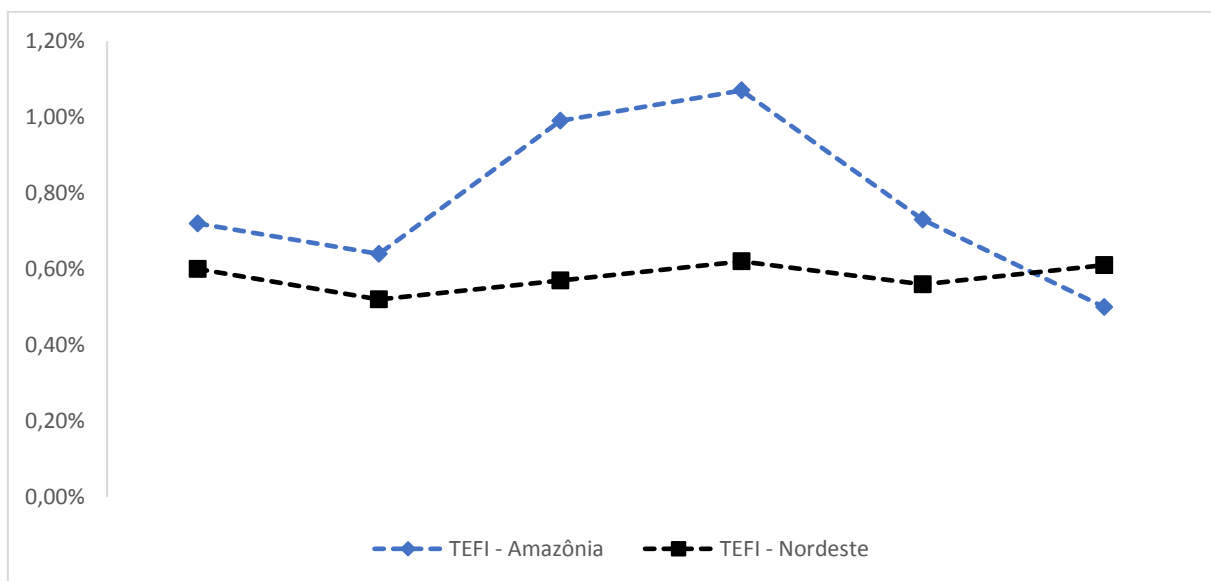
Nos últimos anos a Sudam desenvolveu indicadores⁴ de execução, eficácia, eficiência e efetividade para a avaliação dos incentivos fiscais concedidos pela superintendência, haja vista que os resultados obtidos e descritos pela Sudam foram para os anos de 2007 a 2014. O Gráfico 3 revela um indicador de execução, de 2007 a 2012, denominado de Taxa de Esforço Fiscal do Incentivo (TEFI), que tem sido um parâmetro medido por:

$$TEIF = \left(\frac{\sum_{n=1}^N GT_n}{Y_r} \right) \times 100$$

Sendo $\sum_{n=1}^N GT_n$ o total dos gastos tributários com as N modalidades de incentivos fiscais, e Y_r o PIB da região r . Sendo assim, a Amazônia atingiu o patamar de 1,07% em 2010, o maior valor da série. Já a Sudene apresentou para quase todo período uma TEFI estável, na média de 0,6%.

⁴ O resultado dos indicadores para os anos de 2007 a 2014 foi exposto na Figura 18.

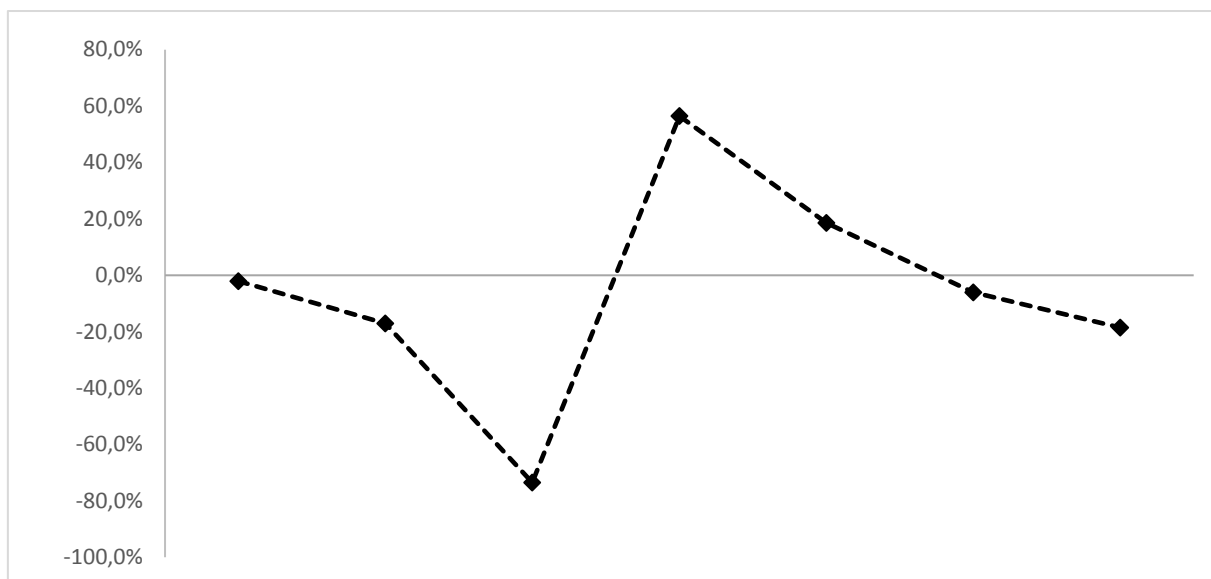
Gráfico 4 – Taxa de Esforço Fiscal do Incentivo- 2007 a 2012 - Sudam e Sudene.



Fonte: Elaboração própria com dados da CGAV/SUDAM.

Outro indicador de eficiência que tem variado abruptamente ao longo dos últimos anos é o Tempo Médio de Tramitação do Processo (TMTP) que mede quanto tempo em média leva para que um processo seja aprovado para a concessão do benefício fiscal, sendo representado pelo somatório da duração de processos já resolvidos dividido pelo número total de processos. Para a Sudam o TMTP chegou a 88 dias em 2014, sendo que em 2007 era de 288 dias. O Gráfico 4 expõe a variação do TMTP do período de 2007 a 2014, de ano em ano. A partir de 2011 as variações são menores, chegando a variar -18,5% de 2013 para 2014, o que pode evidenciar um ganho em termos de desburocratização do processo de concessão de benefícios fiscais.

Gráfico 5 – Série da Taxa de Variação do Tempo Médio de Tramitação do Processo: Sudam – 2007 a 2014.



Fonte: Elaboração própria com dados da CGAV/SUDAM.

Apresentados alguns dados sobre o desenvolvimento das políticas de incentivos fiscais no país, o presente estudo busca modelar e desenvolver o processo denominado de disputa por níveis fiscais, que faz jus ao planejamento estratégico governamental para concessão de possíveis níveis de benefício fiscal como contrapartida da realização de possíveis níveis de investimento por uma firma monopolista. O modelo desenvolvido tem caráter estático e busca analisar através do planejamento estratégico e de diversos jogos a situação específica: quando o governo se depara com a concessão de benefícios fiscais à um monopolista a eficiência na execução do incentivo fiscal por parte da firma corrobora para que os objetivos do governo ao adotar essa política sejam alcançados com êxito, o bem-estar social. Contudo, esse êxito é dependente do quão eficiente será o monopolista ao realizar determinado nível de investimento em sua estrutura, parte desse ponto o problema que será tratado: nem sempre a firma monopolista será eficiente ao realizar determinado nível de investimento⁵ em sua estrutura, ou seja, nem sempre a firma obterá reduções de custo marginal que compensem determinado montante de investimento realizado. Essa condição pode gerar um nível de bem-estar social menor do que se a firma fosse eficiente no investimento realizado, o problema

⁵ Considere que o investimento privado realizado reduz o custo marginal da firma (Fudenberg e Tirole (1991); Tirole (1997)).

central do presente trabalho é determinar as consequências desse pressuposto para o bem-estar social agregado da economia.

Os jogos desenvolvidos no trabalho definem diversos equilíbrios e decisões estratégicas, sendo considerado que a política de incentivo fiscal tem o objetivo de elevar o nível de bem-estar social, aumentando a produtividade da firma alvo do incentivo. Com isso, no capítulo seguinte fora elaborada uma revisão da literatura existente acerca dos conceitos utilizados e desenvolvidos no presente trabalho: incentivos fiscais para o investimento em estrutura de capital, geração de bem-estar social, produtividade e lucratividade da firma alvo do incentivo. O capítulo 3 descreve os agentes do modelo estático a ser desenvolvido para os diversos casos apresentados e o conceito fundamental para desenvolvimento dos jogos abordados, o de disputa por níveis fiscais. No capítulo seguinte o jogo simultâneo de informação completa e imperfeita entre firma e governo é desenvolvido e seus resultados são descritos por meio de uma tabela resumo, no capítulo 5 é feita uma descrição introdutória acerca de como será abordado o jogo sequencial de informação perfeita e completa entre firma e governo no contexto de disputa por níveis fiscais. Em seguida são desenvolvidos os jogos sequenciais nos capítulos 6 e 7, com as possibilidades destacadas no capítulo 5. Um jogo de informação perfeita e incompleta é elaborado no capítulo 8 para analisar o comportamento dos agentes caso exista algum nível de incerteza acerca dos tipos da firma, e por fim, no capítulo 9 foram descritas as conclusões mais relevantes do presente trabalho.

2. INCENTIVOS FISCAIS: REVISÃO DA LITERATURA

A medida que a teoria econômica corroborava pressupostos de uma relação negativa entre crescimento econômico e níveis de imposto começou a se dar maior ênfase à adoção e formatação de políticas de incentivos fiscais e de gastos tributários (Helms (1985); Eisinger, (1988)). Bosworth (1985), Clark (1993), Gravelle (1992) concluíram que políticas fiscais podem ter efeito sobre o investimento privado.

Destaca-se em Black e Hoyt (1989) que os incentivos fiscais podem ser utilizados como uma forma de minimizar a arrecadação tributária necessária para a provisão de bens públicos e segundo Wolman (1988) e Ambrosius (1989) servir como mecanismo de proteção da indústria local, evitando a perda de arrecadação para outros estados (Burnier (1992); Noto (1991); Kolesar (1995)), bem como atrair investimentos estrangeiros que possam gerar negócios rentáveis (Clingmayer e Feiock (1995); Ledebur e Woodward (1990); MacDougall (1960); Spindler e Forrester (1993); Wolman (1988)). Wiewel (1999) concluiu que em certos casos os incentivos fiscais podem ter efeitos pouco significantes na economia se o governo for bastante interventor.

Visando fomentar a economia de determinados setores e estimular a geração de maiores níveis de bem-estar social os incentivos fiscais podem servir como uma política de atração de firmas para certas localidades, ou regiões, ou serem direcionados para determinado setor da economia ou mercado que apresente falhas (Bartik (1991); Baum (1987); Courant (1994)), e gere perdas em termos de baixa produtividade, como um monopólio, com o objetivo de instigar a realização de investimento em capital fixo, humano etc. (Barro e Sala-I-Martin (1992); Easson (2001); Rowlands (1996); Sav (1984); Siegel (1997)). Sendo que em Noll e Zimbalist (1997) fora destacada a importância dos incentivos fiscais para estimular a redução da capacidade ociosa de uma economia.

Debaco e Neto (1998), Nogueira (2012), Pontes, Vianna e Holanda (2006), Nogueira e Neto (1998) tratam do caso em que existe a intenção por parte do ente público de atrair novas firmas para determinadas regiões através da concessão de benefícios fiscais. Com o mesmo intuito e analisando os efeitos da guerra fiscal na estrutura orçamentária dos entes subnacionais e no bem-estar social Franco e Neto (2001) destacam através de um jogo dinâmico de informação completa e imperfeita que a guerra fiscal continua a existir pelo motivo de que um estado pode elevar seu nível de bem-estar ao conceder isenção às firmas de outro estado, os autores concluíram também que em relação ao orçamento dos estados não fora identificada

externalidade fiscal, sendo proposta a implantação mecanismos de punição para o estado que manter déficit fiscal. Com isso, os estados desde as últimas décadas buscam atrair novas firmas e investimentos privados, assim como corrigir eventuais falhas de mercado, por consequência os entes subnacionais se revelam cada vez mais centrados na questão da guerra fiscal ((Bowman (1988); Burnier (1992); Debaco e Neto (1998); Forman (1997); Franco e Neto (2001); Guskind (1989); Haider (1992); Hamilton (1994); Hanson (1993); Kenyon (1991); Krohe(1989); Nogueira (2012); Nogueira e Neto (1998); Pontes, Vianna e Holanda(2006)).

Nogueira e Neto (1998) utilizam um modelo estático para analisar as decisões da entrada de uma nova firma em mercados com incentivos fiscais que permitem a redução de custo marginal. Seu principal objetivo é analisar qual o impacto da referida política na competitividade das firmas, na lucratividade e na produção. As conclusões do trabalho indicaram que quanto maior a redução de custos advinda do incentivo fiscal e menor for o custo marginal da firma entrante, então, menos competitivas serão as firmas que já estão no mercado, fazendo jus à Teoria dos Mercados Contestáveis disposta em Baumol, Panzar e Wilig (1982), que afirma que quanto menos a entrada de novas firmas gerar custos irre recuperáveis menor será o poder de mercado do monopolista já fixado, dando ênfase ao fator competitividade quando não existem barreiras para firmas entrantes. Nogueira e Neto (1998) não analisou uma possível reação das firmas incumbentes. Isso foi desenvolvido em Nogueira (2012), que destaca que se o governo conceder um benefício fiscal muito elevado para uma nova firma adentrar em um mercado dominado por uma monopolista isso irá reduzir a capacidade de reação da firma incumbente, dada por um investimento a ser realizado, fazendo com que o resultado mais eficiente para os consumidores e a sociedade seja obtido, a entrada da firma. O autor destaca também o investimento máximo que o monopolista estará disposto a realizar para competir com a firma entrante, podendo auferir assim um lucro maior do que se não investisse. Chirinko (1993) afirma que o investimento em capital fixo pode contribuir para o fomento de uma economia e ser responsável por flutuações na produção, sendo em Dixit e Pindyck (1994) é tratada a questão da incerteza acerca da eficiência na capacidade de investir das firmas.

3. DESCRIÇÃO DOS AGENTES DO MODELO E SUAS INTERAÇÕES

O presente capítulo descreve o conceito a ser desenvolvido no trabalho, disputa por níveis fiscais, explicando a base do modelo disposto nos diversos jogos: as características e como interagem firma e governo no processo de execução do incentivo fiscal. O capítulo se vincula e faz jus ao conceito denominado de disputa por níveis fiscais, relevante para o desenvolvimento dos jogos, bem como dos equilíbrios a serem obtidos.

3.1 Disputa por Níveis Fiscais.

O conceito de disputa por níveis fiscais revela paradigmas acerca do processo de interação entre firma e governo no que tange a concessão de maiores, ou menores, níveis de benefício fiscal. No escopo desse trabalho, a disputa por níveis fiscais, será definida pela disputa entre os dois agentes (governo e firma monopolista). Nesse contexto a adoção e execução do incentivo fiscal por benefício fiscal de determinado nível é demandado pela firma e investimento privado a ser realizado pela firma é demandado pelo governo.

Neste escopo o governo objetiva ganhos em termos de bem-estar social, adotando uma política de incentivo fiscal que pode ser executada através da redução da alíquota de imposto incidente sobre a quantidade produzida ou do abatimento sobre o imposto total pago pela firma na sua produção, tendo como contrapartida o investimento privado da firma em sua estrutura de produção. A política de incentivos fiscais objetiva instigar o aumento da produção, do bem-estar dos consumidores, da renda das famílias e do montante arrecadado pelos cofres públicos. Portanto, a abordagem se baseia na adoção de um incentivo em um ambiente onde uma firma monopolista está disposta a barganhar ou disputar com o governo por níveis⁶ de benefício fiscal como contrapartida de determinados níveis de investimento privado.

No trabalho, os jogos com estratégias contínuas são resolvidos e utilizados para o desenvolvimento dos jogos com estratégias discretas, denominados de jogos de disputa por níveis fiscais. Logo, existem dois jogos em cada modelo a ser apresentado, um jogo contínuo que é utilizado para a descrição do discreto. Em tese, tome que a definição de equilíbrio em cada jogo, tanto contínuo como discreto será dada por⁷:

⁶ Os níveis de benefício fiscal para a firma serão acoplados em sua estrutura de lucro como reduções da alíquota marginal de imposto incidente sobre a quantidade produzida somente no jogo sequencial.

⁷ A diferença entre os espaços estratégias dos jogadores para o jogo contínuo e o sequencial ficará exposta a seguir.

Um jogo de disputa por níveis fiscais é descrito por $J = \{S_i; U_i\}_{i=1}^2$, onde S_1 é o espaço estratégia do jogador 1 (firma), S_2 o espaço estratégia do jogador 2 (governo), U_1 e U_2 são os respectivos *payoffs* (ou utilidades) dos jogadores 1 e 2, seja então um perfil de estratégias $s^* = (s_1^*, s_2^*)$ um Equilíbrio de Nash se para cada jogador o melhor que i pode fazer, dadas as escolhas do outro jogador, s_{-i}^* , é escolher s_i^* :

$$\forall i = 1, \dots, n, \forall s_i^{\&} \in S_i, u_i(s^*) \geq u_i(s_i^{\&}, s_{-i}^*)$$

3.1.1 Características da Firma Monopolista

Uma firma monopolista é alvo do incentivo fiscal, diante disso é instigada a realizar um investimento em sua estrutura de produção, que como contrapartida irá lhe auferir ganhos em termos de redução de sua carga tributária⁸. A função demanda⁹ inversa de mercado é dada por $P(q) = a - q$, com $a > q$ e $a > c$. O custo de produção da firma é dado por $C(q) = cq$ e o imposto pago sobre quantidade produzida é dado por $T(q) = tq$. Considera-se que o investimento feito pela firma em sua estrutura reduz o custo marginal de produção. A firma tem custo marginal constante.

Definição 1. Lucratividade ou Eficiência¹⁰ do Investimento da Firma: A capacidade que a firma tem de investir um determinado montante em sua estrutura e obter uma redução de custo marginal que compense o montante investido. Ou seja, obter ganhos em termos de lucratividade com o investimento realizado.

Definição 2. Compensação Tributária: No trabalho, compensação tributária ocorre quando o governo concede um benefício fiscal que seja lucrativo para a firma ineficiente realizar um investimento de maior nível.

Suposição 1. O governo irá demandar dois possíveis níveis de investimento a serem efetivados pela firma, onde I_A é o investimento de nível A, que é aproximadamente igual ao imposto total pago pela firma, $I_A \cong T(q)$, e I_B representa o investimento de nível B, que é aproximadamente igual a zero, $I_B \cong 0$. Os níveis de investimento demandado pelo governo:

⁸ Seja por um abatimento na carga tributária ou redução na alíquota marginal de imposto incidente sobre a quantidade produzida.

⁹ $P(q) = a - dq$, com $d = 1$ por simplificação, onde q é a quantidade produzida pela firma e a um parâmetro estrutural que é sensível ao tamanho da população ou à renda dos consumidores.

¹⁰ Perceba que eficiência nesse caso será no sentido da firma, ou seja, sinônimo de lucratividade ao realizar o investimento.

$$I(q) = \begin{cases} I_A, & \text{se } I \cong T(q) \\ I_B, & \text{se } I \cong 0 \end{cases}$$

Suposição 2. A firma monopolista é absolutamente ineficiente ao investir valores maiores que seu imposto total, não conseguindo compensar o investimento realizado com a redução do custo marginal.

Definição 3. α será a redução do custo marginal advinda do investimento feito pela firma em sua estrutura de produção, pode assumir os seguintes valores:

$$\alpha = \begin{cases} \beta & \text{se realiza } I_B \\ \beta + \mu & \text{se realiza } I_A \end{cases}$$

Sendo:

$$\mu = \begin{cases} \varphi & \text{se realiza } I_A \text{ e é eficiente} \\ \varphi' & \text{se realiza } I_A \text{ e é ineficiente} \end{cases}$$

Sendo $\varphi \gg \beta$, $\varphi' \gg \beta$ e $\varphi > \varphi'$.

Definição 4. Absolutamente ineficiente: Ao investir I_y , sendo y um nível de investimento tal que $I_y > T(q)$, e seja α_y a redução do custo marginal gerada pelo investimento maior que o imposto total, então $\alpha_y < \alpha$.

A Tabela 1 julga os níveis de investimento e a respectiva redução de custo marginal gerada.

Tabela 1 - Níveis de investimento e Redução de Custo Marginal Gerada.

Nível de Investimento	Redução de Custo Marginal Gerada
I_B	β
I_A , dado que a firma é eficiente	$\beta + \varphi$
I_A , dado que a firma é ineficiente	$\beta + \varphi'$

Fonte: Elaboração Própria.

A Tabela 2 descreve as implicações dos possíveis níveis de investimento a serem realizados pela firma.

Tabela 2 – Implicações dos Níveis de Investimento Requerido.

Nível de Investimento	Característica	Eficiência da Firma
$I_A = \theta tq + V$	<p>É composto por uma parte dependente do nível de imposto total pago e outra fixa, de modo que $V \gg \theta tq$ e $0 \cong \theta$, sendo $I_A \cong T(q)$. Gera reduções de custo marginal: $\beta + \mu$, sendo $\beta \ll \mu$.</p>	<p>Pode existir o caso em que uma firma não seja eficiente realizando I_A, pois como V é fixo, a firma não pode variar essa parcela de seu investimento de modo a gerar uma redução de custo marginal, juntamente com o benefício fiscal concedido, que compense o valor investido.</p>
$I_B = \theta tq$	<p>É composto apenas pela parte variável, sendo $I_B \cong 0$. Gera redução de custo marginal: β.</p>	<p>A firma será eficiente ao realizar um investimento de nível B, de modo que $\beta > \theta t$. Pois, considere que a firma pode ajustar o investimento realizado, que agora é composto por uma única parcela, que é variável, para que compense sair de uma situação sem investimento para uma com um nível de investimento próximo de zero, e que gere lucratividade.</p>

Fonte: Elaboração Própria.

Teorema 1¹¹. Do Investimento da Firma: A firma ao decidir executar a política de incentivo fiscal somente investirá em sua estrutura valores situados no intervalo: $(0, T(q))$.

Suposição 3. É absoluta para o investimento de nível B, sendo que para o de nível A não é, pode ser que a firma seja ineficiente ao investir um nível A, dando margem para perdas no lucro. Como para um I_A existe uma parcela fixa, V , caso a firma seja ineficiente com essa parcela sendo investida, a mesma não tem como variar essa parte de seu investimento de modo a gerar uma redução de custo marginal que compense o valor investido. Sendo que para um I_B a firma investe um valor que é escolhido de acordo com o estipulado: $0 \cong \theta$; e como I_B é composto somente por uma parcela variável, existe uma flexibilidade em se ajustar o valor a ser investido

¹¹ Prova no Apêndice A.I.

de modo a gerar lucros. A condição de firma eficiente é absoluta para a realização de um I_B , suponha por absurdo que:

$$\pi_{I_B} < \pi$$

Então se o lucro da firma monopolista for maior do que o lucro da mesma quando um investimento de nível B é realizado, a firma não entrará na execução do incentivo fiscal, ou seja, não existirá uma disputa por níveis fiscais, o que fere a base do modelo. Portanto $\pi_{I_B} < \pi$ é um absurdo, logo correto:

Definição 4. O espaço estratégia da firma no jogo de estratégias contínuas é $S_1: q = [0, \infty)$ e no jogo de estratégias discretas, ou de disputa por níveis fiscais, será: $S_1': q_{I_n} = \{q_{I_A}, q_{I_B}\}$.

No modelo o problema da firma consiste em maximizar o lucro (Π^{12}), determinando a quantidade ótima a ser produzida. Assim, seu espaço estratégia no jogo de estratégias contínuas é dado por $S_1: q = [0, \infty)$.

$$\text{Máx}_{S_1:q=[0,\infty)} \Pi$$

$$\text{Máx}_{S_1:q=[0,\infty)} \pi(q, \psi) = Pq - cq - (\bar{t} - \psi)q - I$$

Sendo ψ a alíquota de benefício fiscal concedida à firma, \bar{t} o imposto marginal incidente sobre a produção e I o investimento realizado pela firma na execução do incentivo fiscal.

3.1.2 Características do Governo

O governo é responsável por maximizar o bem-Estar social, em um ambiente onde existem perdas no bem-estar social através de um menor nível de produção da firma monopolista, o ente público decide adotar um incentivo fiscal para instigar o aumento do nível ótimo de produção da firma, gerando assim ganhos para os consumidores em termos de excedente, para o governo em termos de arrecadação e para as famílias que auferem maior renda com novos empregos. O governo deve determinar a alíquota ótima de benefício fiscal, ψ , a ser concedida a firma, dado o imposto marginal já cobrado, constante, \bar{t} .

¹² Seja o lucro da firma Π , sendo $\Pi' > 0$ e $\Pi'' < 0$, duas vezes diferenciável.

O problema do governo consiste em maximizar a função de bem-estar social, conforme a equação (1) que incorpora consumidores, o próprio governo, as famílias, através do investimento feito pela firma, e o benefício fiscal concedido.

Definição 5. A decisão do governo no jogo contínuo envolve o espaço de estratégias: $S_2: \psi = [0, \infty)$. E no jogo discreto, ou de disputa por níveis fiscais, o espaço de estratégia do governo assume: $S_2': b_f = \{b_{I_A}, b_{I_B}\}$.

Considera-se que o investimento entra positivamente¹³, isso se deve ao fato de ser uma *proxy* para a geração de renda das famílias, e o benefício fiscal negativamente¹⁴ no bem-estar social.

No trabalho o bem-estar social é mensurado conforme a equação (1).

$$\begin{aligned} \underset{S_2: \psi=[0, \infty), t=[0, \infty)}{\text{Máx}} \quad W &= EC^{15} + T + I - b_f \\ & \text{s. a} \\ G = \bar{t}q - g &\geq 0 \end{aligned}$$

O governo maximiza uma função de bem-estar social sujeita a restrição de sua arrecadação. Sendo, $G = T - g$ o gasto com o social¹⁶, com g sendo o gasto governamental com a manutenção da máquina pública. A desigualdade corrobora para o pressuposto de que não existe déficit nas contas públicas. O problema consiste em encontrar (ψ^*) que maximiza o bem-estar social, podendo ser descrito como:

$$\arg \max_{\psi \in [0, \infty)} W = (\psi^*)$$

Por simplificação de manipulações algébricas e até mesmo como *proxy* da realidade, suponhamos que $g > b_f$.

3.1.3 Interação Firma-Governo

A firma realiza um investimento em sua estrutura e como contrapartida o governo concede um benefício fiscal com o objetivo de aumentar o bem-estar social dos consumidores, através do excedente do consumidor, das famílias (que também são consumidores, mas distinguem-se no modelo por serem beneficiadas com o investimento privado da firma no que tange a geração de mais empregos, e com isso renda) e do seu próprio bem-estar, em termos de arrecadação de impostos. A firma ao realizar um investimento, que depende da quantidade

¹³ O investimento realizado pela firma é uma *proxy* para a geração da geração de renda para as famílias, dado que a firma irá contratar mais trabalhadores, ou qualifica-los, ao investir em formação bruta de capital fixo (FBCF).

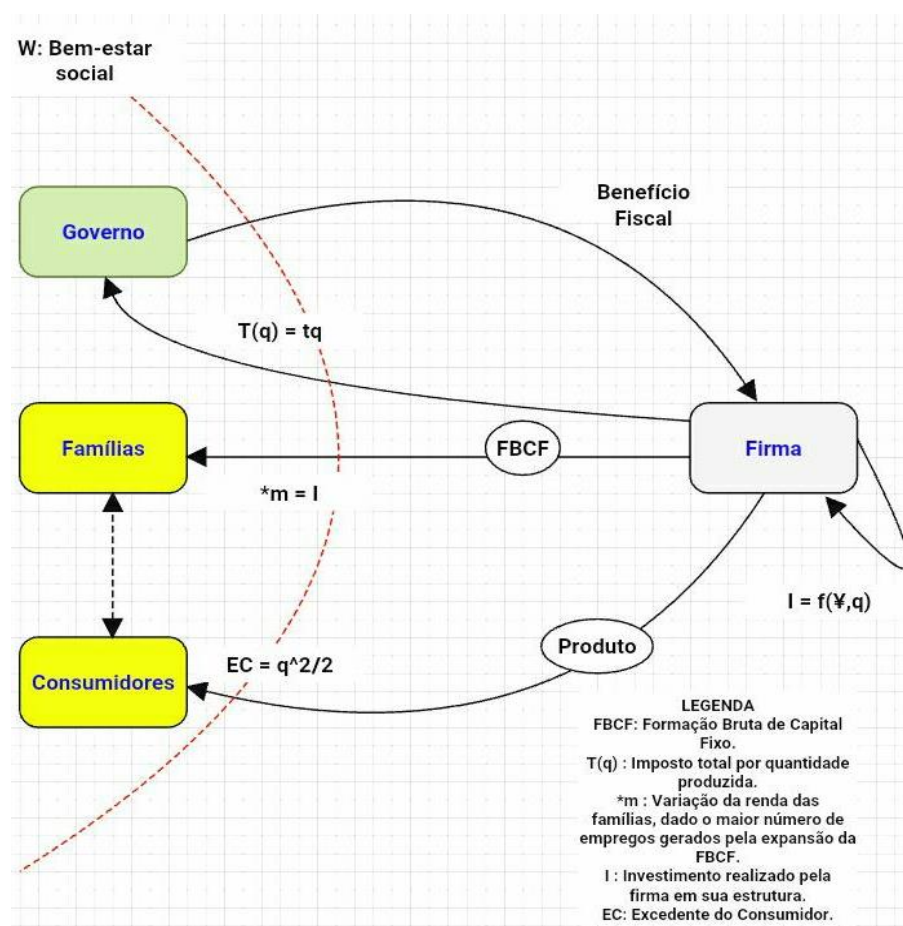
¹⁴ Pelo fato de que o benefício fiscal que é concedido a firma é retirado dos gastos com social.

¹⁵ Excedente do consumidor.

¹⁶ Alocação de bens públicos, programas sociais e de outros gastos governamentais.

produzida¹⁷ gera uma variação na sua formação bruta de capital fixo, sendo que o investimento também depende de Ψ , que representa o tipo¹⁸ da firma, que pode ser eficiente¹⁹ (ϕ_1) ou ineficiente (ϕ_2), e com isso contrata mais trabalhadores, gerando renda para as famílias. O governo concede um benefício fiscal a firma e a mesma paga determinado imposto pela produção. Sendo o bem-estar social composto por governo, consumidores e famílias, pelo motivo de o ente público não ter em sua gestão a prioridade com o lucro da firma o monopolista não entra no bem-estar social. A Figura 1 descreve o fluxograma do modelo, utilizado para o desenvolvimento dos cenários de disputa por níveis fiscais entre governo e firma.

Figura 1 – Fluxograma Descritivo do Modelo.



Fonte: Elaboração Própria.

¹⁷ O investimento, ou parcela dele, dependerá de $T(q)$, e como $T(q)$ depende de q , o investimento também depende de q .

¹⁸ Os índices 1 e 2 na representação dos tipos da firma definem, respectivamente, firma eficiente e firma ineficiente.

¹⁹ Lembre-se que no trabalho eficiência da firma diz respeito a sua capacidade de reduzir seu custo marginal de modo a cobrir, com essa redução, o investimento de nível A realizado, que seria próximo ao imposto total pago pela firma.

4. ANÁLISE DA DÍSPUTA POR NÍVEIS FISCAIS ENTRE FIRMA MONOPOLISTA E GOVERNO EM JOGO SIMULTÂNEO DE ESTRATÉGIAS CONTÍNUAS DE INFORMAÇÃO PERFEITA E COMPLETA.

A estratégia da firma no jogo simultâneo consiste em determinar a quantidade a ser produzida dado determinado investimento feito em sua estrutura. A estratégia do governo no jogo simultâneo consiste na determinação da alíquota de benefício fiscal a ser concedido e da alíquota marginal de imposto a ser cobrado por quantidade produzida pela firma, sem acoplar a quantidade ótima produzida pela firma em sua escolha, dado o investimento realizado.

São considerados dois cenários para o jogo simultâneo:

1. A firma realiza um investimento de nível A, I_A e o governo concede simultaneamente determinado benefício fiscal (tome o benefício fiscal desse caso como sendo um benefício fiscal de nível A, b_A , pois um investimento de nível A foi realizado).
2. A firma realiza um investimento de nível B, I_B (tome o benefício fiscal desse caso como sendo um benefício fiscal de nível B, b_B , pois um investimento de nível B foi realizado).

Suposição 5. Supõe-se que o investimento instigará a formação bruta de capital fixo, ou seja, modernização, expansão ou ampliação da malha de produção²⁰, gerando ganhos em termos de redução do custo marginal da firma.

Os *payoffs* ótimos de cada jogador, na seguinte ordem (*payoffFirma*, *payoffGoverno*), em cada cenário do jogo simultâneo, são descritos, respectivamente, por: $(\pi_{q_{I_A}}^*, W_{I_A}^*)$ e $(\pi_{q_{I_B}}^*, W_{I_B}^*)$.

No jogo simultâneo o governo determina a alíquota ótima ao mesmo tempo em que a firma determina sua quantidade ótima a ser produzida com o nível de investimento escolhido. Destaca-se que o governo tem conhecimento acerca do nível de investimento que a firma fará, pois, o ente público acopla em sua tomada de decisão o montante investido pela firma.

²⁰ As quantidades produzidas com investimento de nível A e investimento de nível B são, respectivamente, denotadas por q_{I_A} e q_{I_B} , sendo $I_A > I_B$.

4.1 O caso da Concessão de Benefício Fiscal com um Investimento Privado de Nível B

Para o caso em questão o investimento privado é definido como $I_B = \theta \bar{t}q$, com $0 \cong \theta$ e $I_B \cong 0$. A firma maximiza lucro e define a quantidade ótima a ser produzida. Considera-se que o investimento da firma reduz c , onde β é a redução do custo marginal advinda do investimento de nível B, sendo a nova estrutura de custo de produção da firma dada por $C(q) = (c - \beta)q$, com $c > \beta$ e $\beta > \theta \bar{t}$, sendo ψ a alíquota de redução do imposto marginal, e $b_f = \psi q$ o benefício fiscal concedido. Assim o problema da firma é dado por (2).

$$\underset{S_1:q=[0,\infty)}{\text{Máx}} \pi(q, t) = aq - q^2 - (c - \beta)q - (\bar{t} - \psi)q - \theta \bar{t}q \quad (2)$$

A quantidade ótima produzida pela firma e o preço de equilíbrio desse mercado se expressam conforme equações (3) e (4).

$$q_{I_B}^* = \frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2} \quad (3)$$

$$P_{I_B}^* = \frac{a + c - \beta + \bar{t} + \bar{t}\theta - \psi}{2} \quad (4)$$

A equação (5) indica o lucro ótimo da firma.

$$\pi_{q_{I_B}}^* = \frac{(a - c + \beta - \bar{t}(1 + \theta) + \psi)^2}{4} \quad (5)$$

Notemos que o investimento feito pela firma implica em redução no custo marginal, isso contribui para aumento do nível ótimo de quantidade produzida, contudo o peso do imposto incidente sobre a quantidade produzida aumenta, pois, considera-se que a empresa retirou uma parcela mesmo que pequena, do imposto pago para investir em sua estrutura.

Supõe-se que haverá uma compensação quando a firma iniciar sua produção em maiores níveis, fazendo com que o peso da alíquota marginal do imposto incidente sobre a quantidade produzida aumente e sua estrutura de produção se torne mais sensível a incidência do imposto por unidade produzida. No jogo simultâneo de estratégias contínuas o governo não tem acesso a quantidade ótima produzida pela firma. O governo acopla na função de bem-estar social um investimento de nível B feito pela firma, levando em consideração as relações:

$$T = \bar{t}q$$

$$b_f = \psi q$$

Logo²¹,

$$q = \frac{b_f}{\psi}$$

$$q = \frac{T}{\bar{t}}$$

Então:

$$\frac{b_f}{\psi} = \frac{T}{\bar{t}}$$

$$\bar{t}b_f = \psi T \quad (6)$$

De (6) podemos extrair (7):

$$\bar{t} = \frac{\psi T}{b_f} \quad (7)$$

Note que T , b_f e \bar{t} são constantes. Como o governo não tem acesso a quantidade ótima produzida, utiliza a relação (7), como equação complementar para a resolução de eu problema de maximização. Assim a função de bem-estar social:

$$w(\psi) = \frac{q^2}{2} + T + I_B - b_f$$

$$w(t, q) = \frac{q^2}{2} + \bar{t}q + \theta\bar{t}q - b_f$$

Colocando a equação em função dos parâmetros de escolha utilizando a relação (6).

$$w(\psi) = \frac{\left(\frac{b_f}{\psi}\right)^2}{2} + \theta\left(\frac{\bar{t}b_f}{\psi}\right) - \frac{T\psi}{\bar{t}} + \frac{\bar{t}b_f}{\psi}$$

Logo,

$$\underset{S_2: \psi \in [0, \infty)}{\text{Máx}} W_{I_B} = \frac{\left(\frac{b_f}{\psi}\right)^2}{2} + \theta\left(\frac{\bar{t}b_f}{\psi}\right) - \frac{T\psi}{\bar{t}} + \frac{\bar{t}b_f}{\psi}$$

s. a

$$G = \frac{\bar{t}b_f}{\psi} - g \geq 0$$

²¹ Note que com estas relações o governo não está definindo a relação de equilíbrio do modelo, pois para isso teria que relacionar as variáveis estratégicas no ótimo, o que não se observa. O governo apenas descreve a relação entre \bar{t} e ψ .

Do problema²² de maximização do governo, tem-se que a alíquota ótima de benefício fiscal a ser concedida é disposta conforme a equação (8).

$$\psi^* = \frac{\bar{t}b_f}{g} \quad (8)$$

Assim, como o governo não tem acesso a quantidade ótima da firma, o mesmo define suas variáveis estratégicas em função somente no imposto marginal, do benefício fiscal total e dos gastos com a manutenção da máquina pública. Observa-se que quanto maior for os gastos do governo com a máquina pública então menor será a disponibilidade de caixa para a concessão de benefícios fiscais, logo menor será a alíquota concedida. Quanto maior os níveis de imposto pago por unidade produzida e de benefício fiscal integral ou total maior será a alíquota. Nesse caso o benefício fiscal de nível B a ser concedido é exposto em (9):

$$b_B = \psi^* q_{I_B}^*$$

$$b_B^* = \frac{\bar{t}b_f[a - (c - \beta) - \bar{t}\left[(1 + \theta) - \frac{b_f}{g}\right]]}{2g} \quad (9)$$

Notem que o governo maximiza o bem-estar social definindo a alíquota ótima de benefício fiscal a ser concedida para um nível B de investimento privado. Se resolvermos o problema do governo com um investimento de nível A a alíquota ótima de benefício fiscal a ser concedida será a mesma disposta em (8).

4.2 O caso da Concessão de Benefício Fiscal com Investimento Privado de Nível A.

A firma realiza um investimento privado de nível A, e pressupõe o governo um benefício fiscal de nível A. O investimento nesse caso é composto por uma quantia fixa, que não varia com a carga tributária da firma. Logo $I_A = V + \theta tq$, com $0 \cong \theta$, $I_A \cong T$ e $V > \theta tq$. Como o investimento privado é maior, a redução no custo marginal também será maior do que no caso anterior, $C(q) = (c - \beta - \mu)q$, com $c > \beta + \mu$, com $\mu > \beta$, sendo μ a redução do custo marginal adicional, ou a redução do custo marginal advinda da parte constante de I_A , no caso V , e β , como descrito anteriormente, é a redução do custo marginal advinda da parte variável do investimento. A firma maximiza a equação (8), obtendo a quantidade ótima a ser produzida conforme equação (9), preço ótimo em (10) e lucro ótimo em (11).

$$\underset{S_1:q=[0,\infty)}{\text{Máx}} \pi(q, \psi) = aq - q^2 - (c - \beta - \mu)q - (t - \psi)q - \theta tq - V \quad (10)$$

²² Apêndice A.I.

$$q_{IA}^* = \frac{a - (c - \beta - \mu) - t(1 + \theta) + \psi}{2} \quad (11)$$

$$P_{IA}^* = \frac{a + c - \beta - \mu + t + t\theta - \psi}{2} \quad (12)$$

$$\pi_{q_{IA}}^* = \frac{(a - c + \beta + \mu - t(1 + \theta) + \psi)^2}{4} - V \quad (13)$$

A expressão (13) expõe o lucro da firma ao realizar um investimento de nível A. Para determinarmos se esse lucro é maior do que o lucro com investimento de nível B, é necessário definir se a firma é eficiente ou não ao investir um montante maior em sua estrutura, de tal maneira que consiga compensar com a redução adicional de seu custo marginal a parcela constante de investimento, V .

O governo resolve o problema de maximização da função de bem-estar social²³ definida, como no caso anterior, contudo acoplado à função um nível A de investimento realizado pela firma.

$$\begin{aligned} \underset{S_2: \psi=[0, \infty)}{\text{Máx}} W_{IA} &= \frac{\left(\frac{b_f}{\psi}\right)^2}{2} + \theta \left(\frac{\bar{t}b_f}{\psi}\right) + V - \frac{T\psi}{\bar{t}} + \frac{\bar{t}b_f}{\psi} \\ & \text{s. a} \\ G &= \frac{\bar{t}b_f}{\psi} - g \geq 0 \end{aligned}$$

De modo análogo ao caso da seção anterior tem-se que o nível de benefício fiscal ótimo a ser concedido pelo governo entram em consonância com a alíquota disposta em (8); E o benefício fiscal de nível A será conforme em (14):

$$b_A^* = \frac{\bar{t}b_f [a - (c - \beta - \mu) - \bar{t} \left[(1 + \theta) - \frac{b_f}{g} \right]]}{2g} \quad (14)$$

No que tange ao valor ótima da alíquota de benefício fiscal, o mesmo resultado da seção anterior é obtido, ψ^* . Isto se dá pela indiferença da parcela V na derivação do problema.

Já se torna possível antever que o governo prefere que a firma realize um investimento de nível A em sua estrutura de produção, mesmo a priori desconhecendo a quantidade ótima a ser produzida. Para a análise da magnitude dos lucros da firma nos casos

²³ O que muda na função de bem-estar social do seguinte caso é a parcela constante, V , que fora acrescentada ao investimento da firma e considerada na função.

apresentados do jogo simultâneo de estratégias contínuas, as próximas seções definem os equilíbrios de Nash do jogo simultâneo de disputa por níveis fiscais e expõe as condições de cada equilíbrio.

Se compararmos (14) e (9), pode-se afirmar que como $q_{I_A}^* > q_{I_B}^*$, então $b_A > b_B$.

Como $\psi^* = \frac{\bar{t}b_f}{g}$ visivelmente não depende do investimento realizado pela firma, ou seja, das reduções de custo marginal, as variações, nesse caso, na magnitude do benefício fiscal ótimo a ser concedido depende unicamente da magnitude da quantidade ótima a ser produzida pela firma. Em outras palavras, o benefício fiscal irá ser nivelado pelo nível de produção da firma. Teorema 2²⁴. Do Benefício Fiscal Demandado Caso a Firma Seja Ineficiente ao Realizar um Investimento de Nível A: Para um investimento de nível A o benefício fiscal demandado por uma firma ineficiente será maior que o benefício fiscal a ser concedido pelo governo, já para um investimento de nível B o benefício fiscal demandado entra em consonância com o concedido pelo governo.

Notemos que o benefício fiscal requerido para um investimento de nível A é maior do que o benefício fiscal a ser concedido pelo ente público, sendo que b_A^D não maximiza o bem-estar social. Percebe-se que o nível ótimo de benefício fiscal a ser concedido pelo governo não compensa o investimento de nível A realizado quando a firma é ineficiente.

Portanto, quando a firma decide ou não realizar I_A a mesma se preocupa, com sua eficiência ao investir um nível A, pois o benefício fiscal concedido não compensará o investimento realizado caso a firma seja ineficiente.

Teorema 3. Do Orçamento Público: Os valores ótimos do benefício fiscal que maximizam o bem-estar social também são os mesmos que tornam as contas públicas equilibradas. O orçamento do governo estará equilibrado se o nível de arrecadação deduzida do benefício fiscal concedido quando a firma realiza I_A for igual ou maior que o nível de arrecadação deduzido do benefício fiscal concedido quando a firma realiza I_B , pois entra em consonância com o nível de bem-estar social, sendo que não existe déficit nas contas públicas no ótimo social em nenhum dos dois casos.

$$T(q_{I_A}^*) - b_A \geq T(q_{I_B}^*) - b_B$$

$$\bar{t}q_{I_A}^* - \frac{\bar{t}b_f \left[a - (c - \beta - \mu) - \bar{t} \left[(1 + \theta) - \frac{b_f}{g} \right] \right]}{2g} \geq \bar{t}q_{I_B}^* - \frac{\bar{t}b_f \left[a - (c - \beta) - \bar{t} \left[(1 + \theta) - \frac{b_f}{g} \right] \right]}{2g}$$

²⁴ Apêndice A.III.

$$\bar{t}(q_{I_A}^* - q_{I_B}^*) \geq \frac{\bar{t}b_f\mu}{2g}$$

$$\frac{\bar{t}\mu}{2} \geq \frac{\bar{t}b_f\mu}{2g}$$

$$g \geq b_f$$

Como a suposição de que o gasto com a manutenção da máquina pública é maior que o benefício fiscal concedido é feita, então:

$$T(q_{I_A}^*) - b_A > T(q_{I_B}^*) - b_B$$

QED

4.3 Jogo Simultâneo de Informação Completa e Perfeita de Disputa por Níveis Fiscais.

O jogo simultâneo de disputa por níveis fiscais descreve que firma e governo estão em um processo simultâneo de escolha de quantidades ótimas com níveis de investimento e de benefício fiscal a serem, respectivamente, produzidas e concedidos. Suponha que para esse jogo simultâneo de disputa por níveis fiscais o governo pode conceder dois possíveis níveis de benefício fiscal, como discriminados acima, b_A e b_B . Assim, os *payoffs* obtidos no jogo simultâneo de estratégias contínuas são utilizados nesta seção para a análise dos equilíbrios de Nash no jogo de disputa por níveis fiscais. O jogo simultâneo pode ser descrito em forma normal, sendo na célula de *payoffs* superior esquerda representado o bem-estar social quando a firma produz com um investimento de nível A realizado e o governo concede um benefício fiscal de nível A, as outras células podem ser interpretadas de modo análogo.

Figura 2 – Jogo Simultâneo de Disputa por Níveis Fiscais.

Firma \ Governo	b_A	b_B
q_{I_A}	$\pi_{b_A, q_{I_A}}^*, W_{b_A, I_A}^*$	$\pi_{b_B, q_{I_A}}^*, W_{b_B, I_A}^*$
q_{I_B}	$\pi_{b_A, q_{I_B}}^*, W_{b_A, I_B}^*$	$\pi_{b_B, q_{I_B}}^*, W_{b_B, I_B}^*$

Fonte: Elaboração Própria.

4.3.1 Equilíbrio de Nash no cenário em que a firma é ineficiente.

No cenário em questão tem-se que a redução adicional do custo marginal de produção, obtida pelo investimento de uma quantia fixa, V , não é suficientemente significante

a ponto de compensar o investimento a mais realizado. Sendo assim os ganhos em termos de lucratividade com um maior nível de investimento não são alcançados, ou seja, existem perdas no lucro da firma em comparação com os cenários onde são realizados investimentos de nível B. Os lucros do cenário com investimento de nível B será maior. Como V é uma parcela constante do investimento de nível A que gera φ' , quando essa redução não é significativa a ponto de superar o investimento fixo, V , tem-se:

$$\pi_{q_{IB}}^* > \pi_{q_{IA}}^*$$

De fato, no caso em questão, pode ser afirmado que a firma é ineficiente²⁵ ao investir V a mais em sua estrutura de produção.

Portanto, o Equilíbrio de Nash do jogo de disputa por níveis fiscais, no ambiente de um jogo simultâneo de disputa por níveis fiscais, no caso em que a firma é ineficiente na redução adicional do custo marginal é:

{[Produção com Investimento de Nível B, Concede Benefício Fiscal de Nível B];($\pi_{b_B, q_{IB}}^*, W_{b_B, I_B}^*$)]}.

A função de bem-estar social, para esse caso, tem nível ótimo expresso na equação (14). Os *payoffs* dos jogadores estão dispostos abaixo.

$$W_{b_B, I_B}^* = \frac{\alpha^2 - c^2 + \beta^2 + 2\alpha\beta + 2a\bar{t} + 2a\theta\bar{t} + 2c\psi^* + 2\beta\bar{t} + 2\beta\theta\bar{t} + H^{26} + L^{27}}{8} - g \quad (15)$$

$$\pi_{b_B, q_{IB}}^* = \frac{(a - c + \beta - \bar{t}[(1 + \theta) + \frac{b_f}{g}])^2}{4}$$

A firma é ineficiente na redução adicional do custo marginal, assim, para esse caso os dois possíveis equilíbrios são evidenciados graficamente na Figura 3, que representa os cenários de equilíbrio para cada jogador através de um gráfico que dispõe a relação entre os níveis de investimento, o lucro da firma e o bem-estar social. A área com pontos laranjas no gráfico do bem-estar social, relacionado ao investimento realizado pela firma, representa o bem-estar ganho pela sociedade quando a firma passa de um nível B de investimento, realizado em sua estrutura de produção, para um nível A.

A Figura 3 revela que o equilíbrio quando a firma realiza um investimento de nível B e produz q_{IB}^* está em um patamar mais elevado no que tange a lucratividade do que com um

²⁵ O jogo é simultâneo, somente considera um instante no tempo, foge da análise, nesse caso, a cogitação de que a firma possa a partir de algum instante se tornar eficiente no investimento da parcela fixa em sua estrutura de produção.

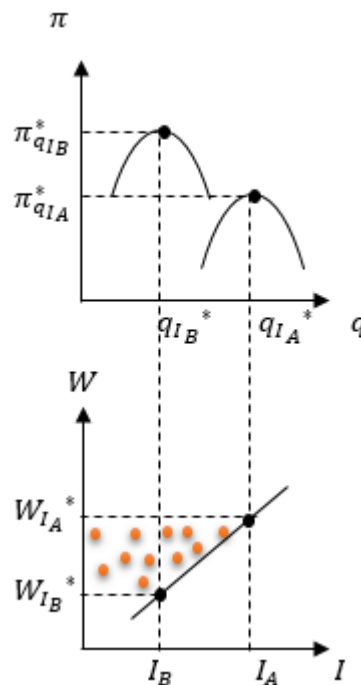
²⁶ $6\bar{t}\psi^* + 6\bar{t}\theta\psi^* - 3\bar{t}^2 - 3\bar{t}^2\theta^2 - 3\psi^{*2}$

²⁷ $2[-ac - a\psi^* - c\bar{t} - c\theta\bar{t} - \beta\psi^*] - 6\bar{t}^2\theta - 2c\beta$

investimento de nível A e uma produção $q_{I_A}^*$. Contudo, para a sociedade o maior nível de bem-estar social obtido ocorre quando a firma investe I_A , podendo isto ser observado na Figura 3, que relaciona bem-estar social ao investimento realizado pela firma. Observa-se que o bem-estar social é maior pelo motivo do investimento da firma ter sido mais elevado, tendo agora uma parcela constante que eleva o nível de bem-estar social do caso em questão e pela quantidade ótima produzida ser maior, dada a suposição de contas equilibradas do governo, é possível por manipulações algébricas provar que:

$$W_{b_A, I_A}^* > W_{b_B, I_B}^*$$

Figura 3 – Equilíbrios do jogo simultâneo no ambiente em que a firma é ineficiente.



Fonte: Elaboração Própria.

4.3.2 Equilíbrio de Nash no cenário em que a firma é eficiente.

No caso em questão a firma é eficiente na redução de seu custo marginal através de uma parcela fixa de investimento, V , e a redução adicional do custo marginal, φ , é significativa a ponto de compensar a parcela constante do investimento feito. Com isso, o lucro obtido com um investimento de nível A será maior do que o lucro com um investimento de nível B.

$$\pi_{q_{I_A}}^* > \pi_{q_{I_B}}^*$$

O Equilíbrio de Nash para o caso em que a firma é eficiente na redução adicional do custo marginal ao investir V , é:

{[Produção com Investimento de Nível A, Concede Benefício Fiscal de Nível A];($\pi_{b_A, q_{I_A}}^*$, W_{b_A, I_A}^*)]}.

Os *payoffs* obtidos no eventual equilíbrio estão expostos abaixo.

$$W_{b_A, I_A}^* = \frac{a^2 - c^2 + \beta^2 + \varphi^2 + 2a\beta + 2a\varphi + 2a\bar{t} + 2a\theta\bar{t} + 2c\psi^* + 2\beta\bar{t} + X^{28} + Z^{29}}{8} + V - g \quad (16)$$

$$\pi_{b_A, q_{I_A}}^* = \frac{(a - c + \beta + \varphi - \bar{t}[(1 + \theta) + \frac{b_f}{g}])^2}{4} - V$$

O equilíbrio em questão gera maiores ganhos tanto para a sociedade quanto para a firma, é considerado Pareto ótimo³⁰.

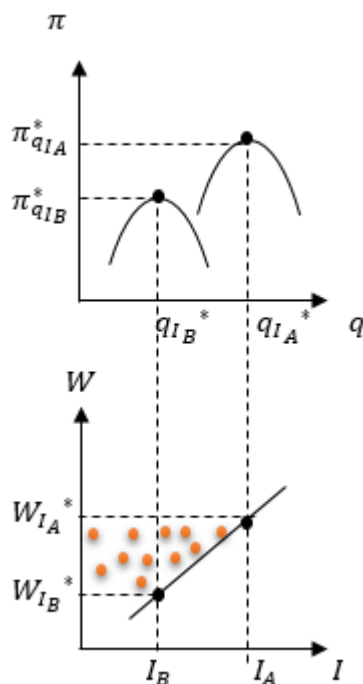
Quando a condição de eficiência da firma na redução adicional do custo marginal é satisfeita então os seguintes equilíbrios são evidenciados graficamente na Figura 4, que representa os cenários de equilíbrio para cada jogador através de um gráfico que dispõe a relação entre os níveis de investimento, o lucro da firma e o bem-estar social. A área pontilhada de laranja no gráfico do bem-estar social, relacionado ao investimento realizado pela firma, representa o bem-estar ganho pela sociedade quando a firma passa de um nível B de investimento, realizado em sua estrutura de produção, para um nível A.

A Figura 4 revela que o equilíbrio quando a firma realiza um investimento de nível A e produz $q_{I_A}^*$ está em um patamar mais elevado no que tange a lucratividade do que com um investimento de nível B e uma produção $q_{I_B}^*$, sendo também para a sociedade o maior nível de bem-estar social auferido com I_A do que se a firma efetivasse um investimento de nível B em sua estrutura de produção.

²⁸ $2\beta\theta\bar{t} + 2\beta\varphi + 2\varphi\bar{t} + 2\varphi\theta\bar{t} + 6\bar{t}\psi^* + 6\bar{t}\theta\psi^*$
²⁹ $\left(\frac{-3\bar{t}^2 - 3\bar{t}^2\theta^2 - 3\psi^{*2} + 2[-ac - a\psi^* - c\bar{t} - c\theta\bar{t} - \beta\psi^* - \varphi\psi^*] - 6\bar{t}^2\theta - 2c\beta - 2c\varphi}{8} \right)$

³⁰ Exaure todos os ganhos possíveis para os dois jogadores, não sendo possível o deslocamento para outro equilíbrio sem afetar negativamente o *payoff* de um dos jogadores.

Figura 4 – Equilíbrios do jogo simultâneo no ambiente em que a firma é eficiente.



Fonte: Elaboração Própria.

4.4 Resultados do Jogo Simultâneo: Estratégias Contínuas e Disputa por Níveis Fiscais.

O governo irá conceder uma alíquota de benefício fiscal em função de g e b_f , pois como a firma define a quantidade ótima no mesmo instante que o governo define o benefício a ser concedido não se torna possível que o ente público analise a quantidade ótima produzida pela firma e a partir disso determine a alíquota de redução do imposto marginal pago por quantidade produzida.

Com os níveis de investimento, I_A e I_B , o governo define para cada caso diferentes níveis de benefício fiscal: b_A e b_B , de modo que $b_A > b_B$. Como consequência disso em um cenário em que a firma determina quantidade ótima a ser produzida ao mesmo tempo em que o governo define o benefício fiscal a ser concedido, não importa o nível de investimento que a firma realize, seja ele alto, aproximadamente sua carga tributária, ou baixo, próximo de zero, o governo irá conceder a mesma alíquota de redução do imposto marginal nos dois casos, tendo em vista que desconhece a quantidade ótima produzida pela firma e define suas variáveis em função dos gastos com manutenção da máquina e do valor do benefício fiscal disponível para a concessão.

O jogo de disputa por níveis fiscais revelou dois possíveis equilíbrios de Nash, sendo que um deles exaure os ganhos máximos tanto para firma quanto para a sociedade. O equilíbrio do cenário em que a firma é eficiente ao investir a parcela constante, V , na sua estrutura de produção, obtendo uma redução adicional do custo marginal compensatória ao investimento realizado a mais, é onde a sociedade auferir o ganho máximo e a firma também. O outro Equilíbrio de Nash é obtido no cenário em que a firma é ineficiente na redução adicional do custo marginal, ou seja, não consegue compensar a parcela constante do investimento realizado, optando por efetuar um investimento de nível B, que gerará um maior lucro, sendo o bem-estar social auferido nesse caso, menor do que o obtido no cenário em que a firma é eficiente. Cabe destacar que a determinação de cada equilíbrio depende do quão eficiente a firma é no investimento de parcelas constantes em sua estrutura de produção, e fora revelado que nas condições do jogo simultâneo a sociedade somente obterá um nível de bem-estar social que esteja em um patamar de ótimo de Pareto se a firma que for alvo do incentivo fiscal for eficiente ao investir um nível A. A Tabela 3 revela os principais resultados e suas implicações.

Tabela 3 – Principais Resultados do Jogo Simultâneo em Estratégias Contínuas.

Resultado	Interpretação	Implicação
$b_A^D > b_A$	<p>O benefício fiscal demandado pela firma ineficiente para realização de um investimento de nível A é maior do que o benefício fiscal a ser concedido pelo governo, e que maximiza o bem-estar social.</p>	<p>Como o governo concederá um b_A que não segue o demandado pela firma, então a decisão da firma em realizar I_A dependerá unicamente de seu tipo, se é eficiente ou não ao efetivar um investimento de nível A. Pois, caso seja ineficiente o governo não irá compensar com o benefício fiscal a parcela investida a mais, V. Ao desequilibrar as contas públicas concedendo b_A^D o bem-estar social seria menor, $W_{b_A^D} > W_{b_f^*}$.</p>
$\psi_A^* = \psi_B^* = \psi^*;$ $b_A > b_B$	<p>O nível de alíquota de benefício fiscal a ser concedida pelo ente público não se altera com a mudança do nível investimento. A firma será demandante do benefício fiscal que maximiza o bem-estar social somente ao investir I_B, pois por pressuposto do modelo a firma é eficiente ($\beta > t\theta$) ao investir esse nível independentemente de seu tipo, sendo que nesse caso o benefício fiscal concedido difere suas magnitudes de acordo com o nível de produção da firma.</p>	<p>Para o governo os níveis de benefício fiscal são discriminados de acordo com a quantidade ótima produzida pela firma. Sendo que para o jogo simultâneo a alíquota de benefício fiscal é função somente de \bar{t}, g e b_f, constantes do modelo.</p>

$W_{I_A}^* > W_{I_B}^*$	O bem-estar social gerado é maior sempre que a firma realiza um investimento de nível A em sua estrutura.	Para o governo será sempre melhor que a firma realize um investimento de maior nível.
-------------------------	---	---

Fonte: Elaboração Própria.

5. INTRODUÇÃO AO JOGO SEQUENCIAL DE INFORMAÇÃO COMPLETA

Considera-se que no jogo sequencial de disputa por níveis fiscais dois ambientes foram analisados, o em que a firma é líder, define a quantidade ótima a ser produzida, bem como o nível de investimento a ser realizado, primeiro e o governo determina o nível de benefício fiscal após a firma, e o em que o governo é líder, caso em que o ente público joga primeiro e depois a firma decide o quão produzir com o nível de investimento escolhido.

5.1 Alíquotas de Benefício Fiscal – Firma Líder

No ambiente do jogo sequencial em que a firma é líder, os benefícios fiscais a serem concedidos são nivelados de acordo com os níveis das alíquotas de redução do imposto marginal incidente sobre a produção, as quais são niveladas pelos níveis de investimento realizado pela firma. Assim, o governo discrimina três alíquotas niveladas de acordo com o investimento realizado pela firma, sendo:

$$\psi = \begin{cases} \psi_{I_A}, \forall \psi^{(B)} \text{ ou } \psi^{(C)} \\ \psi_{I_B}, \quad \forall \psi^{(A)} \end{cases}$$

Teorema 3. Das alíquotas ótimas de benefício fiscal para o caso em que a firma lidera: Se a firma for do tipo eficiente, e realizar I_A em sua estrutura de produção, o governo concederá uma alíquota de nível C, $\psi^{(C)*}$. ψ_{I_A} será uma alíquota de nível B, $\psi^{(B)*}$, se a firma for do tipo ineficiente e realizar I_A , sendo que se a firma realizar um investimento de nível B o governo concederá uma alíquota de nível A, $\psi_{I_B} = \psi^{(A)*}$.

Então:

$$\psi_{I_B} = \psi^{(A)*}$$

$$\psi_{I_A} = \begin{cases} \psi^{(C)*}, \text{ se } \phi_1, \text{ para } I_A \\ \psi^{(B)*}, \text{ se } \phi_2, \text{ para } I_A \end{cases}$$

A prova³¹ do Teorema 3 é feita através da determinação das alíquotas de benefício fiscal ótimas no caso em que temos um jogo sequencial, sendo então analisado o que afirma o teorema e feita a resolução do problema de maximização do ente público.

5.2 Problema do Governo no Jogo Sequencial em que a Firma é Líder

No caso em questão o governo aplica uma alíquota de benefício para cada nível de investimento agora conhecendo a quantidade ótima da firma monopolista. Antecipando através do *Backward Induction* o governo acopla a quantidade ótima da firma na função bem-estar social e resolve o problema de maximização restrita:

$$w(Q(\psi)) = \frac{Q(\psi)^2}{2} + \bar{t}Q(\psi) + I(Q(\psi)) - b_f$$

Sendo $q^* = Q(\psi)$:

$$\max_{\psi} w(q^*) = \frac{q^{*2}}{2} + \bar{t}q^* + I(q^*) - b_f$$

s.a

$$\bar{t}q^* - g \geq 0$$

Para um investimento de nível B então tem-se que o nível de bem-estar social é:

$$\begin{aligned} W_{I_B} &= \frac{\left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2}\right)^2}{2} + \bar{t}\left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2}\right) \\ &\quad + \theta\bar{t}\left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2}\right) - \psi\left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2}\right) \\ \max_{\psi} W_{I_B} &= \frac{a^2 - c^2 + \beta^2 + 2a\beta + 2a\bar{t} + 2a\theta\bar{t} + 2c\psi + 2\beta\bar{t} + 2\beta\theta\bar{t} + 6\bar{t}\psi + 6\bar{t}\theta\psi - 3\bar{t}^2 - 3\bar{t}^2\theta^2 - 3\psi^2}{8} + L^{32} \\ &\quad \text{s.a} \\ &\quad \bar{t}\left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2}\right) - g \geq 0 \end{aligned}$$

Resolvendo³³ o problema de maximização do governo para esse caso, tem-se que (17):

$$\psi^*_{I_B} = \frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}\beta + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \quad (17)$$

³¹ Apêndice A.V - Parte 2.

³² $\frac{2[-ac - a\psi - c\bar{t} - c\theta\bar{t} - \beta\psi] - 6\bar{t}^2\theta - 2c\beta}{8}$

³³ Apêndice A.V - Parte 1.

Para um investimento de nível A, quando a firma é eficiente, então:

$$\psi^*_{I_A, \phi_1} = \frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \varphi) + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \quad (18)$$

Para um investimento de nível A, quando a firma é ineficiente:

$$\psi^*_{I_A, \phi_2} = \frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \varphi') + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \quad (19)$$

Quanto maior a redução do custo marginal, menor será a alíquota de benefício fiscal concedida pelo ente público, e o valor integral do benefício fiscal, pois precisará de um valor de benefício fiscal menor para atingir o ótimo social a medida que o custo marginal reduz, e mais eficiente é a firma. Então no jogo sequencial de informação completa de disputa por níveis fiscais em que a firma é líder o governo discrimina as alíquotas de benefício fiscal pelas reduções de custo marginal, e define as alíquotas de modo a manter o mesmo nível de produção, pois tem acesso a quantidade produzida pela firma, que maximiza o bem-estar social, assim, é possível definir quais são os níveis de benefício fiscal para cada caso³⁴:

$$b^*_A = \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}\beta + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \right) \left(\frac{g}{\bar{t}} \right)$$

$$b^*_B = \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \varphi') + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \right) \left(\frac{g}{\bar{t}} \right)$$

$$b^*_C = \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \varphi) + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \right) \left(\frac{g}{\bar{t}} \right)$$

A Tabela 4 destaca as implicações da prova do Teorema 3.

Tabela 4 – Resultado, Interpretação e Implicação da Prova do Teorema 3.

Resultado	Interpretação	Implicação
$\frac{d\psi^*}{d\alpha} < 0$	Para uma aumento na redução do custo marginal da firma monopolista existirá uma redução na alíquota ótima concedida, isso pode ser explicado pelo fato de que quanto mais se eleva o nível de produção ótima da firma, ao reduzir seu custo marginal, menor será o nível de alíquota ótima necessária para gerar o bem-estar social máximo, dado que a produção ótima da firma monopolista fora mais impactada pela redução do custo marginal.	Para níveis cada vez maiores de investimento serão concedidos benefícios cada vez menores, pois a redução do custo marginal será cada vez maior. Logo um investimento de nível B, no ótimo, terá como contrapartida uma alíquota de nível A. Um investimento de nível A, se a firma for eficiente, terá como contrapartida uma alíquota de nível C. Um investimento de nível A, se a firma for ineficiente, terá como contrapartida uma alíquota de nível

³⁴ Apêndice A.V - Parte 3.

		B. Sendo a principal implicação a de que o governo define a alíquota em seu ótimo de modo a tornar a quantidade ótima maximizadora do bem-estar social constante para todos os níveis de investimento.
--	--	--

Fonte: Elaboração Própria.

Então:

$$\psi^{(C)*} < \psi^{(B)*} < \psi^{(A)*} \leq \bar{t}$$

$$b^*_A > b^*_B > b^*_C$$

É relevante destacar que as alíquotas concedidas mantêm a quantidade ótima produzida em um mesmo nível, que otimiza o bem-estar social, independente do investimento realizado, sendo agora os níveis de benefício fiscal discriminados pela própria alíquota que é função das reduções de custo marginal.

5.2 Firma Líder: *Timing* do Jogo

No ambiente em que a firma é líder, no primeiro estágio, a mesma escolhe o quanto produzir com o investimento realizado, e no segundo momento o governo concede um benefício fiscal em termos de redução da alíquota marginal de imposto incidente sobre a quantidade produzida. A estratégia da firma consiste em determinar a quantidade ótima a ser produzida dado o nível de investimento feito em sua estrutura e o nível de benefício fiscal concedido pelo governo. A estratégia do governo parte da determinação da alíquota de redução do imposto marginal dada a quantidade ótima produzida pela firma com o nível de investimento escolhido.

Através do procedimento de *Backward Induction* o governo antecipa a escolha da quantidade ótima da firma e a acopla no resultado ótimo do benefício fiscal a ser concedido. Com isso, o governo então acopla a quantidade ótima da firma no resultado ótimo do benefício fiscal, a fim de determinar que alíquota ótima de redução do imposto marginal será concedida, levando assim em consideração o valor integral do benefício fiscal e imposto marginal que respeitam o orçamento das contas públicas e maximizam o bem-estar social.

5.3 Produção Ótima e Preço de Equilíbrio: Firma Líder.

5.3.1 Cenário 1: Firma eficiente

No caso tratado a firma monopolista é eficiente na redução do custo marginal adicional, φ , logo os níveis de alíquotas a serem concedidos podem ser discriminados em $\psi^{(A)}$ e

$\psi^{(C)}$. Os cenários dispostos foram desenvolvidos para que os *payoffs* sejam encontrados e utilizados para a obtenção do Equilíbrio de Nash Perfeito em Subjogos quando a firma é do tipo ϕ_1 .

5.3.1.1 Concessão de benefício fiscal de nível C com investimento privado de nível B

Inicialmente, será analisado o cenário em que o benefício fiscal concedido pelo governo a uma firma é de nível C, e o investimento privado por parte da firma em sua estrutura de produção é de nível B. Sendo o benefício fiscal definido como $b_C = \psi^{(C)}q$, com $t > \psi^{(C)}$ e o investimento privado da firma é definido como $I_B = \theta tq$. Logo, a firma maximiza seu lucro e define a quantidade ótima a ser produzida nesse caso. Considera-se que o investimento da firma reduz seu custo marginal, sendo a nova estrutura de custo de produção da firma dada por $C(q) = (c - \beta)q$, com $c > \beta$.

$$\pi(q, b_f) = (a - q)q - (c - \beta)q - (t - \psi^{(C)})q - \theta tq$$

$$\max_{S_1: q=[0, \infty)} \pi(q, b_f) = aq - q^2 - (c - \beta)q - (t - \psi^{(C)})q - \theta tq$$

A quantidade ótima a ser produzida pela firma nesse caso é dada por (16).

$$q_{I_B, \psi^{(C)}}^* = \frac{a - (c - \beta) - t(1 + \theta) + \psi^{(C)}}{2} \quad (20)$$

O preço de equilíbrio desse cenário é dado por:

$$P_{q_{I_B, \psi^{(C)}}^*}^* = \frac{a + c - \beta + t + t\theta - \psi^{(C)}}{2}$$

5.3.1.2 Concessão de benefício fiscal de nível A com investimento privado de nível B

Nesse caso o governo concede uma alíquota de redução de nível A e a firma efetiva um investimento de nível B. Assim, o mesmo procedimento feito na seção anterior é realizado, agora com o novo nível de benefício fiscal, $b_A = \psi^{(A)}q$, com $\psi^{(A)} < t$.

$$\pi(q, b_f) = (a - q)q - (c - \beta)q - (t - \psi^{(A)})q - \theta tq$$

$$\max_{S_1: q=[0, \infty)} \pi(q, b_f) = aq - q^2 - (c - \beta)q - (t - \psi^{(A)})q - \theta tq$$

Assim, a quantidade ótica a ser produzida pela firma nesse caso é dada por (17).

$$q_{I_B, \psi^{(A)}}^* = \frac{a - (c - \beta) - t(1 + \theta) + \psi^{(A)}}{2} \quad (21)$$

Sendo o preço de equilíbrio reduzido com incorporação de uma maior alíquota de redução do imposto marginal pago pela firma.

$$P_{q_{I_B, \psi^{(A)}}^*}^* = \frac{a + c - \beta + t + t\theta - \psi^{(A)}}{2}$$

5.3.1.3 Concessão de benefício fiscal de nível C com investimento privado de nível A

Tem-se que o governo concede um benefício fiscal de nível C e a firma realiza um investimento de nível A. Então, o investimento feito agora é composto de uma quantia fixa que não varia com a carga tributária da firma, é uma constante. Logo, $I_A = V + \theta tq$. Como o investimento privado é maior, a redução no custo marginal também será maior do que no caso anterior, com $c > \beta + \varphi$.

$$\pi(q, b_f) = (a - q)q - (c - \beta - \varphi)q - (t - \psi^{(C)})q - \theta tq - V$$

$$\underset{S_1: q=[0, \infty)}{\text{Máx}} \pi(q, b_f) = aq - q^2 - (c - \beta - \varphi)q - (t - \psi^{(C)})q - \theta tq - V$$

Assim, a quantidade ótica a ser produzida pela firma nesse caso é dada por (18).

$$q_{I_A, \psi^{(C)}}^* = \frac{a - (c - \beta - \varphi) - t(1 + \theta) + \psi^{(C)}}{2} \quad (22)$$

Onde o preço de equilíbrio é dado por:

$$P_{q_{I_A, \psi^{(C)}}^*}^* = \frac{a + c - \beta - \varphi + t + t\theta - \psi^{(C)}}{2}$$

5.3.1.4 Concessão de benefício fiscal de nível A com investimento privado de nível A

Tem-se agora, no último caso, que o governo concede um benefício fiscal de nível A e a firma realiza um investimento de nível A. Logo, $I_A = V + \theta tq$, com $0 < \theta \ll 1$ e $I_A \leq T$ e $b_A = \psi^{(A)}q$, com $\psi^{(A)} < t$, sendo $c > \beta + \varphi$.

$$\pi(q, b_f) = (a - q)q - (c - \beta - \varphi)q - (t - \psi^{(A)})q - \theta tq - V$$

$$\underset{S_1: q=[0, \infty)}{\text{Máx}} \pi(q, b_f) = aq - q^2 - (c - \beta - \varphi)q - (t - \psi^{(A)})q - \theta tq - V$$

Assim, a quantidade ótima a ser produzida pela firma nesse caso é dada por (19).

$$q_{I_A, \psi^{(A)}}^*_{\phi_1} = \frac{a - (c - \beta - \varphi) - t(1 + \theta) + \psi^{(A)}}{2} \quad (23)$$

$$P_{q_{I_A, \psi^{(A)}}^*_{\phi_1}}^* = \frac{a + c - \beta - \varphi + t + t\theta - \psi^{(A)}}{2}$$

5.3.2 Cenário 2: Firma Ineficiente

No caso tratado a firma monopolista é ineficiente na redução do custo marginal adicional, gerando φ' , de modo que $\varphi > \varphi'$. Os níveis de alíquotas a serem concedidos podem ser discriminados em $\psi^{(A)}$ e $\psi^{(B)}$. Os cenários dispostos foram desenvolvidos para que os *payoffs* sejam encontrados e utilizados para a obtenção do Equilíbrio de Nash Perfeito em Subjogos quando a firma é do tipo ϕ_2 . O mesmo procedimento feito nos cenários das seções de 5.3.1.1 a 5.3.1.4 para a obtenção das quantidades ótimas e preços de equilíbrio é realizado nesta seção, somente com a diferença dos novos níveis discriminados de alíquotas de benefício fiscal. Os resultados obtidos:

$$P_{q_{I_A, \psi^{(B)}}^*}^* = \frac{a + c - \beta - \varphi' + t + t\theta - \psi^{(B)}}{2}; \quad q_{I_A, \psi^{(B)}}^* = \frac{a - (c - \beta - \varphi') - t(1 + \theta) + \psi^{(B)}}{2} \quad (24)$$

$$P_{q_{I_A, \psi^{(A)}}^*_{\phi_2}}^* = \frac{a + c - \beta - \varphi' + t + t\theta - \psi^{(A)}}{2}; \quad q_{I_A, \psi^{(A)}}^*_{\phi_2} = \frac{a - (c - \beta - \varphi') - t(1 + \theta) + \psi^{(A)}}{2} \quad (25)$$

$$P_{q_{I_B, \psi^{(B)}}^*}^* = \frac{a + c - \beta + t + t\theta - \psi^{(B)}}{2}; \quad q_{I_B, \psi^{(B)}}^* = \frac{a - (c - \beta) - t(1 + \theta) + \psi^{(B)}}{2} \quad (26)$$

Os lucros de cada caso exposto serão definidos nas seções seguintes, servindo para a resolução do jogo sequencial, onde o Equilíbrio de Nash Perfeito em Subjogos será encontrado³⁵ para os dois cenários, tanto para a firma do tipo eficiente quanto para a firma do tipo ineficiente.

³⁵ Tanto no ambiente em que a firma é líder quanto no em que o governo é líder.

5.4 Análise do Bem-Estar Social – Firma Líder.

Esta seção faz a análise do bem-estar social para o distintos níveis de benefício fiscal a serem concedidos. Como já descrito o governo concederá uma alíquota ótima de benefício fiscal que mantenha sempre mesmo nível ótimo de produção, maximiza o bem-estar social, no caso $\frac{g}{\bar{t}}$.

Para um benefício fiscal de nível A sendo concedido:

$$W_{q_{I_B}^*, b^*_A}^* = \frac{q_{I_B}^{*2}}{2} + \bar{t}q_{I_B}^* + \theta\bar{t}q_{I_B}^* - b^*_A$$

$$W_{q_{I_B}^*, b^*_A}^* = \frac{\left(\frac{g}{\bar{t}}\right)^2}{2} + \bar{t}\frac{g}{\bar{t}} + \theta\bar{t}\frac{g}{\bar{t}} - \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}\beta + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}}\right)\left(\frac{g}{\bar{t}}\right)$$

$$W_{q_{I_B}^*, b^*_A}^* = \frac{\left(\frac{g}{\bar{t}}\right)^2}{2} + g(1 + \theta) - \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}\beta + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}}\right)\left(\frac{g}{\bar{t}}\right)$$

Para um benefício fiscal de nível B sendo concedido:

$$W_{q_{I_A, \phi_2}^*, b^*_B}^* = \frac{\left(\frac{g}{\bar{t}}\right)^2}{2} + g(1 + \theta) + V - \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \phi') + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}}\right)\left(\frac{g}{\bar{t}}\right)$$

Para um benefício fiscal de nível C sendo concedido:

$$W_{q_{I_A, \phi_1}^*, b^*_C}^* = \frac{\left(\frac{g}{\bar{t}}\right)^2}{2} + g(1 + \theta) + V - \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \phi) + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}}\right)\left(\frac{g}{\bar{t}}\right)$$

Por algebrismo pode-se definir que:

$$W_{q_{I_A, \phi_1}^*, b^*_C}^* > W_{q_{I_A, \phi_2}^*, b^*_B}^* > W_{q_{I_B}^*, b^*_A}^*$$

Como no caso em que a firma lidera o governo tem acesso a sua quantidade ótima, consegue definir uma alíquota ótima para cada nível de produção que sustente uma quantidade, única, maximizadora do bem-estar social. Portanto: $q_{I_A, \phi_1}^* = q_{I_A, \phi_2}^* = q_{I_B}^* = \bar{q}^*$, e como quanto menor o valor total do benefício fiscal, maior será o bem-estar social, então:

$$W_{I_A, b^*_C}^* > W_{I_A, b^*_B}^* > W_{I_B, b^*_A}^*$$

5.5 Determinação das Alíquotas de Benefício Fiscal: Governo Líder

As alíquotas definidas no jogo sequencial em que o governo lidera serão idênticas às determinadas no jogo simultâneo, pois nesse ambiente o governo joga primeiro, ou seja, não tem acesso a quantidade produzida pela firma, então define um mesma alíquota de benefício fiscal para todos os níveis de produção. O que discriminará os níveis de benefício fiscal será a

produção ótima. Quanto maior a produção maior o benefício fiscal auferido, quanto menor a quantidade produzida, menor o benefício fiscal concedido. Conforme o jogo simultâneo, a alíquota definida será:

$$\psi^* = \frac{\bar{t}b_f}{g}$$

Os níveis de benefício fiscal serão:

$$b_A^* = \frac{\bar{t}b_f[a - (c - \beta - \varphi) - \bar{t}\left[(1 + \theta) - \frac{b_f}{g}\right]]}{2g}$$

$$b_B^* = \frac{\bar{t}b_f[a - (c - \beta - \varphi') - \bar{t}\left[(1 + \theta) - \frac{b_f}{g}\right]]}{2g}$$

$$b_C^* = \frac{\bar{t}b_f[a - (c - \beta) - \bar{t}\left[(1 + \theta) - \frac{b_f}{g}\right]]}{2g}$$

5.6 Produção Ótima: Governo Líder

Os níveis de produção da firma para cada cenário do jogo sequencial em que o governo lidera são dispostos abaixo. A firma antecipa a escolha da alíquota ótima pelo ente público e maximiza lucro escolhendo quantidade a ser produzida.

$$q^*_{I_A, \phi_1} = \frac{a - (c - \beta - \varphi) - t(1 + \theta) + \psi^*}{2} \quad (27)$$

$$q^*_{I_A, \phi_2} = \frac{a - (c - \beta - \varphi') - t(1 + \theta) + \psi^*}{2} \quad (28)$$

$$q^*_{I_B} = \frac{a - (c - \beta) - t(1 + \theta) + \psi^*}{2} \quad (29)$$

5.7 Análise do Bem-Estar Social – Governo Líder.

Esta seção analisa os níveis de bem-estar social obtidos quando o governo é líder no jogo sequencial de informação completa e perfeita, assim, tem-se que os níveis de bem-estar social somente serão discriminados pela quantidade ótima produzida, pois a alíquota ótima de benefício fiscal é constante, o que irá variar de um caso para outro será a quantidade ótima.

Para um investimento de nível A, quando a firma é eficiente:

$$W_{b_A, I_A}^* = \frac{a^2 - c^2 + \beta^2 + \varphi^2 + 2a\beta + 2a\varphi + 2a\bar{t} + 2a\theta\bar{t} + 2c\psi^* + 2\beta\bar{t} + \eta^{36}}{8} + D^{37} + V$$

Para um investimento de nível A, quando a firma é ineficiente:

$$W_{b_B, I_A}^* = \frac{a^2 - c^2 + \beta^2 + \varphi'^2 + l^{38} + 2\beta\varphi' + 2\varphi'\bar{t} + 2\varphi'\theta\bar{t} + 6\bar{t}\psi^* + 6\bar{t}\theta\psi^*}{8} + D^{39} + V$$

Para um investimento de nível B:

$$W_{b_C, I_B}^* = \frac{a^2 - c^2 + \beta^2 + 2a\beta + 2a\bar{t} + 2a\theta\bar{t} + 2c\psi^* + 2\beta\bar{t} + 2\beta\theta\bar{t} + 6\bar{t}\psi^* + 6\bar{t}\theta\psi^*}{8} + \left(\frac{-3\bar{t}^2 - 3\bar{t}^2\theta^2 - 3\psi^{*2} + 2[-ac - a\psi^* - c\bar{t} - c\theta\bar{t} - \beta\psi^*] - 6\bar{t}^2\theta - 2c\beta}{8} \right) + V$$

Logo:

$$W_{b_A, I_A}^* > W_{b_B, I_A}^* > W_{b_C, I_B}^*$$

6. JOGO SEQUENCIAL DE INFORMAÇÃO COMPLETA DE DISPUTA POR NÍVEIS FISCAIS: FIRMA LÍDER

O primeiro ambiente do jogo sequencial expõe a firma como líder, ou seja, o governo define no segundo estágio que benefício fiscal, que fora obtido com a resolução do problema de maximização da função de bem-estar social restrita ao orçamento público, irá conceder. A Figura 5 então descreve a forma extensa do jogo sequencial de disputa por níveis fiscais em que a firma é líder.

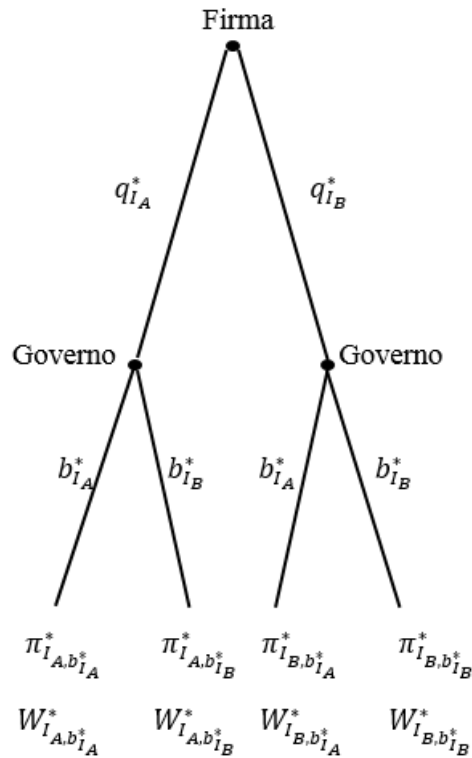
³⁶ $2\beta\theta\bar{t} + 2\beta\varphi + 2\varphi\bar{t} + 2\varphi\theta\bar{t} + 6\bar{t}\psi^* + 6\bar{t}\theta\psi^*$

³⁷ $\left(\frac{-3\bar{t}^2 - 3\bar{t}^2\theta^2 - 3\psi^{*2} + 2[-ac - a\psi^* - c\bar{t} - c\theta\bar{t} - \beta\psi^* - \varphi\psi^*] - 6\bar{t}^2\theta - 2c\beta - 2c\varphi}{8} \right)$

³⁸ $2a\beta + 2a\varphi' + 2a\bar{t} + 2a\theta\bar{t} + 2c\psi^* + 2\beta\bar{t} + 2\beta\theta\bar{t}$

³⁹ $\left(\frac{-3\bar{t}^2 - 3\bar{t}^2\theta^2 - 3\psi^{*2} + 2[-ac - a\psi^* - c\bar{t} - c\theta\bar{t} - \beta\psi^* - \varphi'\psi^*] - 6\bar{t}^2\theta - 2c\beta - 2c\varphi'}{8} \right)$

Figura 5 – Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder.



Fonte: Elaboração Própria

6.1 Determinação das Alíquotas Ótimas de Benefício Fiscal

O governo resolve seu problema de determinação de alíquota ótima de redução do imposto marginal para todos os ramos, ou combinação de estratégias, do jogo sequencial de informação completa e define o benefício fiscal ótimo que pode ser concedido em cada ramo.

Como obtido no apêndice A.V – parte 1:

Tabela 5 – Benefícios Fiscais Ótimos.

Benefício a Ser Concedido	Nível de Investimento	Tipo da Firma	Nível Ótimo
$b_{I_A}^*$	I_A	ϕ_1	b_C^*
$b_{I_A}^*$	I_A	ϕ_2	b_B^*
$b_{I_B}^*$	I_B	$\phi_i, i = 1,2$	b_A^*

Fonte: Elaboração Própria.

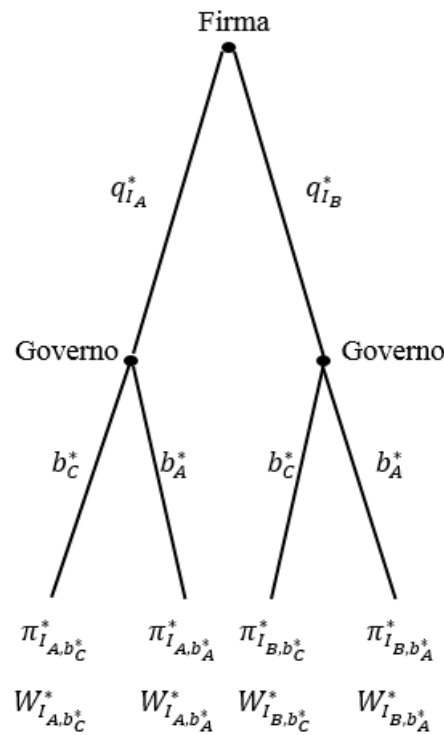
6.2 Equilíbrio de Nash Perfeito em Subjogos: Firma Líder

Podem ser obtidos dois equilíbrios, um em cada cenário tratado, de Nash perfeitos em Subjogos para o jogo sequencial de informação completa no caso em que a firma é líder. Cada equilíbrio dependerá do quão eficiente a firma é na redução de seu custo marginal através de uma parcela fixa investida em sua estrutura.

6.2.1 Firma eficiente

Como a firma nesse caso é eficiente, do tipo ϕ_1 , então $b_{I_A}^* = b_C$. Ou seja, as opções de benefício fiscal a serem escolhidos pelo governo serão os de nível A e C. A questão da eficiência da firma na redução de seu custo marginal através de uma parcela constante de investimento, se traduz por meio da relação entre a redução adicional do custo marginal, φ , e da parcela constante do investimento V .

Figura 6 – Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder, Tipo Eficiente.



Fonte: Elaboração Própria.

Se essa redução for significativa a ponto de cobrir ou compensar a parcela constante do investimento então a relação⁴⁰ entre os lucros da firma em cada cenário é disposta da seguinte forma:

$$\pi_{q_{IA}}^{\psi^{(C)*}} = \frac{(a-c+\beta+\varphi-t^*(1+\theta)+\psi^{(C)*})^2}{4} - V > \pi_{q_{IB}}^{\psi^{(C)*}} = \frac{(a-c+\beta-t^*(1+\theta)+\psi^{(C)*})^2}{4}$$

$$\pi_{q_{IA}}^{\psi^{(A)*}} = \frac{(a-c+\beta+\varphi-t^*(1+\theta)+\psi^{(A)*})^2}{4} - V > \pi_{q_{IB}}^{\psi^{(A)*}} = \frac{(a-c+\beta-t^*(1+\theta)+\psi^{(A)*})^2}{4}$$

É notório que os lucros ótimos de cada cenário estão em função do imposto ótimo, t^* , e da alíquota ótima do benefício fiscal para cada caso específico. A relação⁴¹ entre cada nível de bem-estar social ótimo dos 4 cenários revelou que o maior nível ótimo de bem-estar social é obtido quando o governo concede um benefício fiscal de nível C e a firma realiza um investimento de nível A.

$$W_{I_{A,b_C}^*}^* > W_{I_{A,b_A}^*}^*$$

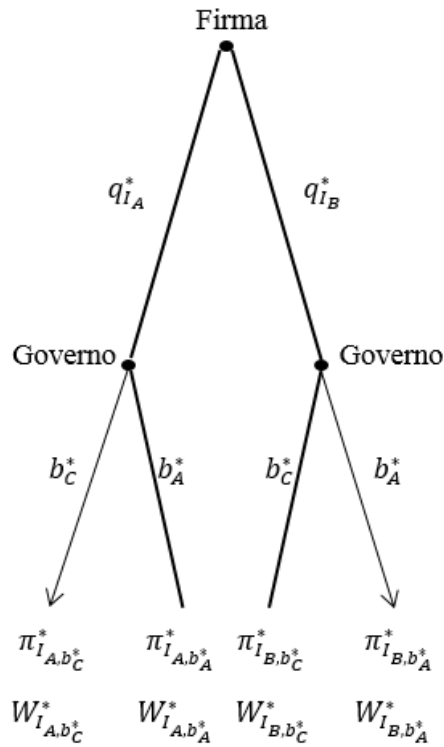
$$W_{I_{B,b_A}^*}^* > W_{I_{B,b_C}^*}^*$$

Na resolução do jogo através do método de *Backward Induction* tem-se que o governo escolhe conceder b_C^* para um investimento de nível A, e b_A^* para um de nível B, dada a magnitude dos *payoffs* que serão obtidos.

⁴⁰ Apêndice A.V

⁴¹ Apêndice A. IV

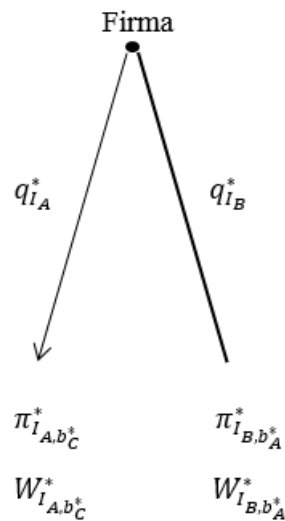
Figura 7 – Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder, Tipo Eficiente – Resolução.



Fonte: Elaboração Própria.

Então para a decisão da firma nota-se que como a mesma é eficiente ao realizar um investimento de nível A, por isso efetivará I_A , escolhendo então produzir $q_{I_A}^*$.

Figura 8 – Nó de resolução, Firma Eficiente, Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder.



Fonte: Elaboração Própria

Tem-se que por algebrismo:

$$\pi_{q_{I_A}}^{\psi^{(C)*}} > \pi_{q_{I_B}}^{\psi^{(A)*}}$$

O Equilíbrio de Nash Perfeito em Subjogos (ENPS) quando a firma é eficiente na redução seus custos marginais é então:

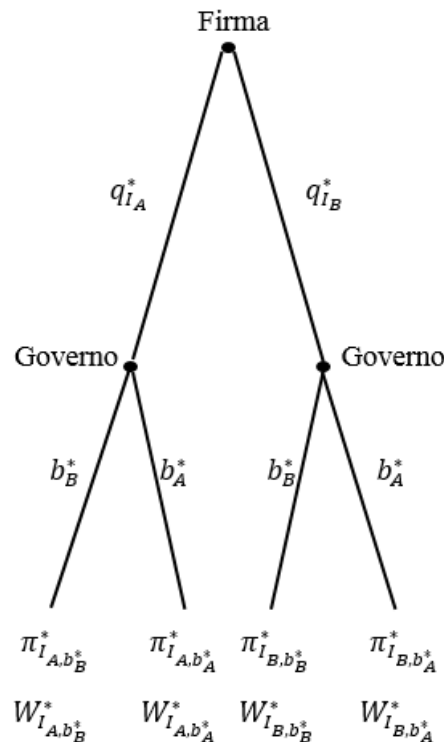
$$\{[q_{I_A}^*, b_C^*]; (\pi_{I_{A,b_C}^*}, W_{I_{A,b_C}^*})\}$$

Esse equilíbrio é um ótimo de Pareto.

6.2.2 Firma ineficiente

A firma nesse caso é ineficiente, do tipo ϕ_2 , então $b_{I_A}^* = b_B^*$. Ou seja, as alíquotas a serem concedidas pelo governo serão as de níveis A e B. Quando a firma não é eficiente na redução adicional do custo marginal de produção, então a parcela constante do investimento, V não será compensada por φ' , assim, a firma irá ter um lucro maior ao realizar um investimento de nível B. É relevante destacar que o benefício fiscal concedido para um investimento de nível A não compensa, juntamente com φ' , a constante V , como já provado.

Figura 9 – Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder, Tipo Ineficiente.



Fonte: Elaboração Própria.

As relações entre os níveis de bem-estar social:

$$W_{I_{A,b_B}^*} > W_{I_{A,b_A}^*}$$

$$W_{I_{B,b_A}^*}^* > W_{I_{B,b_B}^*}^*$$

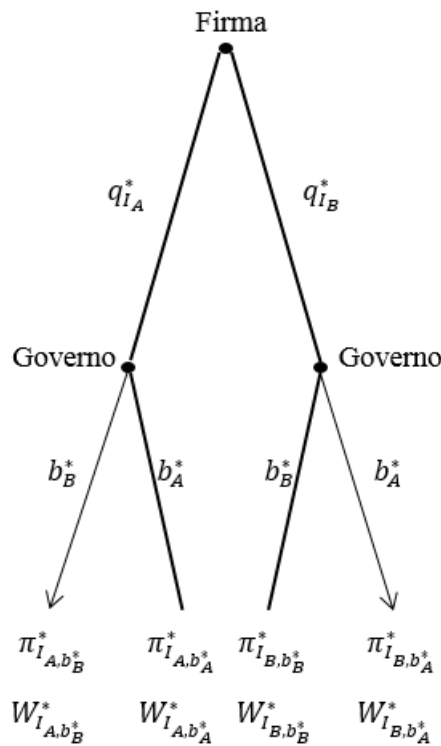
Sendo a relação entre os lucros,

$$\pi_{q_{I_B}}^{\psi^{(B)*}} > \pi_{q_{I_A}/\phi_2}^{\psi^{(B)*}}$$

$$\pi_{q_{I_B}}^{\psi^{(A)*}} > \pi_{q_{I_A}/\phi_2}^{\psi^{(A)*}}$$

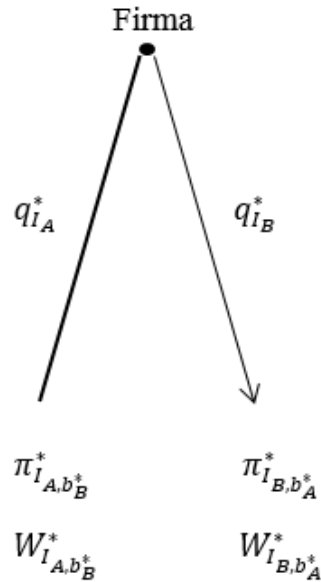
Através do *Backward Induction* se revela que o governo irá escolher a estratégia de conceder uma alíquota de nível A para um investimento de nível B e uma alíquota de nível B para um investimento de nível A.

Figura 10 – Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder, Tipo Ineficiente – Resolução.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 11 – Nó de resolução, Firma Ineficiente, Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder.



Fonte: Elaboração Própria.

Tem-se que por algebrismo:

$$\pi_{q_{I_B}}^{\psi^{(A)*}} > \pi_{q_{I_A}}^{\psi^{(B)*}}$$

O Equilíbrio de Nash Perfeito em Subjogos (ENPS) quando a firma é ineficiente é dado por:

$$\{[q_{I_B}^*, b_A^*]; (\pi_{I_{B,b_A}^*}, W_{I_{B,b_A}^*})\}$$

O equilíbrio nesse caso se situa em um menor patamar, do que quando a firma é eficiente, tanto em termos de lucro para a firma quanto em termos de bem-estar social.

6.3 Resultados do Jogo Sequencial de Informação Completa: Firma Líder

Quando a firma é eficiente na redução do custo marginal, com uma parcela constante sendo investida em sua estrutura de produção, o equilíbrio, além de ser Pareto ótimo, está em um patamar mais elevado do que o equilíbrio obtido quando a firma é ineficiente. Isso se deve pelo fato de a firma optar por um investimento de nível B, ao ser ineficiente quando investe um nível A em sua estrutura de produção, analisando que seu lucro será maior do que com um investimento de nível A. O bem-estar social é máximo quando a firma é eficiente na redução de seu custo marginal ao realizar um investimento de nível A. Quando a firma é

ineficiente ao investir I_A , ou não consegue lucrar investindo V a mais em sua estrutura de produção, não tem incentivo para desviar para o equilíbrio de maior bem-estar social.

Tabela 4 – Principais Resultados: Jogo Sequencial de Informação Incompleta, Firma Líder.

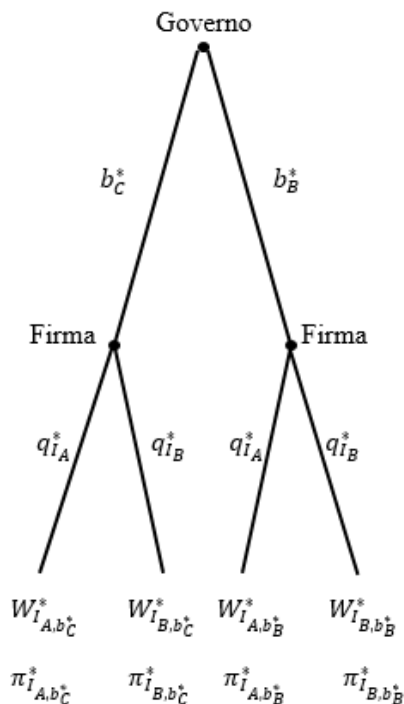
Resultado 1	Resultado 2	Resultado 3
A eficiência do monopolista em reduzir seu custo marginal leva a um ENPS onde o bem-estar social atinge seu patamar mais elevado, bem como o lucro da firma monopolista é maior quando comparado ao equilíbrio em que a firma ineficiente.	O governo determina alíquotas ótimas de redução do imposto marginal, para cada cenário exposto, que respeitam o valor da quantidade ótima que maximiza a função de bem-estar social e respeita a restrição orçamentária do governo.	O ENPS para firma eficiente: $\{[q_{I_A}^*, b_C^*]; (\pi_{I_{A,b_C}^*}, W_{I_{A,b_C}^*})\}$ O ENPS para firma ineficiente: $\{[q_{I_B}^*, b_A^*]; (\pi_{I_{B,b_A}^*}, W_{I_{B,b_A}^*})\}$

Fonte: Elaboração Própria.

7. JOGO SEQUENCIAL DE DISPUTA POR NÍVEIS FISCAIS DE INFORMAÇÃO COMPLETA: GOVERNO LÍDER

No jogo sequencial de informação completa em que o governo é líder a firma joga no segundo estágio definido que quantidade produzir com determinado investimento realizado e o governo joga primeiro definido que nível de benefício fiscal irá conceder. O governo tem a informação acerca do investimento realizado pela firma, contudo no presente caso não tem conhecimento acerca da quantidade produzida pela firma e determina a alíquota ótima sem influência da quantidade ótima, já que a firma será a seguidora, tomará o benefício fiscal como dado, através do procedimento de *Backward Induction*. Os equilíbrios de Nash em subjogos podem ser encontrados da mesma forma que foram obtidos na seção anterior, *Bacward Indution*. Logo existirá um equilíbrio quando a firma é eficiente e outro para um cenário em que a firma é ineficiente. Como o governo busca maximizar o bem-estar social, e como provado, os maiores níveis de bem-estar são auferidos quando são concedidos os menores níveis de benefício fiscal, em completude aos maiores níveis de quantidade produzida pela firma monopolista, então o governo concederá na disputa por níveis fiscais apenas os dois menores níveis, b_C^* e b_B^* .

Figura 12 - Jogo Sequencial de Informação Completa: Governo Líder.



Fonte: Elaboração Própria.

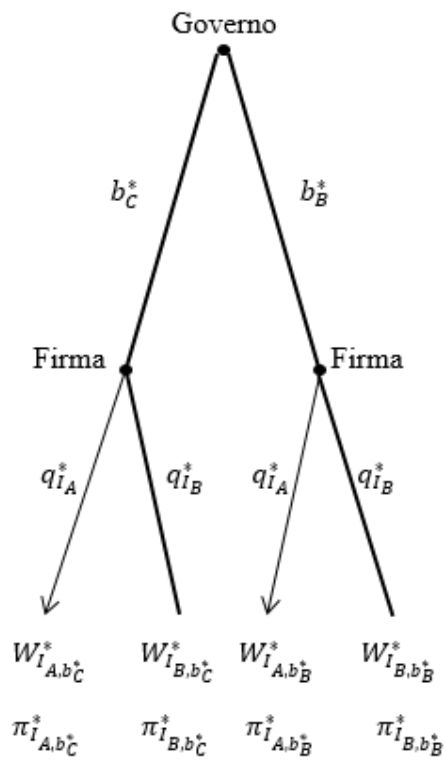
Nota-se a semelhança do jogo sequencial em que o governo lidera com o jogo simultâneo. Sendo as relações entre os níveis de bem-estar social:

$$W_{I_{A,b_C}^*}^* > W_{I_{A,b_A}^*}^*$$

$$W_{I_{B,b_C}^*}^* > W_{I_{B,b_A}^*}^*$$

Para uma firma eficiente:

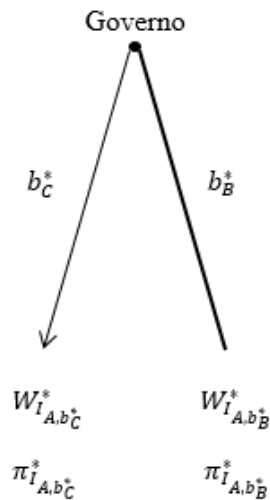
Figura 13 - Jogo Sequencial de Informação Completa: Governo Líder, resolução, firma eficiente.



Fonte: Elaboração Própria.

Dessa maneira tomemos a resolução da melhor resposta do governo nesse caso:

Figura 14 - Jogo Sequencial de Informação Completa: Governo Líder, nó de resolução, firma eficiente.



Fonte: Elaboração Própria.

Então, tem-se o ENPS para o caso em que a firma é ineficiente:

$$\{[b_C^*, q_{I_A}^*]; (\pi_{I_{A,b_C}}^*, W_{I_{A,b_C}}^*)\}$$

Para o caso em que a firma é ineficiente o ENPS será obtido da mesma forma e será descrito por:

$$\{[b_C^*, q_{I_B}^*]; (\pi_{I_{B,b_C}}^*, W_{I_{B,b_C}}^*)\}$$

7.1 Resultados do jogo sequencial de informação completa: Governo Líder

Nesse caso, o governo não discrimina as alíquotas de redução do imposto marginal, pois não tem conhecimento acerca da quantidade ótima produzida pela firma no momento da resolução do problema no jogo contínuo, então fixa a alíquota que maximiza o bem-estar social e define os níveis de benefício fiscal discriminados pela produção da firma, no momento da disputa por níveis fiscais, desse modo o principal resultado desse jogo corrobora que o bem-estar social é impactado pela quantidade ótima quando se derivam os níveis de investimento, e não pelo benefício fiscal concedido, sendo evidente que é possível que o governo conceda o menor nível de benefício fiscal sempre, pois isso em todos os cenários desse jogo aumentará o

bem-estar social, e todos os equilíbrios corroboram para um benefício fiscal de nível C, sendo a eficiência da firma o padrão de decisão para um maior nível de quantidade produzida. O equilíbrio que gera o maior ótimo para o social é obtido quando a firma monopolista é eficiente ao investir um nível A em sua estrutura, produzindo um nível maior de quantidade e auferindo um lucro maior com a redução do custo marginal, e o governo concede um benefício fiscal de nível C, o menor possível.

8. JOGO SEQUENCIAL DE INFORMAÇÃO INCOMPLETA

Na presente seção é formulado um jogo⁴² sequencial de informação incompleta que se baseia em um ambiente onde a firma é líder, e o governo decide que benefício fiscal irá conceder dada a quantidade ótima a ser produzida pela firma e seu tipo. Existem dois ambientes possíveis, como discutido nas seções anteriores, o mundo em que a firma é eficiente na redução do custo marginal adicional, e o mundo em que a firma é ineficiente no que tange a isso, mais precisamente, se a firma é ou não eficiente ao efetivar um investimento de nível A. No jogo serão verificados 4 possíveis tipos de *Perfect Bayesian Equilibrium*: Equilíbrio Separador⁴³ I, Equilíbrio Separador II, Equilíbrio Agregador⁴⁴ I, Equilíbrio Agregador II. Existe uma probabilidade ρ de a firma realizar um investimento de nível A dado que a mesma é do tipo eficiente, ϕ_1 , ao investir I_A , e uma probabilidade $(1 - \rho)$ de investir I_A , dado que a firma é do tipo ineficiente, ϕ_2 . Sendo que σ é a probabilidade da firma realizar um investimento de nível B, dado que a firma é do tipo eficiente, e $(1 - \sigma)$ é a probabilidade da firma realizar um investimento de nível B, dado que a firma é do tipo ineficiente. A natureza define 0,5 de chances para cada tipo da firma. No jogo sequencial de informação incompleta o governo não sabe o tipo da firma, logo, tem uma informação a menos que a própria. A firma sabe do tipo do ente público, tipo esse que é técnico. Esta seção analisa se o comportamento dos dois jogadores pode ser ou não modificado por algum nível de incerteza, o governo é do tipo técnico, toma em suas decisões a máxima de priorizar o bem-estar social. O jogo bayesiano pode ser descrito por:

$$J = \{Firma, Governo, (S_{firma}, S_{Governo}), \Phi, (U_{firma}, U_{Governo})\}$$

O conjunto de tipos que a firma monopolista pode assumir é descrito por $\Phi = \{\phi_1, \phi_2\}$, onde ϕ_1 descreve o tipo eficiente e ϕ_2 representa o tipo ineficiente, ρ e σ as probabilidades

⁴² O jogo sequencial de informação incompleta fora adaptado de Gibbons (1992).

⁴³ As escolhas do jogador divergem, dado o tipo, ver Gibbons (1992).

⁴⁴ O comportamento do jogador converge, dado o tipo, ver Gibbons (1992).

associadas a cada nó de decisão e S o conjunto de ações para cada jogador. $S_{firma} = \{I_A, I_B\}$ e $S_{Governo}/\phi_1 = \{b_A, b_C\}$, $S_{Governo}/\phi_2 = \{b_B, b_C\}$. Por simplificação da notação tome, nesse jogo, que a estratégia I_A representa que a firma produziu investindo um nível A, q_{I_A} , e do mesmo modo para I_B , o que é o suposto em todos os jogos do trabalho, que assim que a firma investe, instantaneamente a mesma produz, ou seja, nesse jogo somente se utiliza uma notação menos carregada para a estratégia discreta da firma. Os valores do benefício fiscal a ser concedido em cada caso, são nivelados abaixo conforme a definição dos valores no capítulo do jogo sequencial de informação completa e perfeita - firma líder :

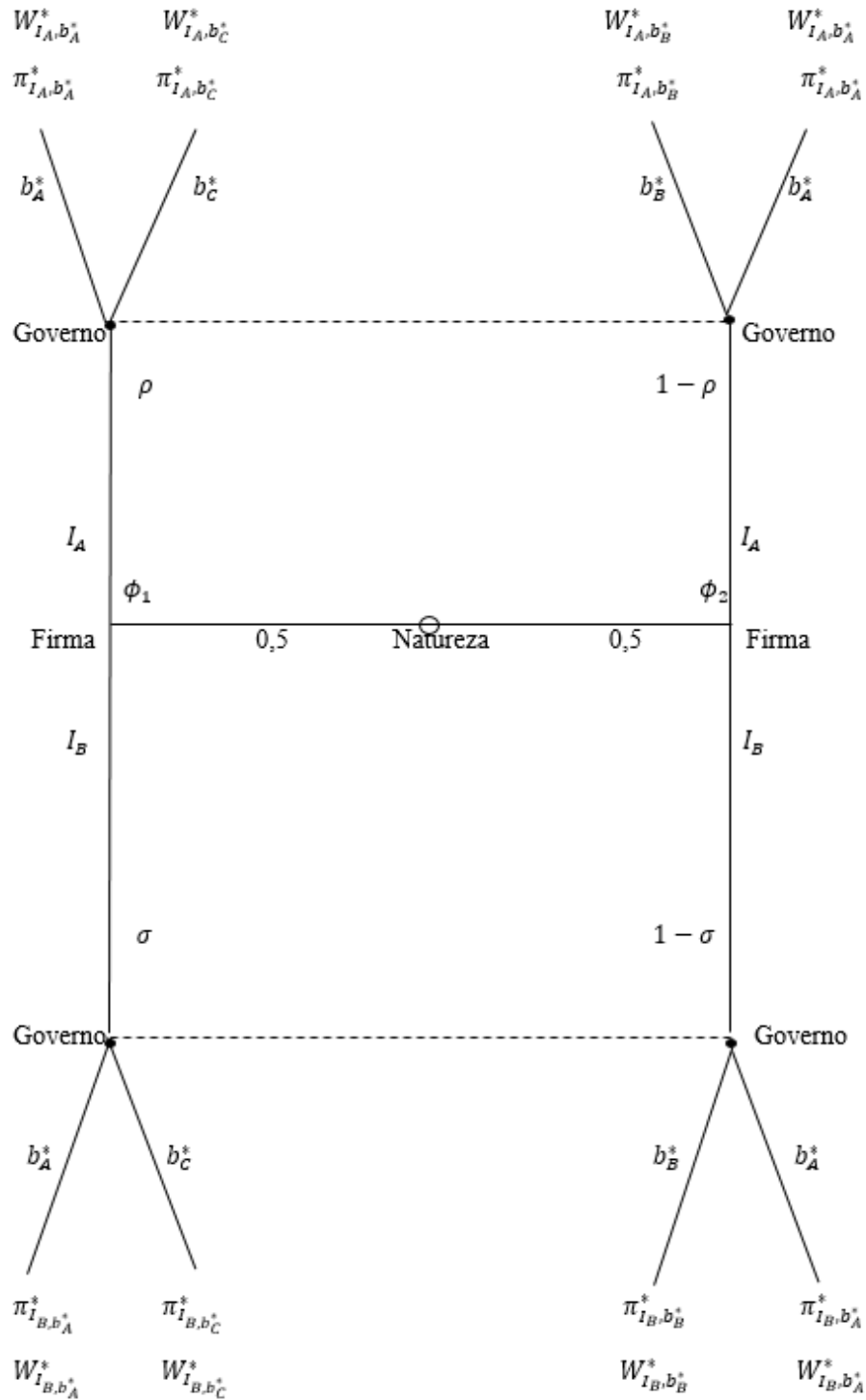
$$b^*_A = \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}\beta + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \right) \left(\frac{g}{\bar{t}} \right)$$

$$b^*_B = \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \varphi') + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \right) \left(\frac{g}{\bar{t}} \right)$$

$$b^*_C = \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \varphi) + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \right) \left(\frac{g}{\bar{t}} \right)$$

Perceba que nesse caso a alíquota de benefício fiscal varia de acordo com as reduções de custo marginal, e o que define a magnitude dos valores ótimos de benefício fiscal são as magnitudes das quantidades produzidas. Nesse tipo de jogo, firma líder, a concessão de um benefício fiscal levando em consideração a quantidade ótima produzida é crucial para a maximização do bem-estar social, isso se dá, como já explicado, pela alíquota ótima ser dependente do investimento realizado.

Figura 15 – Jogo Sequencial de Informação Incompleta.



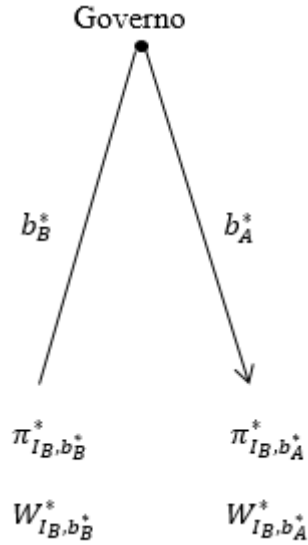
Fonte: Elaboração própria, adaptado de Gibbons (1992).

8.1 Equilíbrio Separador I

O equilíbrio separador I é definido por: $\{I_{A\phi_1}, I_{B\phi_2}\}$. O processo desenvolvido abaixo verifica se o equilíbrio separador I é ou não um *Perfect Bayesian Equilibrium*. Para o

equilíbrio separador I: $\sigma = 0$ e $\rho = 1$. Para um investimento de nível B realizado pela firma do tipo ϕ_2 a melhor resposta do governo será conceder

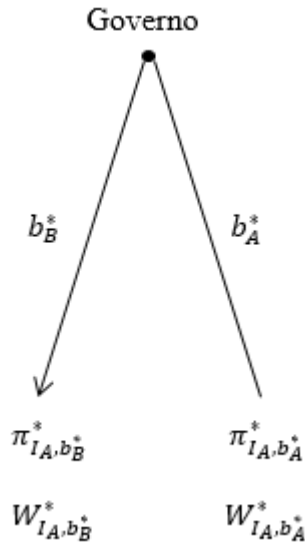
Figura 16 – Nó de Resolução, realiza I_B , firma do tipo ϕ_2 : Equilíbrio Separador I.



Fonte: Elaboração Própria.

Como $W_{I_B, b_A}^* > W_{I_B, b_B}^*$, sendo a firma do tipo ϕ_2 , então a melhor resposta do governo para I_B é escolher b_A^* . Para o outro nó do mesmo ambiente:

Figura 17 – Nó de Resolução, realiza I_A , firma do tipo ϕ_2 : Equilíbrio Separador I.



Fonte: Elaboração Própria.

Quando nesse ambiente, em que a firma é ineficiente, se resolvermos o jogo através do *backward induction* encontraremos que $W_{I_A, b_B}^* > W_{I_A, b_A}^*$. Desse modo o governo irá escolher conceder b_B^* .

Portanto, a decisão da firma para a melhor resposta do governo nos dois nós do mundo em que a mesma é ineficiente seria realizar um investimento de nível B, pois:

$$\pi_{I_B, b_A^*}^* > \pi_{I_A, b_B^*}^*$$

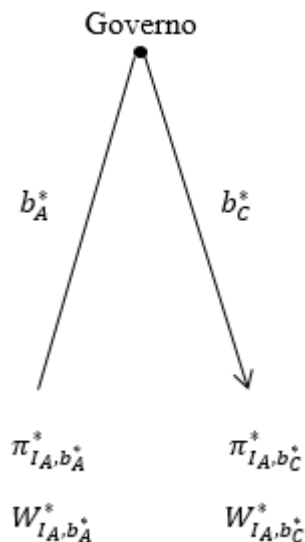
De modo análogo ao feito no caso em que a firma é ineficiente, a melhor resposta do governo quando a firma realiza um investimento de nível A em um ambiente que a firma é eficiente, será conceder um benefício fiscal de nível C. Por algebrismo é possível provar que $W_{I_A, b_C^*}^* > W_{I_A, b_A^*}^*$, e também por manipulações algébricas prova-se que quando a firma é eficiente $\pi_{I_A, b_C^*}^* > \pi_{I_B, b_A^*}^*$, então a melhor resposta para a firma será escolher I_A quando é do tipo ϕ_1 .

Com isso, conclui-se que: $\{[I_A, I_B], [b_C^*, b_A^*]\}$, com $\sigma = 0, \rho = 1$, é um *Perfect Bayesian Equilibrium*.

8.2 Equilíbrio Separador II.

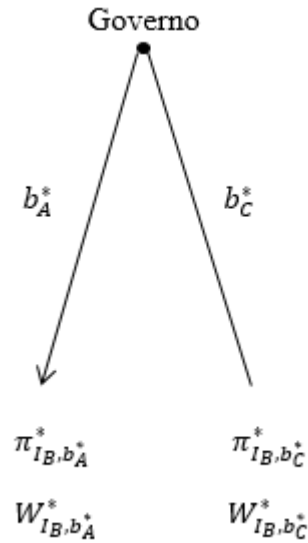
O equilíbrio separador II é definido por: $\{I_B, I_A, \phi_1, I_A, \phi_2\}$. As crenças são: $\sigma = 1$ e $\rho = 0$. O mesmo processo para verificação do *Perfect Bayesian Equilibrium* é realizado. No mundo em que a firma é eficiente a melhor resposta é investir um nível A, dadas as resoluções dos nós para o governo:

Figura 18 – Nó de Resolução, realiza I_A , firma do tipo ϕ_1 : Equilíbrio Separador II.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 19 – Nó de Resolução, realiza I_B , firma do tipo ϕ_1 : Equilíbrio Separador II.



Fonte: Elaboração Própria.

Como $\pi_{I_A, b_C^*}^* > \pi_{I_B, b_A^*}^*$, pois a firma é do tipo ϕ_1 , então a firma escolhe I_A . O que desvia do equilíbrio proposto. Isso será verdade para o mundo em que a firma é ineficiente, assim, como revelado na seção anterior, a firma ineficiente escolhe realizar I_B , dadas as escolhas do governo. Com isso, conclui-se que: $\{[I_B, I_A], [b_A^*, b_B^*]\}$, com $\sigma = 1, \rho = 0$, não é um *Perfect Bayesian Equilibrium*.

8.3 Equilíbrio Agregador I.

O equilíbrio agregador I é descrito por: $\{I_{B\phi_1}, I_{B\phi_2}\}$. Assim, através do teorema de Bayes é possível verificar que $\sigma = \frac{1}{2}$.

$$\sigma = \frac{Pr(\phi_1)Pr(I_B/\phi_1)}{Pr(\phi_1)Pr(I_B/\phi_1) + Pr(\phi_2)Pr(I_B/\phi_2)}$$

Sendo $Pr(I_B/\phi_1) = Pr(I_B/\phi_2)$,

$$\sigma = \frac{Pr(\phi_1)Pr(I_B/\phi_1)}{Pr(I_B/\phi_1) [Pr(\phi_1) + Pr(\phi_2)]}$$

Como $Pr(\phi_1) + Pr(\phi_2) = 1$, logo:

$$\sigma = \frac{Pr(\phi_1)Pr(I_B/\phi_1)}{Pr(I_B/\phi_1)}$$

$$\sigma = Pr(\phi_1) = \frac{1}{2}$$

Quando a firma é ineficiente, a mesma realiza um nível B de investimento, sendo que a melhor resposta do governo é conceder um benefício fiscal de nível A. Contudo, como revelado nas seções anteriores, no caso em que a firma é eficiente, o monopolista escolherá realizar I_A , desviando assim do equilíbrio Agregador I, e a melhor resposta do governo será conceder um benefício fiscal de nível C. Com isso, deve-se determinar que probabilidade ρ tornaria o Equilíbrio Agregador I um *Perfect Bayesian Equilibrium*. Logo, a condição de ρ que estipula o *Perfect Bayesian Equilibrium* é dada por:

$$\rho (\pi_{I_B, b_A}^* + \pi_{I_B, b_C}^*) \leq 0,5(\pi_{I_A, b_A}^* + \pi_{I_A, b_C}^*)$$

$$\rho \leq (0,5) \frac{(\pi_{I_A, b_A}^* + \pi_{I_A, b_C}^*)}{(\pi_{I_B, b_A}^* + \pi_{I_B, b_C}^*)}$$

O *Perfect Bayesian Equilibrium* é então:

$$\{[I_B, I_B], [b_A^*, b_A^*]\}, \text{ com } \sigma = \frac{1}{2}, \rho \leq (0,5) \frac{(\pi_{I_A, b_A}^* + \pi_{I_A, b_C}^*)}{(\pi_{I_B, b_A}^* + \pi_{I_B, b_C}^*)}$$

8.4 Equilíbrio Agregador II.

O equilíbrio agregador II é dado por: $\{I_{A\phi_1}, I_{A\phi_2}\}$. Sendo $\rho = \frac{1}{2}$, e pode ser obtido através do teorema de Bayes, utilizado na seção anterior. A melhor resposta da firma no ambiente em que é do tipo ϕ_2 é desviar do equilíbrio exposto realizando I_B , gerando um menor nível de bem-estar social. Portanto, encontra-se σ que estipula o Equilíbrio Agregador II como um *Perfect Bayesian Equilibrium*:

$$(1 - \sigma)(\pi_{I_B, b_B}^* + \pi_{I_B, b_A}^*) \leq 0,5(\pi_{I_A, b_B}^* + \pi_{I_A, b_A}^*)$$

$$\sigma \geq 1 - (0,5) \frac{(\pi_{I_A, b_B}^* + \pi_{I_A, b_A}^*)}{(\pi_{I_B, b_B}^* + \pi_{I_B, b_A}^*)}$$

O *Perfect Bayesian Equilibrium* é então:

$$\{[I_A, I_A], [b_C^*, b_B^*]\}, \text{ com } \sigma \geq 1 - (0,5) \left(\frac{\pi_{I_A, b_B^*}^* + \pi_{I_A, b_A^*}^*}{\pi_{I_B, b_B^*}^* + \pi_{I_B, b_A^*}^*} \right), \rho = \frac{1}{2}$$

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho analisou, com o auxílio da Teoria dos Jogos, a disputa entre governo e firma monopolista por níveis de benefícios fiscais e de investimento privado. Utilizando jogos simultâneos e sequencias para a verificação de como se comportam os agentes ao se depararem com os problemas de maximização de ganhos na disputa por níveis de investimento e de redução da carga tributária, advinda da produção. Os equilíbrios e os resultados encontrados nos diversos jogos modelados estão em consonância com a lógica da realidade.

No modelo os equilíbrios encontrados nos diversos jogos abordados dependem de uma condição essencial para a determinação das estratégias ótimas, bem como dos *payoffs* ótimos: a eficiência da firma em reduzir seu custo marginal ao efetivar um investimento de nível A. Eficiência que é resumida ao se investir a mais uma parcela constante, V , em sua estrutura de produção, gerando uma redução, adicional, no custo marginal que compense a parcela constante investida. Quando a firma é eficiente no sentido exposto os equilíbrios dos jogos irão gerar um bem-estar social maior do que nos cenários em que a firma é ineficiente.

O resultado do jogo simultâneo revelou que o ente público, ao se deparar com o nível de investimento realizado pela firma, e desconhecendo a quantidade ótima produzida, concede uma alíquota de redução do imposto marginal constante, ou igual para qualquer nível de quantidade ótima produzida, sendo nesse caso o que discrimina os níveis de bem-estar social as quantidades produzidas, o que fora observado também no jogo sequencial de informação completa com o governo sendo líder, somente os efeitos do investimento realizado são observados no nível de bem-estar social. Para que isso ocorra o governo deve conceder uma alíquota de redução do imposto marginal ligada as reduções de custo marginal, isso ocorre no jogo sequencial em que a firma lidera. O ENPS quando a firma é eficiente é o melhor resultado para a sociedade, pois a firma terá uma produção ótima mais elevada e eficiência alocativa, sendo o governo o ente que gerará um menor nível de benefício fiscal, um de nível C. Do contrário, se a firma for ineficiente, o equilíbrio não será Pareto ótimo e a firma produzirá uma quantidade menor, gerando perdas de bem-estar social mais intensas. A magnitude das alíquota de benefício fiscal variam de cenário para cenário e de jogo para jogo.

Em um cenário de incerteza acerca das crenças dos agentes em relação aos níveis de alíquotas de benefício fiscal foram obtidos três *Perfect Bayesian Equilibrium*, sendo que a firma revela seu tipo para o governo no equilíbrio separador I. Sendo um separador e dois agregadores, os valores das probabilidades que sustentam os equilíbrios agregadores foram

definidos. Os níveis de probabilidade definidos para a sustentação do *Perfect Bayesian Equilibrium* forem satisfeitos.

O trabalho gerou resultados que podem nortear as ações do governo quando o ente público se depara em um ambiente de disputa por níveis fiscais com um monopolista, sendo as consequências para o bem-estar social dadas quando a firma executante é eficiente, gerando assim um equilíbrio que entra em consonância com os objetivos da adoção de um incentivo fiscal, o aumento do nível de bem-estar social. A aplicabilidade do modelo de disputa por níveis fiscais permite que o gestor público incorpore a legislação brasileira vigente na gestão e operacionalização dos incentivos fiscais concedidos, desde que os pressupostos do modelo sejam satisfeitos, podendo assim reduzir processos burocráticos que podem afetar a gestão do incentivo fiscal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSIUS, M. M. **The effectiveness of state economic development policies.** *Western Political Quarterly*, 42,283-300, 1989.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Fundos Regionais e Incentivos Fiscais:** Caderno de Informações Gerenciais. Brasília: MI, 2017. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/fundos-e-incentivos-fiscais> Acesso em: 30 Jan/2016

BOWMAN, A. **Competition for economic development among southeastern cities.** *Urban Affairs Quarterly*, 23, 511-527, 1988.

BAUM, D. N. **The economic effects of state and local business incentives.** *Land Economics*, 63, 348-360, 1987.

BAUMOL, W. J., PANZAR, P. C. and WILLIG, R.D. **Contestable Markets and the Theory of Industry Structure.** Harcourt Brace Jovanovich, New York, 1982

BARTIK, T. J. **Who benefits from state & local economic development policies?** Kalamazoo, MI:W. E. Upjohn Institute for Employment Research, 1991.

BARRO, R.; SALA-I-MARTIN, X. Public finance in models of economic growth. **Review of Economic Studies**, v. 59, 1992, p. 645-661.

BLACK, D.; W. HOYT. **Bidding for firms.** *American Economic Review* 79, 1249 – 1256, 1989.

BURNIER, D. **Becoming competitive: How policymakers view incentive-based development policy.** *Economic Development Quarterly*, 6, 14-24, 1992.

BOSWORTH, BARRY, **Taxes and the Investment Recovery**, Brookings Papers on Economic Activity, 11-38, 1985.

CHIRINKO, R. S. **Business fixed investment spending: modeling strategies, empirical results, and policy implications.** *Journal of Economic Literature*, v. 31, p. 1875-1911, 1993.

CLARCK, P. **Tax Incentives and Equipment Investment.** Brookings Papers on Economic Activity, 317-348, 1993.

CLINGMAYER, J., & FEIOCK, R. **Distribution and redistribution in economic development.** *Journal of Politics*, 57, 508-520, 1995.

DEBACO, E.S.; JORGE NETO, P.M. **Competição entre os estados por investimentos privados.** Fortaleza: CAEN/UFC, 1998.

DIXIT, A.; PINDYCK, R. **Investment under Uncertainty.** Princeton NJ: Princeton University Press, 1994.

EISINGER, P. **The rise of the entrepreneurial state**. Milwaukee: University of Wisconsin Press, 1988.

EASSON, A. **Tax Incentives for Foreign Direct Investments** – Part I: Recent Trends and Countertrends and Part II: Design Considerations, Buletin for International Fiscal Documentation, Vol 55 (7 and 8), 267-274 and 365-375, 2001

FRANCO, Marcus Lima; JORGE NETO, Paulo de Melo. **Guerra fiscal, equilíbrio orçamentário e bem-estar: os efeitos do imposto no destino**. Disponível em: Acesso em: 06/02/2017.

FORMAN, M. **The race to recruit**. Dubuque, IA: Kendall/Hunt, 1997.

GUSKIND, R. **Games cities play**. National Journal, 21, 634-640, 1989.

GRAVELLE, JANE. **Tax Subsidies for Investment: Issues and Proposals**. Congressional Research Service Report 93-209, Washington, DC: U. S. Government Printing Office, 1992.

GIBBONS, R. **Game theory for applied economists**. Princeton University Press, 1992.

HARSANYI, J. **Games with Incomplete Information Played by Bayesian Players, I-III. Part I. The Basic Model**, Management Science: Vol. 14, nº. 3, p. 159-182, 1967.

HAIDER, D. **Place wars: New realities of the 1990s**. Economic Development Quarterly, 6, 127-134, 1992.

HAMILTON, A. **States have auction mentality on tax incentives**. State Tax Notes, 7, 1533, 1994.

HANSON, R. L. **Bidding for business: A second war between the states?** Economic Development Quarterly, 7, 183-198, 1993.

KENYON, D. A. **Competition among states and local government**. Washington, DC: Urban Institute, 1991.

KOLESAR, A. **Economic incentives key in relocation decision**. State Tax Notes, 95, 148-149, 1995.

LEDEBUR, L. C. ; WOODWARD, D. **Adding a stick to the carrot: Location incentives with clawbacks, recisions, and recalibrations**. Economic Development Quarterly, 4, 221-237, 1990.

MYERSON, R. B. **Incentive Compatibility and the Bargaining Problem**, Econometrica: Vol.47, p. 61-74, 1979.

MYERSON, R. B. **Mechanism Design**, Center for Mathematical Studies in Economics and Management Science; Center for Mathematical Studies in Economics and Management Science, Northwestern University: nº. 796, 1988.

MYERSON, R. B. **Optimal Coordination Mechanisms in Generalized Principal-Agent Problems**, Journal of Mathematical Economics: Vol.10, p. 67-81, 1982.

MAS-COLELL, Andreu et al. **Microeconomic theory**. New York: Oxford University Press, 1995.

MC DOUGALL, G. D. A. **The benefits and Costs of Private Investment from Abroad: A Theoretical Approach**. Economic Record, Vol. 36, pg 737-750, 1960.

NOBEL (2007). **Mechanism Design Theory**, Compiled by the Prize Committee of the Royal Swedish Academy of Sciences.

NOGUEIRA, C.; JORGE NETO, P. M. N. **Os impactos dos incentivos fiscais sobre a estrutura industrial e sobre a competitividade das firmas**. Fortaleza: UFC, Centro de Estudos de Economia Regional, 1998. 20 p. (Texto de Discussão, 178).

NOGUEIRA, C.A.G. **Tax incentives, competition and welfare**. Modern Economy. v. 3, 2012, p. 608-616.

NOLL, R. G., & Zimbalist, A. **Sports, jobs & taxes**. Washington, DC: Brookings Institution, 1997.

NOTO, N. (Trying to understand the economic development official's dilemma. In Urban Institute (Ed.), *Competition among states and local government* (pp. 50-61). Washington, DC: Urban Institute, 1991.

PIRES, H. e BUGARIN, M. **Metas de déficits: Uma aplicação da teoria de desenhos de mecanismos ao controle do endividamento dos estados**. IV Prêmio Tesouro Nacional. Finanças Públicas: 13-55, 2000.

PONTES, P.A.; VIANNA, P.J.R.; HOLANDA, M.C. **A política de atração de investimentos industriais do Ceará: uma análise do período 1995-2005**. Fortaleza: IPECE, 2006.

ROWLANDS, D. **Regional development in Canada: problems and prospects**. Canadian Journal of Economics. v. 29, 1996, p. S340-S343.

SAV, G. T. **Micro engineering foundations of energy-capital complementarity: solar domestic water heaters**. Review of Economics and Statistics. v. 66, 1984, p. 334-338.

SAMUELSON, P. A. **The pure theory of public expenditure**. Review of Economics Statistics: n. 36, p. 387-89, 1954.

SIEGEL, B. **Fiscal incentives and the economic development game**. LBJ Journal of Public Affairs. v. 9, n. 1, 1997.

SPINDLER, C. J., & FORRESTER, J. P. **Economic development policy**. Urban Affairs Quarterly, 29, 28-53, 1993.

WILDASIN, D. E. **Nash equilibria in models of fiscal competition**. Journal of Public Economics: n. 35, p. 229-40, 1988.

WIEWEL, W. **Policy research in an imperfect world: Response to Terry F. Buss, The case against targeted industry strategies.** *Economic Development Quarterly*, 13, 357-360, 1999.

WOLMAN, H. **Local economic development policy.** *Journal of Urban Affairs*, 10, 19-28, 1988.

APÊNDICE

A.I

Prova – Teorema 1: Por absurdo, suponhamos que:

$$\pi_{I_y} \geq \pi_{I_n}$$

Considere I_y como sendo um investimento de nível y , de modo que $I_y = \theta tq + V' > I_n$, com $n = A$, sendo $I_y > T(q)$.

Assim:

$$\frac{(a - (c - \alpha') - t(1 + \theta))^2}{4} - V' + b_y \geq \frac{(a - (c - \alpha) - t(1 + \theta))^2}{4} - V + b_{A,B}$$

Como $\alpha' > \alpha$ pois $V' > V$, sendo α a redução do custo marginal advinda do investimento situado no intervalo $0 < I \leq T(q)$, e $V' > V$.

Desenvolvendo, tem-se que:

$$b_y \geq \frac{(a - (c - \alpha) - t(1 + \theta))^2}{4} - \frac{(a - (c - \alpha') - t(1 + \theta))^2}{4} + V' - V + b_{A,B}$$

Como $\frac{(a - (c - \alpha) - t(1 + \theta))^2}{4} > \frac{(a - (c - \alpha') - t(1 + \theta))^2}{4}$ e $V' > V$, então,

$$\frac{(a - (c - \alpha) - t(1 + \theta))^2}{4} - \frac{(a - (c - \alpha') - t(1 + \theta))^2}{4} + V' - V > 0$$

Assim, o benefício fiscal demandado pela firma, para que ela possa através da compensação tributária ter lucratividade com o investimento maior que imposto total pago, não é o mesmo que otimiza o bem-estar social, obtido no Capítulo 4, e que fora escolhido pelo governo, é maior que $b_{A,B} = b_f^*$. Portanto, o governo não concederá b_y , dado que não entra em consonância com o ótimo social, logo $\pi_{I_y} \geq \pi_{I_n}$ é um absurdo, o que valida o contrário:

$$\pi_{I_y} < \pi_{I_n}$$

Como a condição de lucratividade de um investimento é o determinante dos montantes a serem efetivados então os níveis que estão no conjunto de investimentos da firma monopolista é dado por: $I = \{I_A; I_B\}$, níveis pertencentes ao intervalo $(0, T(q))$.

Q.E.D

A.II

O caso em questão trata da determinação da alíquota ótima de benefício fiscal, com um investimento de nível B realizado pela firma.

$$\underset{s_2: \psi=[0, \infty)}{\text{Máx}} W_{IB} = \frac{\left(\frac{b_f}{\psi}\right)^2}{2} + \theta \left(\frac{\bar{t}b_f}{\psi}\right) - \frac{T\psi}{\bar{t}} + \frac{\bar{t}b_f}{\psi}$$

s. a

$$G = \frac{\bar{t}b_f}{\psi} - g \geq 0$$

Constrói-se o lagrangeano e após isso são feitas as condições de primeira ordem.

$$\mathcal{L} = \frac{\left(\frac{b_f}{\psi}\right)^2}{2} + \theta \left(\frac{\bar{t}b_f}{\psi}\right) - \frac{T\psi}{\bar{t}} + \frac{\bar{t}b_f}{\psi} + \lambda \left[\frac{\bar{t}b_f}{\psi} - g\right]$$

Através das *Slackness Condition* é possível resolver o problema do governo destacando se a restrição imposta é obrigatória ou não. Assim as condições de primeira ordem do problema:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \psi} = -\frac{b_f^2}{\psi^3} - \frac{\theta \bar{t}b_f}{\psi^2} - \frac{T}{\bar{t}} - \frac{\bar{t}b_f}{\psi^2} - \lambda \left[\frac{\bar{t}b_f}{\psi^2}\right] = 0 \quad (\text{I})$$

$$\frac{\bar{t}b_f}{\psi} - g \geq 0 \quad (\text{II})$$

$$\lambda \geq 0 \quad (\text{III})$$

$$\lambda \left[\frac{\bar{t}b_f}{\psi} - g\right] = 0 \quad (\text{IV})$$

Caso $\lambda = 0$ então a restrição é obrigatória e tem-se que:

$$\lambda = \frac{-\frac{b_f^2}{\psi^3} - \frac{\theta \bar{t}b_f}{\psi^2} - \frac{T}{\bar{t}} - \frac{\bar{t}b_f}{\psi^2}}{\left(\frac{\bar{t}b_f}{\psi^2}\right)}$$

Assim o numerador da expressão acima deve ser 0 para que $\lambda = 0$:

$$\begin{aligned} -\frac{b_f^2}{\psi^3} - \frac{\theta \bar{t}b_f}{\psi^2} - \frac{T}{\bar{t}} - \frac{\bar{t}b_f}{\psi^2} &= 0 \\ \frac{b_f}{\psi} &= -\bar{t}(1 + \theta) - \frac{\psi^2 T}{\bar{t}b_f} \end{aligned} \quad (\text{V})$$

Substituindo (V) em (II) nota-se que (V) não cumpre a condição de primeira ordem de que

$$\frac{\bar{t}b_f}{\psi} - g \geq 0:$$

$$-\bar{t}^2(1 + \theta) - \frac{\psi^2 T}{b_f} - g < 0$$

Então as raízes do polinômio (V) não podem ser uma solução para o problema. Portanto façamos $\lambda > 0$ e denotemos a restrição de não obrigatória. Logo resolve a restrição linear do problema e encontra-se o valor ótimo da alíquota de benefício fiscal que maximiza o bem-estar social e respeita o orçamento das contas públicas:

$$\frac{\bar{t}b_f}{\psi} - g = 0$$

$$\psi^* = \frac{\bar{t}b_f}{g}$$

De modo análogo para o caso de um investimento de nível A tem-se o mesmo valor obtido acima, dado a indiferença da parcela constante do investimento de nível A na resolução do problema.

A. III

Parte 1: Sob a ótica da firma o benefício fiscal demandado, b_B^D , para que a mesma realize um investimento de nível B é dado pela condição:

$$\pi_{q_{IB}}^* > \pi^*{}^{45}$$

$$\frac{(a - c + \beta - v(g + G)(1 + \theta))^2}{4} + b_B > \frac{(a - c - v(g + G))^2}{4}$$

$$b_B^D > \frac{(a - c - v(g + G))^2}{4} - \frac{(a - c + \beta - v(g + G)(1 + \theta))^2}{4}$$

Como por suposição do modelo $\beta > t\theta$, a firma é eficiente ao realizar um investimento de nível B, e por definição de espaço de estratégia o benefício fiscal ser um número não negativo, então, nesse caso o benefício fiscal deve ser apenas um número maior que o negativo:

$$b_B^D > 0$$

A firma que realiza um investimento de nível B demanda um benefício fiscal acima de zero, ou seja, apenas que seja positivo e diferente de zero. Isso ocorre, pois, o monopolista como descrito é eficiente ao realizar um investimento de nível B.

Tomemos agora que para que a firma ineficiente realize um investimento de nível A o benefício fiscal demandado, b_A^D , é dado pela condição:

$$\pi_{q_{IA}}^* > \pi_{q_{IB}}^*$$

$$\frac{(a - c + \beta + \varphi' - v(g + G)(1 + \theta))^2}{4} - V + b_A^D > \frac{(a - c + \beta - v(g + G)(1 + \theta))^2}{4} + b_B^D$$

O benefício fiscal demandado será:

$$b_A^D > \frac{(a - c + \beta - v(g + G)(1 + \theta))^2}{4} - \frac{(a - c + \beta + \varphi' - v(g + G)(1 + \theta))^2}{4} + V + b_B^D$$

Para uma firma ineficiente:

$$\frac{(a - c + \beta - v(g + G)(1 + \theta))^2}{4} + V > \frac{(a - c + \beta + \varphi' - v(g + G)(1 + \theta))^2}{4}$$

$$\frac{(a - c + \beta - v(g + G)(1 + \theta))^2}{4} > \frac{(a - c + \beta + \varphi' - v(g + G)(1 + \theta))^2}{4} - V$$

Então:

$$b_A^D > b_B^D$$

⁴⁵ Lucro do monopolista sem investimento privado.

Suposição 4. Para todos os jogos abordados no trabalho $b_A = \psi^* q_{IA}^* < \frac{(a-c+\beta-v(g+G)(1+\theta))^2 - (a-c+\beta+\varphi'-v(g+G)(1+\theta))^2}{4} + V$.

Com isso,

$$b_A^D > b_A$$

QED

Parte 2: Condição de eficiência do investimento pela ótica da redução adicional do custo marginal,

$$\varphi > \sqrt{(a-c+\beta-v(G+g)(1+\theta)+\psi)^2+4V} - a + c - \beta + t(1+\theta) - \psi \quad (\#),$$

se a firma é eficiente na redução do custo marginal adicional, com a parcela V sendo investida.

Para o cenário em que a firma é ineficiente:

$$\varphi' < \sqrt{(a-c+\beta-t(1+\theta)+\psi)^2+4V} - a + c - \beta + t(1+\theta) - \psi \quad (\#\#),$$

se a firma é ineficiente na redução do custo marginal adicional, com a parcela V sendo investida a mais.

A. IV

Os valores do Bem-estar social para o jogo simultâneo de disputa por níveis fiscais para um investimento de nível A, caso em que a firma é eficiente:

$$W_{I_A}^* = \frac{q_{I_A, \phi_1}^*{}^2}{2} + t^* q_{I_A, \phi_1}^* + \theta t^* q_{I_A, \phi_1}^* + V - b_A^*$$

$$W_{b_A, I_A}^* = \frac{\left(\frac{a - (c - \beta - \varphi) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi^*}{2}\right)^2}{2} + \bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta - \varphi) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi^*}{2}\right)$$

$$+ \theta \bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta - \varphi) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi^*}{2}\right) + V - \frac{\bar{t} b_f [a - (c - \beta - \varphi) - \bar{t} \left[(1 + \theta) - \frac{b_f}{g}\right]]}{2g}$$

$$W_{b_A, I_A}^* = \frac{a^2 - c^2 + \beta^2 + \varphi^2 + 2a\beta + 2a\varphi + 2a\bar{t} + 2a\theta\bar{t} + 2c\psi^* + 2\beta\bar{t} + 2\beta\theta\bar{t} + 2\beta\varphi + 2\varphi\bar{t} + 2\varphi\theta\bar{t} + 6\bar{t}\psi^* + 6\bar{t}\theta\psi^*}{8}$$

$$+ \left(\frac{-3\bar{t}^2 - 3\bar{t}^2\theta^2 - 3\psi^{*2} + 2[-ac - a\psi^* - c\bar{t} - c\theta\bar{t} - \beta\psi^* - \varphi\psi^*] - 6\bar{t}^2\theta - 2c\beta - 2c\varphi}{8}\right) + V$$

Do mesmo modo para um investimento de nível A, quando a firma é ineficiente:

$$W_{b_B, I_A}^* = \frac{a^2 - c^2 + \beta^2 + \varphi'^2 + 2a\beta + 2a\varphi' + 2a\bar{t} + 2a\theta\bar{t} + 2c\psi^* + 2\beta\bar{t} + 2\beta\theta\bar{t} + 2\beta\varphi' + 2\varphi'\bar{t} + 2\varphi'\theta\bar{t} + 6\bar{t}\psi^* + 6\bar{t}\theta\psi^*}{8}$$

$$+ \left(\frac{-3\bar{t}^2 - 3\bar{t}^2\theta^2 - 3\psi^{*2} + 2[-ac - a\psi^* - c\bar{t} - c\theta\bar{t} - \beta\psi^* - \varphi'\psi^*] - 6\bar{t}^2\theta - 2c\beta - 2c\varphi'}{8}\right) + V$$

Para um investimento de nível B:

$$W_{b_C, I_B}^* = \frac{a^2 - c^2 + \beta^2 + 2a\beta + 2a\bar{t} + 2a\theta\bar{t} + 2c\psi^* + 2\beta\bar{t} + 2\beta\theta\bar{t} + 6\bar{t}\psi^* + 6\bar{t}\theta\psi^*}{8}$$

$$+ \left(\frac{-3\bar{t}^2 - 3\bar{t}^2\theta^2 - 3\psi^{*2} + 2[-ac - a\psi^* - c\bar{t} - c\theta\bar{t} - \beta\psi^*] - 6\bar{t}^2\theta - 2c\beta}{8}\right) + V$$

É possível descrever a relação entre os níveis de bem-estar social de cada caso utilizando a álgebra e comparando os valores para cada cenário, ou analisando como a função de bem-estar social se comporta em relação a outras variáveis.

Então:

$$W_{b_A, I_A}^* > W_{b_B, I_A}^* > W_{b_C, I_B}^*$$

É possível descrever a relação entre os níveis de bem-estar social de cada caso utilizando a álgebra e comparando os valores para cada cenário, ou analisando como a função de bem-estar social se comporta em relação a quantidade ótima.

Como a função de bem-estar social assume a seguinte forma exposta abaixo, a sua derivada parcial com relação a quantidade é maior do que zero. O que significa que quanto maior a quantidade ótima produzida pela firma maior será o nível de bem-estar social. A derivada parcial com relação ao benefício fiscal será negativa. Assim, nesse caso, o nível de bem-estar social depende da magnitude da quantidade ótima a ser produzida pela firma.

$$W^* = \frac{q_I^{*2}}{2} + Gvq_I^* + \theta Gvq_I^* - b_f^*$$

$$\frac{dW^*}{dq_I^*} > 0$$

Como $q_{I_A}^* > q_{I_B}^*$.

A. V

Parte 1: Resolução do problema do governo para o caso em que a firma é líder no jogo sequencial de informação completa, para um investimento de nível B, do mesmo modo para o de nível A:

$$W_{I_B} = \frac{q_{I_B}^{*2}}{2} + \bar{t}q_{I_B}^* + \theta\bar{t}q_{I_B}^* - \psi q_{I_B}^*$$

$$W_{I_B} = \frac{\left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2}\right)^2}{2} + \bar{t}\left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2}\right)$$

$$+ \theta\bar{t}\left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2}\right) - \psi\left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2}\right)$$

$$\begin{aligned} & \max_{\psi} W_{IB} \\ & = \frac{a^2 - c^2 + \beta^2 + 2a\beta + 2a\bar{t} + 2a\theta\bar{t} + 2c\psi + 2\beta\bar{t} + 2\beta\theta\bar{t} + 6\bar{t}\psi + 6\bar{t}\theta\psi - 3\bar{t}^2 - 3\bar{t}^2\theta^2 - 3\psi^2}{8} \\ & + K^{46} \end{aligned}$$

s.a

$$\bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2} \right) - g \geq 0$$

Suponha que $a > 3\bar{t}(1 + \theta) + c$, sendo plausível também $2g > \bar{t}a$ e $g > \bar{t}(\frac{a+\alpha}{3})$. Resolvendo o problema do governo utilizando a *slackness condition*;

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & \frac{a^2 - c^2 + \beta^2 + X^{47} + 6\bar{t}\theta\psi - 3\bar{t}^2 - 3\bar{t}^2\theta^2 - 3\psi^2}{8} + K \\ & + \lambda \left[\bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2} \right) - g \right] \end{aligned}$$

Tome as condições de primeira ordem do problema de maximização restrita:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \psi} = \frac{2c + 6\bar{t} + 6\bar{t}\theta - 6\psi - 2a - 2\beta}{8} + \lambda \left[\frac{\bar{t}}{2} \right] = 0$$

$$\lambda \left[\bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2} \right) - g \right] = 0$$

$$\lambda \geq 0$$

$$\bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2} \right) - g \geq 0$$

Se a restrição é obrigatória, então $\lambda = 0$ e $\bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2} \right) - g > 0$, verificando:

$$\frac{2c + 6\bar{t} + 6\bar{t}\theta - 6\psi - 2a - 2\beta}{8} + \lambda \left[\frac{\bar{t}}{2} \right] = 0$$

$$\lambda = \frac{- \left(\frac{2c + 6\bar{t} + 6\bar{t}\theta - 6\psi - 2a - 2\beta}{8} \right)}{\left(\frac{\bar{t}}{2} \right)}$$

O numerador então é nulo se $\lambda = 0$:

$$- \left(\frac{2c + 6\bar{t} + 6\bar{t}\theta - 6\psi - 2a - 2\beta}{8} \right) = 0$$

$$-2c - 6\bar{t} - 6\bar{t}\theta + 6\psi + 2a + 2\beta = 0$$

⁴⁶ $\frac{2[-ac - a\psi - c\bar{t} - c\theta\bar{t} - \beta\psi] - 6\bar{t}^2\theta - 2c\beta}{8}$

⁴⁷ $2a\beta + 2a\bar{t} + 2a\theta\bar{t} + 2c\psi + 2\beta\bar{t} + 2\beta\theta\bar{t} + 6\bar{t}\psi$

$$\psi' = \frac{-a - \beta + c + 3\bar{t}(1 + \theta)}{3}$$

Como $a > 3\bar{t}(1 + \theta) + c$, então $\psi' < 0$.

Assim ψ' é o candidato a ótimo, contudo deve satisfazer todas as condições de primeira ordem, verificando se satisfaz:

$$\bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2} \right) - g \geq 0$$

Então:

$$\begin{aligned} & \bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \frac{-a - \beta + c + 3\bar{t}(1 + \theta)}{3}}{2} \right) - g \\ & \bar{t} \left(\frac{3a - (3c - 3\beta) - 3\bar{t}(1 + \theta) + -a - \beta + c + 3\bar{t}(1 + \theta)}{6} \right) - g \\ & \bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta)}{3} \right) - g \end{aligned}$$

Como $g > \bar{t} \left(\frac{a - \beta}{3} \right)$, e nesse caso $\alpha = \beta$, então $\bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta)}{3} \right) < g$, logo:

$$\bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi'}{2} \right) - g < 0$$

Assim ψ' não é alíquota que maximiza o bem-estar social, ou seja, não obedece à uma das condições de primeira ordem. Portanto, fazendo $\lambda > 0$, fazemos:

$$\bar{t} \left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \psi}{2} \right) - g = 0$$

Resolvendo a equação acima para ψ encontra-se a alíquota ótima de benefício fiscal que maximiza o bem-estar social. Disposta em (*).

$$\psi^* = \frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}\beta + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \quad (*)$$

Como $2g > \bar{t}a$ e $c > \beta$ então $2g - \bar{t}a - \bar{t}\beta + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta) > 0$.

Seja então a representação da alíquota ótima de benefício fiscal, para um investimento de nível B, dada por:

$$\psi^*_{I_B} = \frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}\beta + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}}$$

A resolução para um investimento de nível A é idêntica. Portanto, para um investimento de nível A, quando a firma é eficiente, então:

$$\psi^*_{I_A, \phi_1} = \frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \varphi) + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}}$$

Para um investimento de nível A, quando a firma é ineficiente:

$$\psi^*_{I_A, \phi_2} = \frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \phi') + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}}$$

Parte 2: A análise da magnitude das alíquotas revela então que:

$$\psi^*_{I_B} > \psi^*_{I_A, \phi_2} > \psi^*_{I_A, \phi_1}$$

Pois as alíquotas são distinguidas pela redução de custo marginal advinda do investimento realizada, quanto maior for a redução do custo marginal menor será a alíquota concedida, pois o governo terá que conceder um benefício fiscal maior, para que o ótimo social seja alcançado através de um maior nível de produção, quanto mais ineficiente for a firma, caso contrário o governo concederá um benefício fiscal menor, pois a firma irá produzir de acordo com o almejado pelo social. Desse modo, no caso geral:

$$\frac{d\psi^*}{d\alpha} = -1 < 0$$

Portanto existem agora níveis de alíquota de benefício fiscal em função das reduções de custo marginal da firma:

$$\psi^*_{I_B} = \psi^{(A)*}$$

$$\psi^*_{I_A, \phi_2} = \psi^{(B)*}$$

$$\psi^*_{I_A, \phi_1} = \psi^{(C)*}$$

Parte 3: Utilizando a álgebra é possível encontrar os valores do benefício fiscal ótimo para o caso em questão (Jogo sequencial de informação completa e perfeita - firma líder):

Para um benefício fiscal de nível A:

$$b^*_A = \psi^{(A)*} q^*_{I_B}$$

$$\left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}\beta + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \right) \left(\frac{a - (c - \beta) - \bar{t}(1 + \theta) + \frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}\beta + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}}}{2} \right)$$

$$b^*_A = \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}\beta + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \right) \left(\frac{g}{\bar{t}} \right)$$

Para um benefício fiscal de nível B:

$$b^*_B = \psi^{(B)*} q^*_{I_A, \phi_2}$$

$$\left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \phi') + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \right) \left(\frac{a - (c - \beta - \phi') - \bar{t}(1 + \theta) + \frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \phi') + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}}}{2} \right)$$

$$b^*_B = \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \varphi') + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \right) \left(\frac{g}{\bar{t}} \right)$$

Para um benefício fiscal de nível C:

$$b^*_C = \psi^{(C)*} q^*_{I_A, \phi_1}$$

$$\left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \varphi) + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \right) \left(\frac{a - (c - \beta - \varphi) - \bar{t}(1 + \theta) + \frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \varphi) + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}}}{2} \right)$$

$$b^*_C = \left(\frac{2g - \bar{t}a - \bar{t}(\beta + \varphi) + \bar{t}c + \bar{t}^2(1 + \theta)}{\bar{t}} \right) \left(\frac{g}{\bar{t}} \right)$$

Perceba que agora, diferentemente do jogo simultâneo de disputa por níveis fiscais em que o governo discriminava os níveis de benefício fiscal a partir da quantidade ótima produzida, o ente público discrimina os níveis de benefício fiscal pela alíquota de benefício fiscal, que é função das reduções de custo marginal, pois agora o ente público conhece a quantidade ótima da firma, e consegue diferenciar os níveis ótimos de alíquota de benefício fiscal que mantêm a quantidade ótima produzida, em $\frac{g}{\bar{t}}$, que otimiza o benefício fiscal, que maximiza o bem-estar social. Portanto:

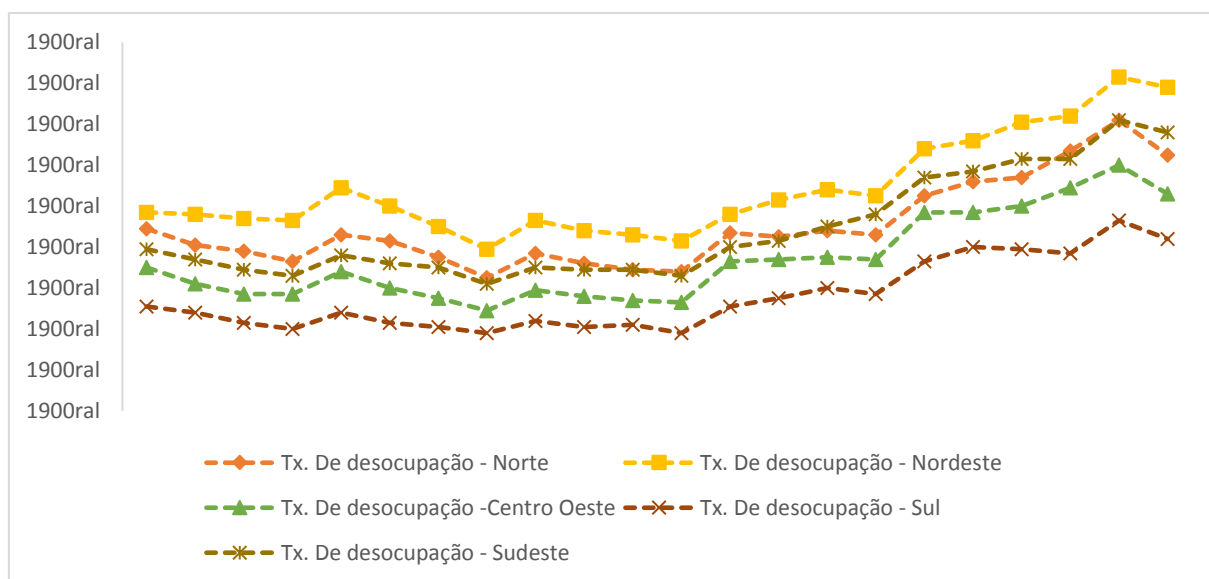
$$b^*_A > b^*_B > b^*_C$$

ANEXO

No trabalho os indicadores Taxa de Desocupação Trimestral, Rendimento Nominal Mensal Per Capita e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) Municipal foram utilizados como evidências do que possa ter motivado o direcionamento das políticas de incentivos fiscais para o Nordeste e o Norte do país.

A taxa de desocupação das grandes regiões do país é calculada pelo número de desocupados, pessoas acima de 14 anos de idade, dividido pelo número de pessoas economicamente ativas da região, tendo como base a semana de referência na qual foi calculada, pode ser vista como uma medida de desemprego, por isso, relevante para o processo de tomada de decisão de políticas nos locais com maiores taxas de desocupação. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), esse indicador, mensurado trimestralmente, apresentou-se sempre maior para o Nordeste durante o primeiro trimestre de 2012 até o segundo trimestre de 2017, com um valor máximo 16,3% no primeiro trimestre de 2017, diferentemente da região Sul e Centro-Oeste, que fecharam a série com um valor de 8,4% e 10,6%, respectivamente. Tendo a região Norte se mantido durante quase todo o período como a segunda região com maior número de desocupados. O Gráfico 5 expõe a série da taxa de desocupação trimestral de todas as grandes regiões do país, para o período de 2012 a 2017, revelando a diferença existente entre o desemprego nas regiões Norte e Nordeste, com as maiores médias para o período analisado, 9% e 10,8% respectivamente, do país frente ao Sul e Centro-Oeste, com menores médias, 5,6% e 7,4%. As evidências de altas taxas de desemprego no Nordeste e no Norte do país podem estar relacionadas com o atraso do processo de fomentação da economia dessas regiões frente as outras e com o menor dinamismo da demanda por mão de obra do setor industrial da região nos últimos anos, o que motiva a implantação de políticas de incentivos fiscais para a geração de empregos, especialmente nos setores menos produtivos da economia.

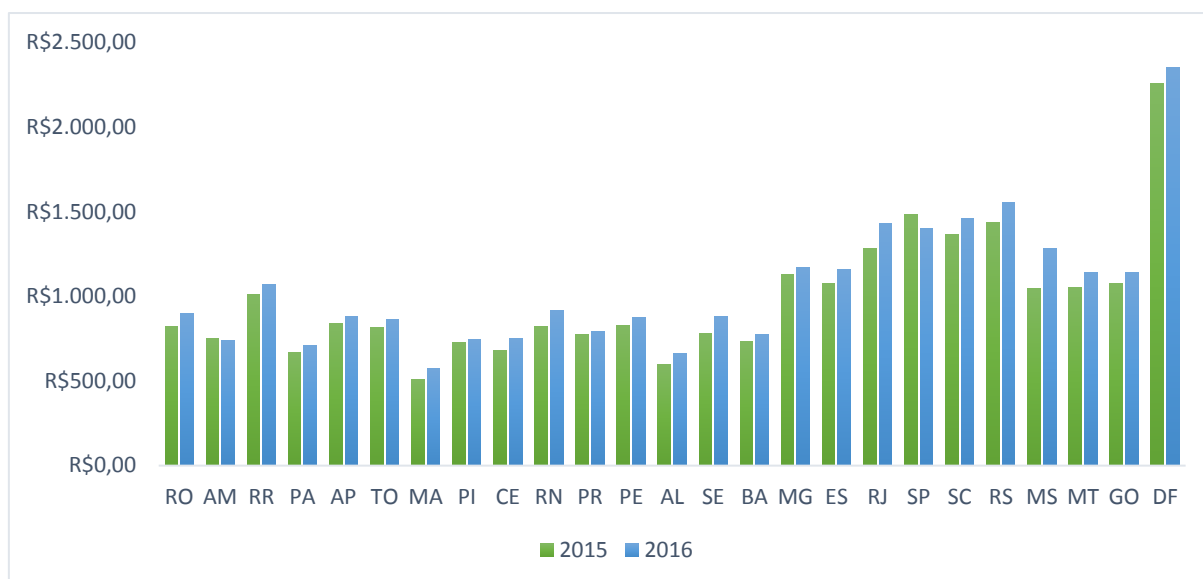
Gráfico 5 – Taxa de Desocupação Trimestral, das Grandes Regiões do Brasil, 1º Trimestre de 2012 ao 2º Trimestre de 2017, em %.



Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua).

Já a renda domiciliar per capita é obtida do somatório dos rendimentos dos moradores sobre o total de moradores do domicílio. Ou seja, é um indicador da situação econômica das famílias da região. Quando feita a comparação entre o rendimento domiciliar per capita dos Estados do Norte e do Nordeste frente aos Estados das demais grandes regiões, levando em consideração os anos de 2015 e 2016, observa-se que a renda domiciliar per capita, nos dois anos, fora menor para os Estados do Norte e do Nordeste, indicando assim que as famílias dessas regiões têm menor rendimento per capita, o que possivelmente seja um gargalo para o fomento das economias locais. No Gráfico 6 é perceptível que os Estados do Nordeste e do Norte possuíram renda domiciliar per capita, nos dois anos, menor que R\$ 1.000, com exceção de Roraima, que apresentou em 2016 um rendimento domiciliar per capita de R\$ 1.068. As famílias das regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste, tiveram rendimento maior do que R\$ 1000 nos dois anos, com o Distrito Federal apresentando o maior valor, R\$ 2351, no ano de 2016. Assim, revela-se cada vez mais a importância de políticas públicas que incentivem o aumento da renda familiar e consequentemente o fomento da economia local nas regiões do Nordeste e do Norte do país.

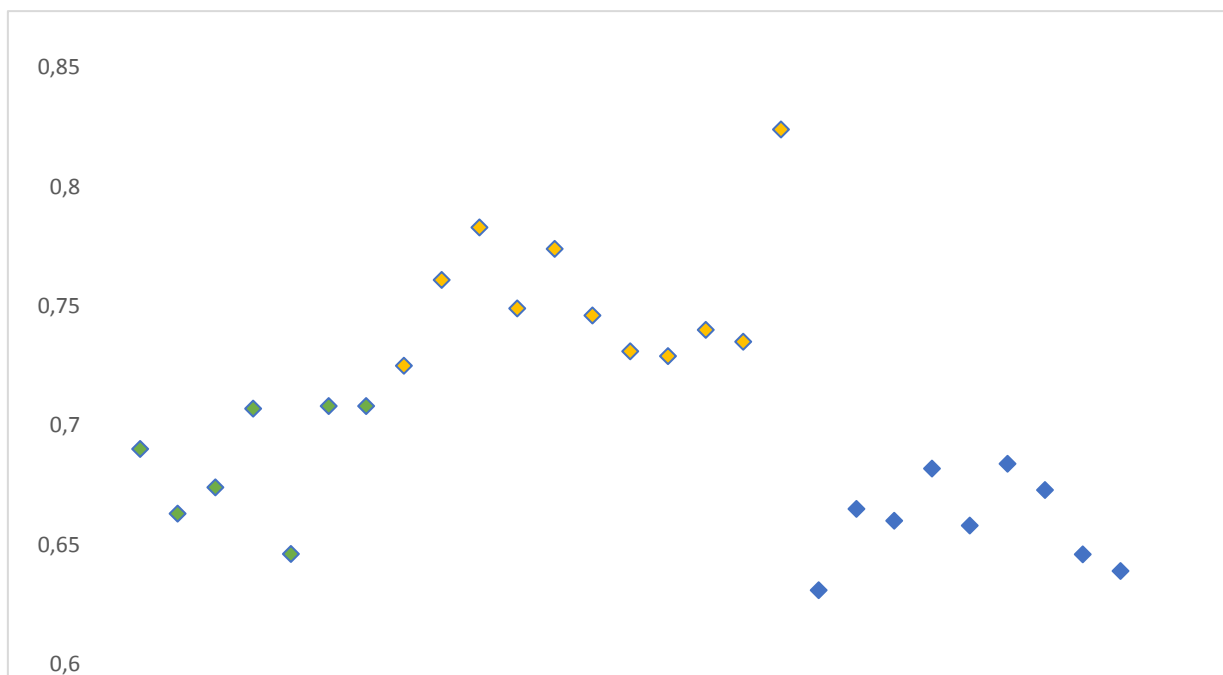
Gráfico 6 – Rendimento Nominal Mensal Per Capita da População Residente dos Estados do Brasil, em R\$ – 2015 e 2016.



Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) Municipal – 2010, que é formulado com base na expectativa de vida do indivíduo ao nascer, no grau de escolaridade da população adulta da região, juntamente com o fluxo escolar dos jovens, e com a renda per capita do município também pode ser um indicador que motiva a implantação de políticas de desenvolvimento regional em certas localidades. Com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o Gráfico 7 revela a diferença entre os níveis de qualidade de vida nos Estados da região Norte, destacados de verde, do Nordeste, de azul, e do Sul, Sudeste e do Centro-Oeste, destacados de amarelo. Corrobora evidências acerca da desigualdade regional em termos de qualidade de vida das populações de cada grande região através do IDH Municipal-2010 dos Estados, sendo os do Sul e Sudeste avaliados com um maior IDH Municipal. O maior valor pertenceu ao Distrito Federal, 0,824, seguido dos Estados do Sul e do Sudeste do país. A região do Nordeste, bem como a do Norte, exibe maiores índices de desigualdade, o que pode ter direcionado para essa região políticas de desenvolvimento para a operacionalização de incentivos fiscais nos últimos anos.

Gráfico 7 – IDH - 2010 dos Estados do Brasil, discriminados por suas respectivas regiões.



Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE.

Figura 21 – Resultados da Avaliação dos Incentivos Fiscais Concedidos pela Sudam entre os anos de 2007 e 2014.

DIMENSÃO	ANÁLISE	INDICADOR	RESULTADO	CONCLUSÃO
ESFORÇO	EXECUÇÃO	TEFI	Máxima 1,07 Mínima 0,50	Oscila bastante em relação ao PIB regional. Sensível à mudanças econômicas e na instituição concedente do IF.
		GTPC	Máxima R\$ 128,10 Mínima R\$ 63,50	Inconstante devido às maiores incentivos concedidos nos primeiros anos de recriação da SUDAM.
RESULTADOS	EFICIÊNCIA	TED	Máxima 113% Mínima 53%	Inconstante, devido à recriação da SUDAM no início da série, mas tendência à estabilização.
		TMTP	Máxima 288 dias Mínima 88 dias	Redução de 200 dias no indicador, devido melhorias normativas na instituição concedente.
	EFICÁCIA	NTIC	1.758 IF para 548 empresas.	Destaque para o IFIRPJ, Amazonas e Mato Grosso, tipologia Alta Renda e ao setor de alimentos e bebidas e eletroeletrônicos e veículos.
		TVCP	Máxima de 222% Mínima de 16%	Crescente, com destaque para o início da série e para modalidade de implantação e modernização.
	EFETIVIDADE	QE	158.885 empregos	O Amazonas concentra metade do valor, principalmente no setor de eletroeletrônicos e veículos. Destaca-se também Pará e Mato Grosso, setor de alimentos e bebidas e mineração e a tipologia alta renda e estagnada.
		VADI	66,2 bilhões	Estimam-se maiores investimentos das empresas no Pará e Amazonas, no setor de mineração e infraestrutura e na tipologia Alta renda e estagnada.

Fonte: SUDAM (2016) – Relatório de Avaliação 2007 – 2014.