UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

Análise dos Efeitos de Integrações Verticais e uma Aplicação para o
Mercado Brasileiro de GLP

José Barreto de Andrade Neto

Orientador: Fernando Antonio Slaibe Postali

SÃO PAULO
2008

Profa. Dra. Sueli Vilela
Reitora da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Carlos Roberto Azzoni
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Joaquim José Martins Guilhoto
Chefe do Departamento de Economia

Prof. Dr. Dante Mendes Aldrighi
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia

José Barreto de Andrade Neto

**Análise dos Efeitos de Integrações Verticais e uma Aplicação para o
Mercado Brasileiro de GLP**

Dissertação apresentada ao
Departamento de Economia,
Administração e Contabilidade
da Universidade de São Paulo
como requisito a obtenção ao
título de mestre.

Orientador: Fernando Antonio Slaibe Postali

**SÃO PAULO
2008**

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Andrade Neto, José Barreto de

Análise dos efeitos de integrações verticais e uma aplicação
para o mercado brasileiro de GIP / José Barreto de Andrade
Neto. -- São Paulo, 2008.

70 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2008

Bibliografia

1. Organização industrial 2. Oligopólio 3. Concentração
econômica I. Universidade de São Paulo. Faculdade de
Economia, Administração e Contabilidade. II. Título.

CDD – 338.7

Resumo

O principal índice usado para medir concentrações horizontais é o Hirschmann-Herfindahl Index (HHI). Este índice tornou-se popular nos últimos anos devido ao seu apelo teórico e a sua simplicidade computacional, entretanto, apesar desta conveniência, o HHI é inaplicável na análise de mercados em que os compradores possuem poder de mercado. Isso ocorre porque o modelo de Cournot supõe que apenas os vendedores podem influenciar os preços. O erro causado pela aplicação inadequada do HHI é ainda maior quando o mercado considerado apresenta firmas verticalmente integradas. Diante disso, o objetivo deste trabalho é aplicar o MHI, medida de concentração sugerida por Hendricks e McAfee (2007), na análise da aquisição da Agip pela BR, com vistas a identificar os impactos da operação sobre a concorrência, comparando os resultados com a análise da SEAE e a decisão do CADE. O MHI é capaz de captar a mudança de incentivos de todas as firmas do mercado estudado após o Ato de Concentração, e permite que o efeito líquido da integração seja medido através das variações das margens preço/custo das firmas da indústria.

Abstract

The main index that is used to measure horizontal concentrations is the Hirschmann-Herfindahl Index (HHI). This index became popular in the last years due to its theoretical appeal and its computational simplicity. However, despite this convenience, the HHI is inapplicable in the analysis of markets where the purchasers have market power. This happens because the Cournot model assumes that only the sellers can influence the prices. The error caused by inadequate application of HHI is even bigger when the considerate market shows vertically integrated firms. In front of this, the objective of this work is apply the MHI, the concentration measure suggested by Hendricks e McAfee (2007), in the analysis of Agip acquisition by BR, with the purpose of identify the operation impacts in the competition, comparing the results with the SEAE analysis and the CADE decision. MHI is capable of catch the incentive change in all firms of the analyzed market after the Concentration Act, and allows that the operation's net effect is measured through the price-cost margin variation.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1 Definição	6
2.2 Abordagens	7
2.3 Modelo de Oligopólio Bilateral de Hedricks e McAfee	21
3 ÍNDICE HIRSCHMAN-HERFINDAHL - MHI	23
3.1 Modelo	23
4 ANÁLISE DA AQUISIÇÃO DA AGIP PELA BR	30
4.1 O Mercado Brasileiro de GLP	30
4.2 A Operação	31
4.3 Aplicação	33
5 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
APÊNDICE A	47
APÊNDICE B	55

Índice de tabelas

Tabela 1: Parcelas de Mercado das distribuidoras de GLP em Agosto de 2004....	37
Tabela 2: Cálculo do HHI para os Estado do RS e de SP.....	37
Tabela 3: Cálculo do MHI para o Estado do RS.....	39
Tabela 4: Cálculo do MHI para o Estado da BA.....	40
Tabela 5: Cálculo do MHI para o Estado de São Paulo	40

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 1950 até o final da década de 70, o modelo Estrutura-Conduita-Desempenho, desenvolvido pela chamada “Escola de Harvard”, orientou a política de defesa da concorrência americana. Essa política foi marcada por uma grande preocupação com o aumento da concentração do mercado e com a presença de barreiras à entrada.

A partir de meados dos anos 70, a “Escola de Chicago” passou a contestar a idéia de que a alta concentração em um mercado é condição suficiente para o exercício de praticas anticompetitivas. A preocupação exclusiva com a estrutura de mercado perdeu espaço para a análise das eficiências econômicas, e as Autoridades de Defesa da Concorrência buscaram contrabalançar os efeitos negativos à concorrência com os possíveis benefícios de redução de custos à sociedade.¹

A teoria antitruste em que se baseia a análise de casos de fusões horizontais feita pelas Autoridades de Defesa da Concorrência brasileiras foi construída com base nas teorias das duas escolas supracitadas. Nessas análises as Autoridades de Defesa da Concorrência se preocupam em analisar a possibilidade de aumento de preços e de restrição de oferta resultante do ato de concentração. Como esta possibilidade depende, em primeira instância, do grau

¹ Os autores Joe Bain e Richard Posner podem ser citados, respectivamente, como expoentes da “Escola de Harvard” e da “Escola de Chicago”.

de concentração do mercado em questão, as Autoridades procuram medir a concentração de mercado pré-fusão e pós-fusão.

O principal índice usado nessa mensuração é o Hirschmann-Herfindahl Index (HHI).² Este índice é calculado através da soma dos quadrados das parcelas de mercado (s_i) de todas as firmas da indústria que se pretende analisar. Diferentemente do C_4 , índice de concentração dado pela soma das parcelas de mercado das quatro firmas que possuem maior participação na indústria, o HHI atribui um peso maior às empresas que detêm grandes parcelas de mercado. Além disso, em uma competição de Cournot o HHI é proporcional ao somatório da margem preço/custo de cada firma ponderada pela parcela de mercado da respectiva firma.³

Isso pode ser visto após algumas manipulações da condição de primeira ordem das firmas que competem em Cournot:⁴

² O procedimento adotado pelo Federal Trade Commission é o seguinte:

- a) Se o HHI pós-fusão for menor do que 1000 a fusão não será contestada.
- b) Se o HHI pós-fusão estiver no intervalo [1000, 1800] e a variação do HHI for menor do que 100 a fusão não será contestada.
- c) Se o HHI pós-fusão for maior do que 1800 e a variação do HHI for menor do que 50 a fusão não será contestada.

Nos casos em que nenhuma das condições acima for verificada, a literatura sugere que a Agência Antitruste responsável investigue os fatores que afetam a probabilidade do exercício do poder de mercado. Caso este exercício seja provável, a agência contestará àqueles casos em que os potenciais incrementos de bem-estar são superiores aos potenciais efeitos negativos gerados pela concentração.

³ A diferença entre preço e o custo marginal como fração do preço ($(p - c)/p$) será chamada de margem preço/custo. A margem preço/custo é usada como indicador de poder de mercado por ser uma medida da diferença entre o preço praticado e o preço que prevaleceria em um mercado competitivo.

⁴ Uma das hipóteses do modelo de Cournot é que cada firma conjectura que as outras firmas não responderão a uma mudança na sua produção. Esta hipótese pode ser representada matematicamente substituindo $\partial Q/\partial q_i$ por 1 dentro da condição de primeira ordem da firma i .

Função objetivo: $\max_{q_i} \pi = p(Q)q_i - cq_i$

$$\text{C.P.O.: } \frac{\partial \pi}{\partial q_i} = p + \frac{\partial p}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial q_i} q_i - c = 0 \Rightarrow p - c = -\frac{\partial p}{\partial Q} q_i$$

Multiplicando os dois lados por $\frac{Q}{p}$:

$$\frac{Q}{p}(p - c) = -\frac{Q}{p} \frac{\partial p}{\partial Q} q_i \Rightarrow \frac{(p - c)}{p} = \frac{s_i}{\varepsilon}$$

Multiplicando os dois lados por s_i e somando para todas as i firmas:

$$\sum s_i \frac{p - c_i}{p} = \frac{1}{\varepsilon} \sum s_i^2 = \frac{1}{\varepsilon} HHI$$

onde p é o preço no mercado *downstream*, s_i é parcela de mercado da firma i , c_i é o custo marginal da firma i , e ε é a elasticidade da demanda.⁵ Portanto, quanto maior for o HHI, maior será a diferença entre o preço e o custo marginal, e maior será o custo social. Desta forma, o HHI representa uma medida importante da margem presumida na indústria e conseqüentemente da perda social.

O HHI tornou-se popular nos últimos anos devido ao seu apelo teórico e a sua simplicidade computacional, entretanto, apesar dessa conveniência, o HHI é inaplicável na análise de mercados em que os compradores possuem poder de mercado. Isso ocorre porque o modelo de Cournot supõe que apenas os vendedores podem influenciar os preços. O erro causado pela aplicação inadequada do HHI é ainda maior quando o mercado considerado apresenta firmas verticalmente integradas, conforme descrevem Hendricks e McAfee (2007).

⁵ Os termos *upstream* e *downstream* serão usados para designar, respectivamente, o setor anterior e o posterior de uma determinada etapa de uma cadeia produtiva.

Diante disso, o objetivo deste trabalho é aplicar o MHI, medida de concentração sugerida por Hendricks e McAfee (2007), na análise da aquisição da Agip pela BR – uma subsidiária do Grupo Nacional Petrobrás⁶ – com vistas a identificar os impactos da operação sobre a concorrência, comparando os resultados com a análise da SEAE e a decisão do CADE. Esta medida se baseia em uma teoria mais geral e, por isso, permite que fusões e aquisições que envolvam mercados compostos por um pequeno número de compradores sejam analisadas de maneira objetiva. Cabe ressaltar que o parecer do SEAE não comparou o MHI pré e pós-fusão, pois a BR possuía uma parcela de mercado muito pequena no setor de distribuição de combustíveis.

A Integração Vertical de uma firma que exerce poder de mercado no setor de *upstream* com outra firma que exerce poder de mercado no setor de *downstream* faz com que a quantidade trocada internamente seja maior do que a quantidade transacionada entre estas mesmas firmas antes da integração. Isso ocorre devido ao fato de que a quantidade trocada entre as firmas integradas é tal que o custo marginal da produtora é igual ao valor do consumo marginal da compradora, ou seja, a troca entre as firmas após a Integração Vertical torna-se eficiente.

Por outro lado, a nova firma verticalmente integrada poderá ter incentivos para estender o seu poder de mercado e aumentar o preço para as concorrentes. Uma monopolista do setor *upstream*, por exemplo, pode adquirir uma empresa do setor de *downstream* com o objetivo de aumentar a demanda pelo produto intermediário e aumentar o seu preço. Ainda que a firma do *downstream* recém

⁶ Doravante Petrobrás.

adquirida tenha prejuízo, o lucro da firma do *upstream* aumenta o suficiente para que o lucro conjunto da firma integrada se torne maior.

O modelo de Hendricks e McAfee (2007) contrasta esses dois últimos efeitos captando a mudança de incentivos pós-fusão de todas as firmas do mercado estudado e permite que o efeito líquido da integração em termos de variação de preço e quantidade produzida seja medido de forma objetiva.

No próximo capítulo serão apresentadas algumas das principais abordagens da literatura sobre Integração Vertical. O modelo desenvolvido por Hendricks e McAfee (2007) é explicado no capítulo 3. No capítulo seguinte é feita uma aplicação sobre o caso brasileiro.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A teoria de Integração Vertical, por situar-se na interseção da teoria da firma, da teoria dos contratos e da teoria da competição imperfeita, apresenta uma vasta literatura repleta de abordagens teóricas divergentes.

O intuito deste capítulo é apresentar algumas das principais abordagens da literatura sobre Integração Vertical, e, posteriormente, contextualizar o modelo de Oligopólio Bilateral de Hendricks e McAfee dentre as demais. Para tanto, dentro desta volumosa literatura foram escolhidos artigos que foram pioneiros em cada abordagem ou aqueles que podem ser considerados como representativos.

Para que a referida contextualização seja feita, as abordagens serão classificadas com base no motivo que leva a firma a escolher entre se tornar integrada ou realizar a transação no mercado. Algumas teorias baseadas apenas

nos efeitos do Ato de Concentração vertical que independem do motivo, como a teoria de barreiras a entrada e a teoria de monopólios sucessivos, também serão apresentadas. O modelo de Oligopólio Bilateral dos dois autores trata igualmente integrações para frente e integrações para trás devido à simetria com que o modelo trata as firmas do *upstream* e do *downstream*. Portanto, apesar das suas especificidades, integrações para frente e integrações para trás não serão tratadas separadamente nas apresentações a seguir.

Este capítulo começa com uma breve discussão acerca da definição de Integração Vertical. Posteriormente, será apresentada a teoria de fechamento de mercado, a abordagem de contratos incompletos, a teoria de Barreiras à entrada de Bain e alguns modelos nos quais as Integrações verticais são motivadas pela competição imperfeita. Para terminar as apresentações, serão comentados alguns modelos de incerteza e de custos de transação. Finalmente, será feita a contextualização do modelo dos autores dentro da literatura.

2.1 Definição

Uma firma pode ser considerada verticalmente integrada quando diferentes processos de produção de um determinado bem, que podem ser produzidos separadamente, são realizados dentro da firma em questão. Apesar de ser útil para fins práticos, esta definição é imprecisa. Para fins de comparação, será considerado neste trabalho, conforme a definição de Perry (1989), que Integração Vertical ocorre quando toda a produção do processo *upstream* de uma firma é empregada como insumo intermediário no processo *downstream* desta firma, ou

quando o insumo intermediário do processo *downstream* de uma firma é integralmente obtido da produção do processo de *upstream* desta firma

Esta definição exclui o caso em que parte do produto do processo *upstream* é utilizada como parte da quantidade do insumo utilizado no processo *downstream*. Neste último caso, parte do produto intermediário do processo *upstream* é vendida para outras firmas enquanto parte do insumo utilizado no processo de *downstream* é comprado de outros fornecedores, portanto, nesta situação não existe a substituição dos contratos e das trocas de mercado pela troca interna dentro dos limites da firma.

Uma firma pode ser verticalmente integrada desde o início de suas atividades (formação vertical), pode tornar-se verticalmente integrada como resultado do seu crescimento (expansão vertical), ou pode tornar-se verticalmente integrada a partir da aquisição de outra firma (fusão vertical). A literatura sobre Integração Vertical concentra sua atenção neste último caso.

2.2 Abordagens

2.2.1 Fechamento de mercado

Segundo Tirole e Rey (2003), fechamento de mercado é qualquer restrição feita com o objetivo de transferir o poder de monopólio de um mercado para outro mercado. O Fechamento de mercado recebe o nome de fechamento vertical quando uma firma que detêm uma parcela significativa do setor de *upstream* toma qualquer atitude com o objetivo de estender seu poder de mercado ao setor de

downstream. O fechamento vertical assume sua forma extrema quando a firma se recusa a negociar, ou, equivalentemente, quando vende seu produto por um preço muito elevado.

Uma firma monopolista, que opera apenas no setor de *upstream*, pode se tornar verticalmente integrada incentivada pela possibilidade de transferir seu poder de mercado para um setor potencialmente competitivo. Hart e Tirole (1990) desenvolvem um modelo teórico que mostra como integrações verticais mudam a natureza da competição nos setores de *upstream* e *downstream*, e que identifica as condições que podem levar ao fechamento de mercado. Os autores verificam a existência de três fontes de redução do bem estar social provenientes da fusão vertical e duas fontes de aumento. Primeiramente, a Integração Vertical pode estender o poder de mercado de uma firma do *upstream* ao setor de *downstream*, pode excluir competidores efetivos ou potenciais, e certamente necessitará de um custo operacional e legal para se efetivar. Por um lado, os dois primeiros argumentos implicam em uma redução do bem estar social quando o aumento de concentração gera um aumento de preço do produto final. Por outro lado, a redução do número de firmas significa que menos recursos serão gastos com investimento em redução de custos por parte das firmas excluídas, o que representa um ganho social. Adicionalmente, a Integração Vertical pode gerar ganhos de eficiência na produção. A ocorrência e a intensidade de cada um desses fatores dependem das condições do mercado.

2.2.2 Contratos incompletos

Pode ser muito custoso confeccionar um contrato que seja capaz de determinar as obrigações de cada parte em todos os estados da natureza futuros relevantes, e que seja capaz também de definir perfeitamente as obrigações das partes em um dado estado da natureza. Caso algum desses dois problemas seja verificado, o contrato não será mais capaz de determinar os limites de negociação entre as firmas. Esta questão é analisada pela literatura de contratos incompletos. Como será visto, a existência dos contratos imperfeitos pode motivar uma firma a se tornar verticalmente integrada.

A incapacidade de determinação da natureza do comércio entre as partes gera ineficiências relacionadas aos investimentos *ex ante* e ao comércio *ex post*. Rey e Tirole (1986) analisam essa primeira ineficiência através de um modelo de 2 períodos no qual o investimento é realizado antes do primeiro período. Contudo, os efeitos desse investimento em termos de redução de custo do vendedor e de valor de consumo do comprador é uma variável aleatória cuja realização é observada apenas no início do segundo período. A Integração Vertical, neste modelo, torna desnecessária a confecção de um contrato que especifique o preço do produto de acordo com os possíveis valores do custo do vendedor e do valor do consumo do comprador. Uma firma verticalmente integrada maximiza a diferença entre o valor descontado esperado da troca no segundo período e o custo do investimento, ou seja, uma firma verticalmente integrada investe de forma eficiente.

Hart e Moore (2007) desenvolvem um modelo no qual as partes de um mercado intermediário no primeiro período não sabem qual será o estado do mundo no segundo período. Eles apenas sabem que pode haver uma transformação fundamental que altere, entre outras coisas, a estrutura de mercado. Esta transformação, aliás, depende do investimento realizado pelas firmas. Neste modelo, as firmas podem firmar um contrato no momento inicial que contemple um conjunto de transações possíveis a serem realizadas no segundo período, e que contenha um mecanismo de escolha entre as transações possíveis de acordo com o estado da natureza. Os autores concluem que, de acordo com os valores do valor do consumo e do custo supostamente estocásticos, a Integração Vertical pode não gerar o resultado de *first best*.

2.2.3 Barreiras à entrada

O clássico artigo de Bain (1956) popularizou o conceito de barreiras à entrada. O autor faz duas críticas às integrações verticais:

- Primeiramente, o autor observa que algumas integrações verticais criam barreiras à entrada quando fazem com que potenciais entrantes sejam obrigadas a entrar nos dois estágios de produção.
- Além disso, Bain argumentou que a fusão vertical eliminava a possibilidade de entrada, via expansão vertical, por parte da firma adquirente. Como se trata de uma potencial entrante no estágio vizinho, uma entrada via expansão por parte da firma adquirente diminuiria a concentração de mercado neste estágio.

Nesta mesma linha, Mueller (2004) observa que integrações verticais criam barreiras a entrada para potenciais competidores na medida em que a firma que se integra verticalmente passa a controlar o acesso de parte ou de todo um determinado recurso, em geral bens primários.

Essa teoria influenciou fortemente as análises de algumas Autoridades de Defesa da Concorrência. O Guia de Fusões Não-Horizontais do Departamento de Justiça Americano, por exemplo, prevê a possibilidade de contestação de fusões que sejam prejudiciais à competição de acordo com a teoria de Bain.⁷

2.2.4 Competição Imperfeita

2.2.4.1 Internalização das perdas de eficiência

Mackenzie (1951) foi pioneiro ao argumentar que a Integração Vertical por via de uma fusão pode ser motivada pela internalização das perdas de eficiência. Um monopolista no processo *upstream* pode encontrar incentivos para integrar-se a uma ou mais firmas do processo *downstream* quando o insumo vendido pelo monopolista é utilizado em proporções variáveis pelas empresas do setor de *downstream*. Isso ocorre porque o elevado preço que o monopolista escolhe para o seu insumo faz com que as empresas do setor de *downstream* substituam este insumo por outros mais baratos, dessa forma, essa perda de eficiência pode ser convertida em lucro pelo monopolista que se integra verticalmente. A literatura que

⁷ O Guia de Fusões Não-Horizontais do Departamento de Justiça Americano pode ser lido em <http://www.usdoj.gov/atr/public/guidelines/2614.htm>.

analisa as fusões verticais motivadas pela internalização das perdas de eficiência desenvolveu-se na busca de descobrir quando a fusão resulta em acréscimo ou decréscimo de bem estar dos consumidores. Quanto maior a elasticidade de substituição entre os insumos combinados no processo de downstream, maior tende a ser o ganho de eficiência, contudo, dependendo da elasticidade da demanda, a empresa integrada pode aumentar ou reduzir o preço final.

Ainda nessa linha, Schmalensee (1973) concluiu que o preço cobrado dos consumidores aumenta com a Integração Vertical desde que a função de produção das empresas do setor de *downstream* seja do tipo Cobb-Douglas, e a elasticidade da demanda seja constante e maior do que um. Pouco tempo após a publicação deste último trabalho, Hay (1973) mostrou que se as empresas do setor de *downstream* possuírem funções de produção com elasticidade de substituição constante, o preço cobrado dos consumidores aumentará quando a elasticidade de substituição for maior do que a elasticidade da demanda.

Posteriormente, Mallela e Nahata (1980) basearam-se neste último trabalho para encontrar a condição necessária, em termos de elasticidades, para que o preço cobrado dos consumidores diminua desde que a elasticidade de substituição entre os fatores de produção seja menor do que um. Westfield's (1981) utilizou esta última hipótese para analisar os efeitos de Integrações Verticais. O autor, mesmo sem fazer suposições acerca de formas funcionais, conseguiu resumir as possibilidades de impacto sobre o preço final. Contudo, novamente o resultado final depende das elasticidades da demanda e de substituição.

Ainda que esta abordagem seja muito interessante, do ponto de vista teórico, ela padece da dificuldade de se obter boas estimativas das elasticidades, principalmente da elasticidade de substituição entre os insumos combinados no processo de *downstream*. Além disso, nem sempre o insumo do monopolista pode ser usado em proporções variáveis. Quando os insumos são usados em proporções fixas, a Integração Vertical não pode ser motivada pela internalização de ineficiências. Sendo assim, o impacto desta literatura sobre a Política Antitruste não foi significativo.

2.2.4.2 Impossibilidade de discriminação de preços

Alguns setores altamente concentrados possuem marcos regulatórios que tornam ilegais algumas práticas consideradas como anticompetitivas. A impossibilidade de discriminação de preços por parte dos monopolistas inspirou uma literatura que teve em Stigler (1951) seu ponto de partida. Para entender esta teoria, suponha que dois mercados distintos utilizem o insumo vendido por um monopolista do setor de *upstream*. Se estes dois mercados possuírem elasticidades de demanda diferentes, o que é muito provável, o monopolista não maximizará seu lucro cobrando o mesmo preço dos dois mercados. Entretanto, se o monopolista integrar-se verticalmente ao mercado mais elástico, ele poderá cobrar um preço maior do outro mercado e com isso obter um lucro maior.

Dentro da literatura que estuda os efeitos de fusões verticais motivadas pela impossibilidade de discriminação de preços podemos destacar Perry (1978). O autor desenvolveu um modelo no qual o setor de *upstream* é formado por uma

firma dominante, por uma franja competitiva, e que permite a existência de vários mercados consumidores do insumo. Primeiramente, Perry derivou o equilíbrio que prevaleceria se a firma pudesse discriminar preços e depois ordenou os preços dos diferentes mercados. A impossibilidade de discriminação de preços faz com que seja ótimo para a firma dominante integrar-se a alguns mercados cujos preços cobrados são mais baixos. Sendo assim, a firma dominante pode cobrar um preço maior dos outros mercados.

Apesar da impossibilidade de discriminação de preços ser um motivo para fusões verticais verificado com frequência na realidade, a literatura que se desenvolveu a partir desta idéia também não teve impacto sobre a Política Antitruste. A principal consequência deste tipo de Integração Vertical é permitir uma discriminação de terceiro grau implícita por parte da firma dominante ou do monopolista, por isso, dependendo das elasticidades de demanda do setor de *downstream*, o bem estar dos consumidores pode aumentar ou diminuir.

As fusões motivadas pela impossibilidade de discriminação de preços não fazem com que as potenciais entrantes sejam obrigadas a entrar nos dois estágios de produção, por outro lado, a segunda crítica de Bain é pertinente para este tipo de fusão.

2.2.4.3 Monopólios sucessivos

A Integração Vertical pode diminuir as distorções causadas por sucessivos estágios de competição imperfeita. Para entender isso, considere um mercado fechado de um determinado produto formado apenas por um fabricante. O produto

deste fabricante é vendido para firmas atacadistas regionais que detêm poder de monopólio na sua região de atuação. Estas atacadistas distribuem o produto para varejistas locais que também exercem poder de monopólio nos seus locais de atuação. O exercício do poder de monopólio por parte das varejistas, das atacadistas e da fabricante, faz com que a quantidade total vendida neste mercado seja menor do que aquela que seria vendida em um mercado competitivo. A distorção, nesta literatura, refere-se à perda que determinada estrutura de mercado tem em relação ao mercado competitivo, pode ser medida pela razão entre a quantidade total vendida na estrutura não-competitiva e àquela que prevaleceria em um equilíbrio competitivo.

Spengler (1950) foi pioneiro na análise dos efeitos de uma Integração Vertical em um mercado que possui monopólios sucessivos. Segundo o autor, uma Integração Vertical em um mercado com essa estrutura tende a ser benéfica para os consumidores finais. Isso ocorre porque o fabricante monopolista vende seu produto por um preço maior do que o seu custo marginal de produção, ao passo que a firma atacadista maximiza seu lucro comprando por um preço menor do que o valor marginal do consumo do produto. Quando esta transação passa a ser internalizada dentro de uma das firmas, a quantidade que será distribuída do fabricante será aquela que igualará o custo marginal de produção com o valor marginal do consumo, ou seja, a quantidade distribuída passa a ser igual àquela que prevaleceria em um equilíbrio competitivo. Análise análoga pode ser feita para mostrar o que ocorre quando a firma atacadista integra-se a uma varejista local.

Este modelo simples nos sugere que um mercado formado apenas por uma firma verticalmente integrada com poder de monopólio nos setores de *downstream*

e *upstream* é mais eficiente do que um mercado verticalmente separado em que uma firma monopoliza o setor de *downstream* e outra monopoliza o setor de *upstream*. Contudo, em um mercado com essa estrutura, as duas críticas de Bain são pertinentes e devem ser levadas em consideração pelas Autoridades Antitruste.

Salop (1979) analisa também um modelo caracterizado por monopólios sucessivos. Entretanto, em seu modelo as firmas varejistas possuem monopólio apenas em uma região determinada pela relação entre o preço do produto final e o custo de viagem dos consumidores. Nesta estrutura, os efeitos em termos de bem estar dos consumidores de uma Integração Vertical são diferentes daqueles observados no modelo proposto por Spengler, o preço do produto final aumenta e a quantidade diminui. Este modelo enfraquece um dos principais argumentos favoráveis à Integração Vertical, aquele que se baseia no modelo de monopólios sucessivos de Spengler, pois, antes de concluirmos que as margens serão eliminadas após a internalização da transação devemos verificar os aspectos contratuais que determinam a estrutura do mercado.

2.2.5 Incerteza

Os incentivos para uma firma se tornar verticalmente integrada continuam existindo mesmo em uma estrutura de mercado competitiva. Blair e Kaserman (1978) formularam um modelo no qual os setores de *downstream* e *upstream* são competitivos e a demanda final é aleatória. As firmas varejistas deste segundo setor, avessas ao risco, tomam suas decisões antes da realização da demanda, e,

por isso, acabam vendendo menos do que venderiam caso o valor médio da demanda ocorresse com probabilidade igual a um. Caso uma empresa do setor de *upstream*, que não seja avessa ao risco, se integre a uma varejista, o lucro conjunto das duas firmas será maior do que antes e a quantidade vendida pela varejista integrada aumentará. Incentivos semelhantes podem surgir de incertezas no mercado de fatores ou em outros pontos da cadeia produtiva. Integrações verticais motivadas pela pelas flutuações de mercado são geralmente benéficas para o consumidor final.

Flutuações dos preços dos fatores ou do preço do bem final são exemplos de incertezas que podem levar uma firma verticalmente integrada a ser mais eficiente do que duas ou mais firmas separadas. Entretanto, Carlton (1979) propôs um modelo no qual cada consumidor final escolhe comprar de apenas uma varejista em cada período de tempo. A demanda agregada é aleatória, mas as decisões de produção são tomadas antes da realização da demanda. As varejistas também escolhem apenas um fabricante para comprar o produto manufaturado em cada período. O problema adicional deste modelo, é que, ao tentar atender os compradores, as empresas varejistas procuram as fabricantes que podem não ter produzido o suficiente para atender toda a demanda. Supondo que o produto em questão seja perecível, de tal forma que ele não possa ser transferido para o período seguinte, a incerteza neste mercado cria a possibilidade de racionamento. O autor mostra que existe um incentivo para que o varejista se torne integrado ao setor de *upstream* como forma de garantir seu abastecimento. Contudo, a Integração Vertical não é necessariamente benéfica, pois as empresas varejistas são menos eficientes do que as fabricantes na administração do risco. A

Integração Vertical aumenta os custos de produção e os preços, enquanto a quantidade vendida aos consumidores finais diminui.

A existência de alguns tipos de assimetrias de informação pode ser usada como justificativa pelas firmas que pretendem se integrar verticalmente. Nessa linha, Crocker (1983) mostrou, através de um modelo de agente-principal, que se o setor varejista possuir informações privilegiadas sobre a demanda final, as firmas fabricantes terão incentivos para se integrar ao setor varejista. A Integração Vertical por parte da fabricante surge como uma alternativa à escolha de um contrato entre uma firma varejista e a fabricante, através do qual a fabricante poderia adquirir as informações sobre a demanda. Porém, a fabricante teria um custo com esse contrato, o que tornaria este mercado ineficiente. Apesar do artigo do autor ser favorável às integrações verticais motivadas pelas assimetrias de informação, Riordan (1998) mostra que existem outros tipos de contratos não considerados por Crocker que podem tornar este mercado eficiente, tornando a Integração Vertical inócua.

Lafontaine e Slade (2007) demonstram que o grau de incerteza está intimamente ligado ao tamanho dos limites da empresa. Para tanto, os autores contrastam os incentivos de trabalhadores que recebem um salário fixo independente de seu desempenho, o que usualmente ocorre quando o trabalhador é ligado à empresa, com os incentivos de trabalhadores independentes cujo *payoff* é determinado pelo seu esforço. Basicamente, no primeiro caso, a firma tem um lucro variável e o trabalhador tem um *payoff* certo, enquanto no segundo caso, a firma tem um retorno certo e o trabalhador independente tem um *payoff* variável. A função de produção possui como entrada, além dos esforços das partes, uma

variável aleatória que capta a incerteza no processo produtivo. Neste modelo, o tamanho da firma é definido, principalmente, pelo grau de aversão ao risco das partes.

2.2.6 Custos de transação

Em seu clássico artigo “A natureza da firma”, Coase (1937) adota uma perspectiva de análise na qual as firmas e as estruturas de mercado não são vistas como entidades determinadas por questões tecnológicas, mas como alternativas de organizar transações. Nesta abordagem, a Integração Vertical é vista como uma entre outras opções de executar trocas entre diferentes etapas da cadeia produtivas. Dessa forma, uma firma escolhe entre se tornar verticalmente integrada ou comercializar com outras firmas com base nos custos de transação deste comércio. Os custos de transações são, grosso modo, definidos como custos relacionados ao estabelecimento e administração dos negócios entre as firmas inclusive aqueles custos associados ao comportamento oportunista e disputas futuras.

Segundo Klein, Crawford e Alchian (1978), e Williamson (1979) algumas relações de troca são marcadas pela existência de ativos específicos que tornam o comércio exclusivo entre um determinado comprador e um determinado vendedor mais lucrativo. Contudo, a presença destes ativos específicos pode fazer com que alguma das partes tenha incentivos para se comportar de maneira oportunista, e, com isso, possa obter parte da vantagem derivada do ativo

específico da outra firma. A firma que pretende investir nestes ativos específicos pode diminuir a probabilidade de ocorrência desse comportamento oportunista através da confecção de contratos que antecipem os eventuais problemas futuros. No entanto, o custo de confecção de um contrato capaz de impedir o oportunismo da outra parte pode ser muito elevado em algumas situações, nestes casos a Integração Vertical surge como uma alternativa preferível ao comércio contratual.

Riordan e Williamson (1985), através de um modelo no qual o grau de especificidade do ativo é uma variável de escolha dos compradores e dos vendedores, concluíram que a Integração Vertical tende a aumentar a quantidade comercializada. A eliminação de custos de transação é uma alegação frequente por parte das grandes empresas que se tornaram verticalmente integradas.

Lafontaine e Slade (2007) consideram uma definição mais ampla de custos de transação que abrange as relações das firmas com os seus empregados. As empresas realizam custosos treinamentos com seus empregados que podem, posteriormente, exigir maiores salários. Este exemplo mostra que os custos de transação não serão necessariamente mitigados caso a firma se torne verticalmente integrada. Segundo os autores, os problemas de comportamento oportunista ocorrem com mais frequência dentro dos limites da firma.

2.2.7 Resumo

Vários autores levantaram diferentes aspectos a respeito das motivações e dos efeitos das integrações verticais sobre os consumidores. As integrações verticais podem ser motivadas pela existência de contratos incompletos, de incertezas, de

custos de transação, pela possibilidade de que a empresa resultante da operação restrinja o acesso das demais firmas do *downstream* à fonte de insumo e pela existência de competição imperfeita. Em alguns casos, os efeitos da Integração Vertical são verificados com mais facilidade quando o motivo que levou a firma a se tornar verticalmente integrada é identificado, como no exemplo do fechamento de mercado.

Este capítulo não tem a pretensão de esgotar o assunto. Outros problemas associados ao processo de verticalização, como o aumento da probabilidade da ocorrência de ações coordenadas, por exemplo, não foram mencionados.

2.3 Modelo de Oligopólio Bilateral de Hedricks e McAfee

Como o modelo de Cournot, o modelo de Hendricks e McAfee é estático, o que o diferencia, por exemplo, de modelos de dois ou mais períodos que consideram investimento *ex ante* e comportamento oportunista *ex post*. Devido à natureza estática do modelo, questões relativas a barreiras a entrada não são consideradas. Não há incerteza, não é admitida a possibilidade da prática de preços não-lineares, diferenciados, nem outros arranjos contratuais.

O modelo dos autores, que será apresentado com detalhes no próximo capítulo, admite a possibilidade de que uma firma que detêm poder de monopólio no setor de *downstream* estenda seu poder para o setor de *upstream* ao se integrar com uma firma do *downstream*. Após a integração, a firma adquirida pode ter incentivos para aumentar sua demanda pelo bem intermediário até um ponto no qual o preço é maior do que seu valor marginal do consumo. Ainda que a firma

do *downstream* recém adquirida tenha prejuízo, o lucro da firma do *upstream* aumenta o suficiente para que o lucro conjunto da firma integrada se torne maior para que a firma adquirente possa aumentar seus lucros. Esta prática pode ser considerada como fechamento vertical, cujos efeitos negativos são significativos – em termos de aumento das margens preço/custo caso a firma adquirente seja uma grande vendedora líquida, pois, neste caso, o aumento de preço incidirá sobre uma base maior.

Uma implicação interessante do modelo dos autores, é que a Integração Vertical de uma firma que exerce poder de mercado no setor de *upstream* com outra firma que exerce poder de mercado no setor de *downstream* faz com que a quantidade trocada internamente seja maior do que a quantidade transacionada entre estas mesmas firmas antes da integração. Isso ocorre devido ao fato de que a quantidade trocada entre as firmas integradas é tal que o custo marginal da produtora é igual ao valor do consumo marginal da compradora, ou seja, a troca entre as firmas após a Integração Vertical torna-se eficiente.

Por um lado, a Integração Vertical tende reduzir as margens preço/custo devido à eliminação da margem entre a firma adquirida e a adquirente. Por outro lado, tende a aumentar devido ao aumento da margem da transação entre a firma adquirente e as outras firmas do mercado, caso a adquirente seja uma grande vendedora ou compradora líquida. O modelo de Hendricks e McAfee capta a mudança de incentivos pós-fusão de todas as firmas do mercado estudado e permite que o efeito líquido da integração em termos de variação de preço e quantidade produzida seja medido de forma objetiva.

3 ÍNDICE HIRSCHMAN-HERFINDAHL - MHI

O objetivo deste capítulo é apresentar o modelo desenvolvido por Hendricks e McAfee (2007) no qual o MHI se baseia. Este índice será aplicado na análise da aquisição da Agip pela BR. Sendo assim, apesar da generalidade da teoria, as compradoras do mercado intermediário serão chamadas de distribuidoras e as vendedoras de produtoras.

3.1 Modelo

Considere o mercado de um bem intermediário Q , formado por n firmas possivelmente verticalmente integradas. Seja $C(x_i, \gamma_i)$ a função custo de produção da firma i , onde x_i é a quantidade produzida e γ_i é a capacidade de produção.⁸

Supondo retornos constantes esta função pode ser reescrita da seguinte forma:

$$C(x_i, \gamma_i) = \gamma_i c(x_i / \gamma_i) \quad (1)$$

onde $c(\cdot)$ é uma função convexa e estritamente crescente. Seja $V(q_j, k_j)$ a função valor do consumo da firma distribuidora j gerado pelo consumo da quantidade q_j , dado uma capacidade de processamento fixa k_j .⁹ Supondo novamente retornos constantes esta função pode ser reescrita da seguinte forma:

⁸ Este parâmetro é igual a zero caso a firma i não opere no setor de *upstream*.

⁹ Este parâmetro é igual a zero caso a firma i não opere no setor de *downstream*.

$$V(q_i, k_i) = k_i v(q_i/k_i) = k_i [r(Q)(q_i/k_i) - w(q_i/k_i)] \quad (2)$$

onde $v(\cdot)$ é uma função côncava e estritamente crescente, $r(Q)$ é a função de demanda inversa do mercado de *downstream*, e $w(\cdot)$ é uma função convexa e estritamente crescente que representa os custos de distribuição.

Este modelo permite que as firmas do mercado de *upstream* e *downstream* se comportem de maneira estratégica e possam, assim, exercer poder de mercado. Cada firma relata ao mercado um par de capacidades $(\hat{\gamma}_i, \hat{k}_i)$. Se uma firma é apenas produtora, seu espaço de mensagem é restrito aos pares ordenados do tipo $(\hat{\gamma}_i, 0)$. Se uma firma apenas distribui, seu espaço de mensagem é restrito aos pares ordenados do tipo $(0, \hat{k}_i)$.

Uma firma apenas produtora, por exemplo, pode escolher relatar um par de capacidades $(\hat{\gamma}_j, 0)$ tal que $\hat{\gamma}_j < \gamma_j$. O efeito deste relato, como será visto, é equivalente àquele obtido pela apresentação de uma curva de custo marginal superestimada às outras firmas.

Dados os relatos dos agentes, o preço de mercado é aquele que iguala as curvas de custo marginal relatadas com as curvas de valor marginal do consumo relatadas:

$$c'(x_i / \hat{\gamma}_i) = p = r(Q) - w'(q_i / \hat{k}_i) \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$\text{com } \sum_{i=1}^n x_i = Q = \sum_{i=1}^n q_i$$

Das identidades acima, duas conclusões podem ser tiradas:

- A parcela de mercado da produtora i (σ_i) será igual à razão entre a capacidade de produção relatada pela firma i e o somatório das capacidades de produção relatadas. Basta observar que:

$$c'(x_i/\hat{\gamma}_i) = p \quad i=1,...,n \Rightarrow x_1/\hat{\gamma}_1 = \dots = x_n/\hat{\gamma}_n \Rightarrow \sigma_i = \frac{x_i}{Q} = \frac{\hat{\gamma}_i}{\Gamma} \quad (4)$$

onde $\Gamma = \sum_{i=1}^n \hat{\gamma}_i$;

- Analogamente a parcela de mercado da distribuidora i (s_i) será igual à razão entre a capacidade de distribuição relatada pela firma i e o somatório das capacidades de distribuição relatadas:

$$r(Q) - w'(q_i/\hat{k}_i) = p \quad i=1,...,n \Rightarrow q_1/\hat{k}_1 = \dots = q_n/\hat{k}_n \Rightarrow s_i = \frac{q_i}{Q} = \frac{\hat{k}_i}{K} \quad (5)$$

onde $K = \sum_{i=1}^n \hat{k}_i$. De (3), (4) e (5) temos que:

$$c'\left(\frac{Q}{\Gamma}\right) = p = r(Q) - w'\left(\frac{Q}{K}\right) \quad (6)$$

A oferta total de mercado do bem Q é definida implicitamente por $c'(Q/\Gamma) = p$. Derivando implicitamente esta função podemos encontrar a elasticidade de oferta das produtoras:

$$\begin{aligned} \frac{c''}{\Gamma} \frac{dQ}{dp} &= 1 \\ \frac{p}{Q} \frac{dQ}{dp} &= \frac{c'\Gamma}{c''Q} = \eta \end{aligned} \quad (7)$$

Seja p^* a margem de distribuição. A demanda total das distribuidoras pelo bem Q é definida implicitamente por $w'\left(\frac{Q}{K}\right) = r - p = p^*$. Derivando implicitamente esta função podemos encontrar a elasticidade de distribuição:

$$\begin{aligned}\frac{w''}{K} \frac{dQ}{dp^*} &= 1 \\ \frac{p'}{Q} \frac{dQ}{dp^*} &= \frac{w'K}{w''Q} = \beta\end{aligned}\tag{8}$$

Finalmente, a elasticidade de demanda do mercado de *downstream* é dada por:

$$-\frac{r}{Q} \frac{dQ}{dr} = -\frac{r}{Qr'} = \alpha\tag{9}$$

Seja θ a razão entre o preço do mercado de *upstream* p e o preço do mercado de *downstream* r . Por conveniência serão usadas as letras A,B e C definidas da seguinte forma:

$$A = \alpha^{-1}, B = (1 - \theta)\beta^{-1}, C = \theta\eta^{-1}$$

A diferença entre a margem da distribuidora i e o seu custo marginal de distribuição ponderada por s_i é igual a $(r - p - w'_i)s_i$, enquanto a diferença entre o preço recebido pela produtora i e o seu custo marginal de produção ponderada por σ_i é igual a $(p - c'_i)\sigma_i$. Sendo assim, um índice análogo ao HHI, capaz de medir a concentração do mercado do bem Q , possui o seguinte formato:

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{r} [(r - p - w'_i)s_i + (p - c'_i)\sigma_i]\tag{10}$$

Como o HHI, o MHI índice é positivamente relacionado à diferença entre o preço praticado e o preço que prevaleceria em um mercado competitivo. Para encontrar este índice, observe que o lucro da firma i é:

$$\pi_i = r(Q)q_i - k_i w(q_i/k_i) - \gamma_i c(x_i/\gamma_i) - p(q_i - x_i) \quad (11)$$

A firma i escolhe o par $(\hat{\gamma}_i, \hat{k}_i)$ que maximiza seu lucro, portanto, usaremos

(4), (5) e (6) para reescrever o lucro em função de $\hat{\gamma}_i$ e $\hat{k}_i$. Cada firma i resolve o seguinte problema:

$$\max_{\hat{k}_i, \hat{\gamma}_i} \pi_i = w'(Q/K) \frac{\hat{k}_i Q}{K} - k_i w\left(\frac{\hat{k}_i Q}{K \hat{k}_i}\right) + c'(Q/\Gamma) \frac{\hat{\gamma}_i Q}{\Gamma} - \gamma_i \left(\frac{\hat{\gamma}_i Q}{\Gamma \hat{\gamma}_i}\right) \quad (12)$$

Este problema gera, para cada firma, duas condições de primeira ordem que, após algumas manipulações, nos permite reescrever (10) em termos de elasticidades, preços e parcelas de mercado:¹⁰

$$MHI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{BC(s_i - \sigma_i)^2 + ABs_i^2(1 - \sigma_i) + AC\sigma_i^2(1 - s_i)}{A(1 - \sigma_i)(1 - s_i) + B(1 - \sigma_i) + C(1 - s_i)} \right) \quad (13)$$

Este índice, a exemplo do HHI, é inversamente relacionado com a quantidade comercializada.

Quando o setor de distribuição possuir um grande número de empresas pequenas, de tal forma que s_i seja igual a zero, e os custos marginais de distribuição forem constantes ($w'' = 0$), fazendo com que B seja igual a zero, o MHI poderá ser escrito da seguinte forma:

¹⁰ O apêndice contém uma demonstração detalhada da formula do MHI.

$$MHI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{AC\sigma_i^2}{A(1-\sigma_i) + C} \right) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\theta\sigma_i^2}{\eta(1-\sigma_i) + \theta\alpha} \right) \quad (14)$$

Note que, se elasticidade de oferta das produtoras for nula ($\eta = 0$) e a razão entre o preço do mercado de *upstream* e o preço do mercado de *downstream* for igual a um, o MHI se torna igual ao HHI:

$$MHI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sigma_i^2}{\alpha} \right) = HHI \quad (15)$$

No modelo de Cournot, o exercício do poder de mercado é restrito apenas pela elasticidade de demanda. Também por este motivo, o modelo de Oligopólio Bilateral, no qual o MHI se baseia, pode ser entendido como um modelo mais geral do que o modelo de Cournot, pois admite, por exemplo, que as firmas vendedoras levem em consideração que parte da diminuição de sua oferta será suprida pelas outras vendedoras, ou seja, as firmas levam em consideração a elasticidade de oferta.

O procedimento utilizado pelas autoridades de defesa da concorrência na análise de fusões horizontais se baseia na comparação entre o valor do HHI pré-fusão e pós-fusão. O mesmo procedimento será adotado em relação ao MHI na análise da aquisição da Agip pela BR.

Os Guias de Fusões sugerem que calculo do HHI pós-fusão seja feito com base na hipótese de que a parcela de mercado da nova firma é igual à soma das parcelas de mercado das firmas participantes da operação. Este procedimento é inconsistente com o modelo de Oligopólio Bilateral dos autores e com o modelo de Cournot, pois, caso as firmas não alterem sua produção, os preços também não mudam. Os autores observam que, nos casos em que o mercado não possui

grandes vendedores ou compradores líquidos, essa abordagem – chamada por eles de “naive” – fornece uma boa aproximação, entretanto, em determinados casos a distorção pode ser grande devido ao fato de que a simples soma das parcelas de mercado ignora as mudanças de incentivos de todos os participantes do mercado.

No modelo de Oligopólio Bilateral de Hendricks e McAfee, as firmas são diferenciadas apenas pela capacidade de produção e distribuição. Dados os n pares ordenados (γ_i, k_i) que caracterizam cada empresa, existe um equilíbrio único em termos de parcelas de mercado de produção e distribuição. Inversamente, dadas as parcelas de mercado de cada firma, que são as variáveis observáveis, é possível encontrar os n pares ordenados de capacidades consistentes com o modelo, que podem ser vistas como estimativas dessas capacidades. Feito isso, as capacidades de produção e distribuição de uma firma originada da fusão das firmas i e j podem ser, respectivamente, estimadas por $\gamma_i + \gamma_j$ e $k_i + k_j$. Finalmente, este novo conjunto de pares ordenados de capacidades é usado para que sejam feitas as estimativas das novas parcelas de mercado que serão usadas no cálculo do MHI pós-fusão¹¹.

No próximo capítulo, o MHI pré-fusão será comparado com o MHI pós-fusão “naive” e com o MHI pós-fusão, calculado com base nas estimativas das novas parcelas de mercado.

¹¹ Doravante o cálculo do MHI feito com base nas estimativas das novas parcelas de mercado será chamado apenas de MHI pós-fusão.

4 ANÁLISE DA AQUISIÇÃO DA AGIP PELA BR

Neste capítulo, o índice desenvolvido por Hendricks e McAfee (2007) é aplicado na análise da aquisição da Agip pela BR. Primeiramente, é feita uma breve descrição do mercado brasileiro de GLP e da operação analisada. Em seguida é feita a aplicação.

4.1 O Mercado Brasileiro de GLP

O GLP – também conhecido como gás de cozinha – é uma *commodity* produzida principalmente através de craqueamento do petróleo. Em condições atmosféricas normais – pressão de uma atmosfera e temperatura ambiente – este gás encontra-se em estado gasoso, mas, se torna liquefeito com um pequeno nível de compressão. Esta característica faz com que o transporte do GLP seja barato em relação ao gás natural – seu substituto mais próximo – pois não necessita de altos investimentos em gasodutos.

A comercialização de GLP no Brasil se dá, regularmente, através de três segmentos: produtor/importador, distribuidor e revendedor.¹² Em 2004, 73% do consumo interno de GLP era produzido no país. A Petrobrás foi responsável por 99,47% desta produção, enquanto algumas refinarias privadas ofertaram o restante.¹³ Além disso, a Petrobrás é a única compradora do produto importado.

¹² O distribuidor também fornece o GLP diretamente ao consumidor final.

¹³ Além da Petrobrás, este setor é formado pelas refinarias de Manguinhos, Ipiranga e as centrais petroquímicas Brasken, Copesul e PQU.

O transporte do GLP é feito a granel das produtoras/importadoras para as distribuidoras, que, por sua vez, armazenam e acondicionam o produto para o posterior atendimento da demanda, seja esta formada por consumidores finais ou revendedores. Em 2004, 20 distribuidoras eram autorizadas a atuar no mercado sem qualquer restrição quanto à área de operação. Contudo, as imposições relativas à localização das empresas distribuidoras impostas pelo extinto Conselho Nacional do Petróleo, vigentes nos anos 70 e 80, levaram essas empresas a consolidarem sua participação nestas áreas. Essa situação se manteve mesmo após a liberação em 1990. Essas localidades eram usualmente delimitadas pela área de alguns estados brasileiros. Por esse motivo, o mercado geográfico relevante que será considerado neste trabalho é o estadual.¹⁴

O setor de revenda de GLP é caracterizado pela presença de um grande número de estabelecimentos que possuem pequena escala de venda. O papel do revendedor no processo de comercialização de GLP restringe-se basicamente a receber o produto envasilhado da distribuidora e efetuar a venda ao consumidor final, seja em seu estabelecimento, ou através de entregas domiciliares.

4.2 A Operação

A Petrobrás Distribuidora S.A. (BR), uma subsidiária da Petrobrás, adquiriu as ações da Agip do Brasil S.A. em sua totalidade no dia 09 de agosto de 2004. A Petrobrás atua nos setores de produção, exploração, refino, importação,

¹⁴ Esse também é o mercado geográfico relevante considerado pelo parecer da SEAE que analisou a operação em questão.

distribuição, comércio e transporte de petróleo e derivados, de gás natural e de hidrocarbonetos fluidos. A BR concentrava suas atividades na comercialização e distribuição de derivados de petróleo e gás natural, enquanto a Agip, uma sociedade pertencente ao Grupo italiano ENI, exercia atividades nos setores de distribuição e comercialização de combustíveis derivados de petróleo e gás natural. Entre as atividades da Agip, podemos destacar o engarrafamento, o comércio e a distribuição de GLP.

Segundo a BR, a aquisição foi uma maneira de atender os objetivos fixados no Planejamento Estratégico da Petrobrás que visava, principalmente, o ingresso efetivo da BR na distribuição de GLP. Já o grupo italiano ENI alegou que pretendia abandonar o setor de *downstream* de gás e petróleo no Brasil.

Levando em conta que a BR é uma subsidiária da Petrobrás que, por sua vez, é a maior produtora de derivados de petróleo, inclusive GLP, a aquisição da Agip pela BR resulta em uma Integração Vertical no mercado de GLP. A BR e a Petrobrás não atuavam no segmento residencial de GLP (comércio de botijões) e possuíam uma parcela muito reduzida do segmento industrial (comércio a granel). Sendo assim, a concentração horizontal resultante da aquisição neste setor é irrelevante.

O faturamento da BR e do Grupo Nacional Petrobrás no Brasil em 2003 foi de 29.86 bilhões de reais e 86.28 bilhões de reais respectivamente, enquanto a Agip teve um faturamento de quase 6 bilhões de reais no mesmo ano. Portanto, trata-se de uma operação entre empresas de grande porte cujo impacto no tocante ao aumento de poder de mercado e aumento de eficiência podem ser significativos em termos de bem estar dos consumidores.

O voto do Conselheiro Relator do processo referente à operação em questão no Cade levou em consideração o aumento dos incentivos da Petrobrás quanto à adoção de práticas anticompetitivas verticais, em particular, práticas discriminatórias em relação aos concorrentes do setor de *downstream*. Entretanto, os Conselheiros aprovaram a operação e consideraram que a adoção de restrições de natureza comportamental não era necessária no tocante a Concentração vertical. A aprovação foi condicionada ao encaminhamento para a ANP por parte da Petrobrás dos preços de GLP, bem como bem como os contratos de fornecimento assinados entre ela e as distribuidoras à ANP.

4.3 Aplicação

Os dados referentes às parcelas de mercado das distribuidoras de GLP em cada estado, e os preços do mercado de *upstream* (preço do produtor) e do mercado de *downstream* (preço de distribuição) foram obtidos junto Superintendência de Abastecimento da ANP. Para calcular o MHI, usaremos os valores destes dois preços antes da incidência dos impostos, como feito por Hendricks e McAfee (2007).

Além desses dados, o cálculo do MHI necessita da elasticidade de oferta das produtoras, da elasticidade de distribuição e da elasticidade de demanda do mercado de *downstream*. A dificuldade de se obter boas estimativas das elasticidades de oferta das produtoras e da elasticidade de distribuição – por se basearem nas funções de custo das produtoras e das distribuidoras – é notória. Além disso, a pequena variação dos preços de distribuição, verificada em todas as

unidades da federação, torna uma estimativa da elasticidade de demanda do mercado de *downstream* pouco confiável. Dessa forma, o cálculo do MHI será feito com o uso de pontos igualmente espaçados dentro de intervalos baseados em informações qualitativas acerca do mercado em questão.

A demanda do mercado de *downstream* é formada por revendedoras e consumidores finais. O segmento residencial é responsável por cerca de 90% da demanda final de GLP em virtude da sua principal aplicação como gás para cocção de alimentos. Alguns estabelecimentos comerciais que consomem GLP possuem outros combustíveis, o gás natural, por exemplo, como substitutos próximos. Entretanto, os altos custos de instalação de gasodutos no segmento residencial fazem com que o impacto da concorrência de substitutos próximos seja irrelevante.

A ausência de substitutos para o GLP e a natureza do consumo residencial do GLP, acima descrita, são indícios de que a demanda final de GLP deve ser inelástica. Contudo, o fato de que a Petrobrás é praticamente a única vendedora de GLP no mercado de *upstream* é incompatível com a hipótese de que, no equilíbrio, a demanda dos consumidores finais é inelástica. A Petrobrás diminuiria a sua oferta se, em um determinado ponto, a demanda final fosse inelástica. Este argumento pode ser usado também para a demanda das distribuidoras e para a demanda do mercado de *downstream*. Portanto, existe um motivo teórico para que se faça a hipótese de que a elasticidade de distribuição e de demanda do mercado de *downstream* seja maior do que um.

Conforme informações prestadas por distribuidoras à SEAE – disponíveis no parecer que analisou a operação – os custos fixos são responsáveis por parte

preponderante dos custos de uma distribuidora de GLP, de tal forma que o custo variável de distribuição é relativamente pequeno. Assim, trabalharemos com um intervalo maior para a elasticidade de distribuição.

Apesar de a teoria afirmar que a firma monopolista nunca opera na parte inelástica da curva de demanda, por uma questão de robustez, os intervalos das elasticidades de demanda final e elasticidade de substituição abrangerão valores menores do que um. Serão usados os valores [0.5, 1, 1.5, 2, 2.5] e [0.75, 1.5, 2.25, 3, 3.75], respectivamente, para as elasticidades de demanda final e de substituição.

A capacidade de produção das refinarias da Petrobrás não se altera facilmente, pelo menos no curto prazo, e os custos dos terminais de importação são muito elevados, entretanto, existe a possibilidade de a Petrobrás ter capacidade ociosa suficiente para responder um aumento de preço, portanto, não será descartada a possibilidade de a produção ser elástica. Considerar-se-ão os valores [0.3, 0.8, 1.3, 1.8, 2.3] para a elasticidade de produção.

Primeiramente, é importante ressaltar que o valor do MHI tem de ser sempre menor do que um, como pode ser visto através de algumas manipulações da equação 10:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \frac{1}{r} [(r - p - w'_i) s_i + (p - c'_i) \sigma_i] &= \frac{1}{r} (r \sum_{i=1}^n s_i - p \sum_{i=1}^n s_i - \sum_{i=1}^n w'_i s_i + p \sum_{i=1}^n \sigma_i - \sum_{i=1}^n c'_i \sigma_i) \\ &= \frac{1}{r} [r - p - \sum_{i=1}^n w'_i s_i + p - \sum_{i=1}^n c'_i \sigma_i] = 1 - \frac{1}{r} (\sum_{i=1}^n w'_i s_i + \sum_{i=1}^n c'_i \sigma_i) \end{aligned}$$

Entretanto, muitas vezes, ao substituir os parâmetros na fórmula do MHI, encontramos valores maiores do que um. Isto ocorre porque o procedimento que

permitiu escrever a expressão 10 em termos de variáveis observáveis foi feito com base na hipótese de que os agentes resolvem a função objetivo 11, e alguns dos trios de elasticidades (α, β, η) não são compatíveis com esta hipótese, em especial os trios que apresentam α ou β menor do que zero.

Após a realização do cálculo do MHI em algumas unidades das federações, foram constatados três padrões de resultados:

- MHI pós-fusão sempre menor do que o MHI pré-fusão, indicando uma diminuição das margens preço/custo ponderadas da indústria,
- MHI pós-fusão sempre maior do que o MHI pré-fusão, indicando um aumento das margens preço/custo ponderadas da indústria, e
- MHI pós-fusão maior ou menor do que o MHI pré-fusão. Nestes casos, a relação entre o MHI pós-fusão e o MHI pré-fusão depende das elasticidades, e a diferença entre o MHI pós-fusão e o MHI pré-fusão, em geral, é pequena, o que torna a análise inconclusiva.

Serão apresentados, neste capítulo, um resumo dos resultados dos estados do Rio Grande do Sul, Bahia e São Paulo, pois eles se enquadram, respectivamente, no primeiro, no segundo e no terceiro caso. Antes, porém, para que seja feita a devida interpretação dos resultados, apresentar-se-á uma tabela com as parcelas de mercado das distribuidoras de GLP em cada um destes estados.

Tabela 1: Parcelas de Mercado das distribuidoras de GLP em Agosto de 2004

Distribuidoras do RS	%	Distribuidoras de SP	%	Distribuidoras da BA	%
Copagaz	5,78	Consigaz	4,29	Copagaz	0,27
Grupo NGB	10,36	Copagaz	11,26	Grupo NGB	23,46
Grupo SHV	30,39	Gasball	0,17	Grupo SHV	14,94
Grupo Ultragaz	11,50	Grupo NGB	10,40	Grupo Ultragaz	44,30
AGIP	40,93	Grupo SHV	10,88	AGIP	17,03
Petrobras		1,05	Grupo Ultragaz	41,12	
			AGIP	19,02	
			Maxi Chama	0,86	
			Nutrigas	0,13	
			Petrobras	0,31	
			Repsol	0,02	
			Servgas	1,53	

Fonte: Superintendência de Abastecimento da ANP

Em São Paulo e no Rio Grande Sul a operação representou, também, uma concentração horizontal. A tabela a seguir mostra o resultado do cálculo do HHI para estes estados.

Tabela 2: Cálculo do HHI para os Estado do RS e de SP

RS		SP	
HHI pré-fusão	HHI pós-fusão	HHI pré-fusão	HHI pós-fusão
2872,908	2958,861	2427,564	2439,356

Fonte: Elaboração própria.

Uma análise da concentração horizontal nestes estados baseada no HHI concluiria favoravelmente a operação, conforme o procedimento sugerido pelos Guias de fusão.¹⁵

Observe que a AGIP tinha uma parcela de mercado de aproximadamente 41% no Rio Grande do Sul, de 19% em São Paulo e de 17% na Bahia. Como mencionado anteriormente quanto maior for a posição líquida da vendedora maior será a base sobre a qual incidirá um determinado aumento de preço. Esses percentuais indicam, portanto, que o incentivo do Grupo Petrobrás para aumentar o preço do bem intermediário é maior na Bahia e menor no Rio Grande do Sul.

Ademais, em se tratando de uma monopolista, quanto maior for a parcela de mercado da firma adquirida, maior será a troca interna realizada de forma eficiente entre a firma adquirida e a firma adquirente, ou seja, maior será o efeito positivo da integração.

Tendo em mente estas idéias, pode-se esperar que quanto maior for a parcela de mercado da AGIP, maior será o ganho em termos da redução da dupla margem conseqüente da internalização das trocas entre as firmas participantes da integração, e menor será o incentivo do Grupo Petrobrás para aumentar o preço do bem intermediário. Sendo assim, pode-se esperar que a elevada parcela de mercado da AGIP no estado do Rio Grande do Sul faça com que o efeito líquido da operação seja positivo. Os resultados podem ser vistos no Apêndice 2, contudo a tabela 3 apresenta um resumo deste resultado:¹⁶

¹⁵ O parecer da SEAE concluiu que a o aumento da concentração horizontal foi ínfimo e analisou com mais atenção os possíveis efeitos negativos provenientes da concentração vertical.

¹⁶ Os resultados foram obtidos junto ao site <http://vita.mcafee.cc/Bin/Vertical/mhi.html>.

Tabela 3: Cálculo do MHI para o Estado do RS

α	β	η	MHI pré-fusão	MHI pós-fusão	MHI pós-fusão (naive) ¹⁷
1.5	1.5	0.3	94.32	77	81.04
1.5	1.5	0.8	93.66	77.47	80.82
1.5	1.5	1.3	93.32	77.7	80.71
1.5	1.5	1.8	93.12	77.83	80.64
1.5	1.5	2.3	92.99	77.91	80.6
2	0.75	0.3	103.77	69.51	78.24
2	1.5	0.3	77.61	60.37	64.36
2	2.25	0.3	68.59	56.8	59.63
2	3	0.3	64.02	55.03	57.25
2	3.75	0.3	61.25	53.98	55.81
0.5	2.25	0.8	218.60	206.80	209.63
1	2.25	0.8	118.4	106.91	109.57
1.5	2.25	0.8	84.96	73.64	76.2
2	2.25	0.8	68.21	57.01	59.51
2.5	2.25	0.8	58.16	47.04	49.49

Fonte: Elaboração própria

Observe que, independentemente do valor das elasticidades, o MHI pós-fusão é sempre menor do que o MHI pré-fusão. Portanto, podemos concluir que a operação diminuiu as margens preço/custo ponderadas da indústria.

A tabela 4 e 5 apresenta um resumo dos resultados para o estado da Bahia e de São Paulo:

¹⁷ A versão “naive” do MHI pós-fusão é obtida através da simples substituição da soma das parcelas de mercado das firmas participantes da operação na formula do MHI, enquanto o cálculo do MHI pós-fusão é feito através da estimação das parcelas de mercado pós-fusão. A versão “naive” ignora a mudança de incentivos das firmas, e, por isso, não capta um possível aumento de preços decorrente da prática de fechamento vertical.

Tabela 4: Cálculo do MHI para o Estado da BA

α	β	η	MHI pré-fusão	MHI pós-fusão	MHI pós-fusão (naive)
1.5	1.5	0.3	95.42	98.22	91.37
1.5	1.5	0.8	94.67	97.18	90.66
1.5	1.5	1.3	94.3	96.68	90.31
1.5	1.5	1.8	94.08	96.4	90.1
1.5	1.5	2.3	93.93	96.21	89.96
2	0.75	0.3	105.77	117.58	97.77
2	1.5	0.3	78.7	81.48	74.65
2	2.25	0.3	69.34	70.55	66.63
2	3	0.3	64.59	65.23	62.55
2	3.75	0.3	61.71	62.09	60.08
0.5	2.25	0.8	219.35	220.58	216.64
1	2.25	0.8	119.13	120.29	116.43
1.5	2.25	0.8	85.67	86.78	82.98
2	2.25	0.8	68.92	70	66.23
2.5	2.25	0.8	58.86	61.74	56.17

Fonte: Elaboração própria

Tabela 5: Cálculo do MHI para o Estado de São Paulo

α	β	η	MHI pré-fusão	MHI pós-fusão	MHI pós-fusão (naive)
1.5	1.5	0.3	93.37	94.08	88.74
1.5	1.5	0.8	92.81	93.42	88.24
1.5	1.5	1.3	92.53	93.1	87.99
1.5	1.5	1.8	92.36	92.92	87.84
1.5	1.5	2.3	92.25	92.8	87.73
2	0.75	0.3	102.11	108.32	92.98
2	1.5	0.3	76.66	77.36	72.04
2	2.25	0.3	67.93	67.82	64.83
2	3	0.3	63.34	63	61.18
2	3.75	0.3	60.84	60.45	58.97
2.5	2.25	0.8	57.57	57.42	54.51
0.5	2.25	0.8	217.93	217.84	214.83
1	2.25	0.8	117.77	117.66	114.69
1.5	2.25	0.8	84.34	84.21	81.27
2	2.25	0.8	67.61	67.47	64.55

Fonte: Elaboração própria

O MHI pós-fusão para a Bahia é sempre maior do que o MHI pré-fusão, indicando um aumento das margens preço/custo ponderado da indústria,

enquanto o MHI pós-fusão para São Paulo pode ser maior ou menor do que o MHI pré-fusão, dependendo do trio de elasticidades considerado. Além disso, a diferença entre o MHI pós-fusão e o MHI pré-fusão é pequena. Novamente, os resultados podem ser explicados pela posição líquida do Grupo Petrobrás, já que a AGIP possui uma parcela de mercado menor na Bahia do que em São Paulo.

Adicionalmente, observe que em todos os estados o MHI pós-fusão “naive” é sempre menor do que o MHI pré-fusão. Isso ocorre porque a versão “naive” não leva em consideração a mudança de incentivos das firmas do mercado, em especial, a mudança de incentivos das firmas fusionadas, e, por isso, apenas os aspectos positivos da Integração Vertical são considerados.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi feita uma revisão da literatura sobre integrações verticais, bem como a apresentação do modelo de Oligopólio Bilateral de Hendricks e McAfee. Pôde-se perceber que o modelo dos autores considera dois aspectos importantes da teoria de Integração Vertical: a eliminação da dupla margem conseqüente da internalização das trocas entre as firmas participantes da integração, e a possibilidade de fechamento de mercado resultante da mudança de incentivos pós-fusão. Diferentemente do HHI, o MHI pode ser aplicado na análise de Atos de Concentração Vertical, e permite que os efeitos desses atos sejam avaliados de maneira objetiva.

Posteriormente, foi feita a aplicação do MHI na análise da aquisição da Agip pela BR, com o objetivo de verificar seus efeitos em termos da variação do somatório da margem preço/custo da cada firma ponderada pela parcela de mercado da respectiva firma. A aplicação foi feita no Rio Grande do Sul, na Bahia e em São Paulo, pois estes estados apresentam os três tipos de resultados possíveis. Verificou-se que:

- o MHI pós-fusão é sempre menor do que o MHI pré-fusão no estado do Rio Grande do Sul, indicando que a operação reduziu as margens preço/custo ponderadas da indústria neste estado,
- o MHI pós-fusão é sempre maior do que o MHI pré-fusão na Bahia, indicando que a operação aumentou as margens preço/custo ponderadas da indústria neste estado, e

- o MHI pós-fusão é maior ou menor do que o MHI pré-fusão em São Paulo.

Neste caso, a análise é inconclusiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bain, J. (1956), "Barriers to new competition, their character and consequences in manufacturing industries", *Harvard University series on competition in American Industry*, No. 3: pp. 329.

Blair, R. D., Kaserman, D. L. (1978) "Uncertainty and the Incentive for Vertical Integration", *Southern Economic Journal*, Vol. 45, No. 1: pp. 266-272.

Carlton, D. W. (1979), "Vertical Integration in Competitive Markets Under Uncertainty", *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 27, No. 3: pp. 189-209.

Coase, R. H. (1937), "The Nature of the Firm," *Economica*, No. 4: pp. 386-405.

Crocker, K. J. (1983), "Vertical Integration and the Strategic Use of Private Information", *Bell Journal of Economics*, No.14: pp. 236-248.

DOJ (1987), *Horizontal Merger Guidelines*.

DOJ (1984), *Non-Horizontal Merger Guidelines*.

Gans, J. (2006), "Concentration-Based Merger Tests and Vertical Market Structure", University of Melbourne, 2006.

Hart, O., Moore, J. (2007), "Incomplete Contracts and Ownership: Some New Thoughts." *American Economic Review*, Vol. 97, N.2, pp.182-186.

Hart, O., Tirole, J. (1990), "Vertical Integration and Market Foreclosure," *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics*, pp. 205-276.

Hay, G. (1973), "An economic analysis of vertical integration", *Industrial Organization Review*, Vol.1: pp.188-198.

Hendricks, K., McAfee, P. (2007), "A Theory of Bilateral Oligopoly"

Klein, Crawford, Alchian, (1978), "Vertical Integration, Appropriable Rents and the Competitive Contracting Process," *Journal of Law and Economics*, No. 21: pp.297-326.

Lafontaine, F., Slade, M. (2007), "Vertical Integration and Firm Boundaries: The Evidence", *Journal of economic literature*, Vol. 45, Issue 3, September 2007, pp. 629-685.

Maddigan, R. J. (1981), "The Measurement of Vertical Integration", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 63, No. 3: pp. 328-335.

Mallela, P., Nahata, B. (1980), "Theory of vertical control with variable proportions", *Journal of Political Economy*, Vol. 88: pp.1009-1025.

McKenzie, L. W. (1951), "Ideal output and the interdependence of firms", *Economic Journal*, Vol.61: pp.785-830.

Mueller, D. (2004), "Efficiency versus Market Power through Mergers" in Neumann & Weigand, *The International Handbook of Competition*, Cheltenham: Edward Elgar pp. 65-87.

Perry, M. K. (1978), "Related market conditions and interindustrial mergers: comment", *The American Economic review*, Vol. 68, N.1: pp. 221-224.

Perry, M. K. (1989), "Vertical Integration: Determinants and Effects." *Handbook of Industrial Organization*, Vol. I, Organizadores: Schmalensee R., Willing, R., Amsterdam: North-Holland: pp 183-250.

Rey, P., Tirole, J. (1986), "The Logic of Vertical Constraints", *American Economic Review*, Vol.76, N.5, December 1986, pp. 921-939.

Rey, P., Tirole, J. (2003), "A Primer on Foreclosure", *Handbook of Industrial Organization*, Vol.III, North Holland: Amsterdam.

Riordan, M., Williamson, O. (1985), "Asset Specificity and Economic Organization," *International Journal of Industrial Organization*, No. 3: pp. 365-78.

Riordan, M. H. (1998), "Anticompetitive Vertical Integration by a Dominant Firm " *The American Economic Review*, Vol. 88, No. 5: pp. 1232-1248.

Salinger, M. A. (1988), "Vertical Mergers and Market Foreclosure" *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 103, No. 2: pp. 345-356.

Salop, S. C. (1979), "Strategic Entry Deterrence", *The American Economic Review*, Vol 69, No.2: pp335-338.

Schmalensee, R. (1973), "A note on the theory of vertical integration". *Journal of Political Economy*, V.81: pp. 442-449.

Spengler, J. (1950), "Vertical Integration and Antitrust Policy" *The Journal of Political Economy*, Vol. 58, No. 4: pp. 347-352.

Stigler, G. J. (1951), "The division of labor is limited by the extent of the market". *Journal of Political Economy*, Vol.59: pp. 185-193.

Westfield, F. M. (1981), "Vertical integration: does product price rise or fall?", *The American Economic Review*, V.71, N.3: pp.334-346.

Williamson, O.E. (1979), "Transaction cost economics: the governance of contractual relations", *The Journal of Law and Economics*, Vol. 22 No.2, pp.233-61.

APÊNDICE A

Demonstração da formula do MHI

Na demonstração abaixo usaremos a seguinte notação:

$$w'_i = w\left(\frac{\hat{k}_i Q}{K k_i}\right), \quad w' = w'(Q/K), \quad c'_i = \gamma_i \left(\frac{\hat{\gamma}_i Q}{\Gamma \gamma_i}\right) \text{ e } c' = c'(Q/\Gamma)$$

Como dito no capítulo 3, para reescrever o lucro em função de $\hat{\gamma}_i$ e $\hat{k}_i$ usamos

(4), (5) e (6):

$$\begin{aligned} \pi_i &= r(Q)q_i - k_i w(q_i/k_i) - \gamma_i c(x_i/\gamma_i) - p(q_i - x_i) \\ &= (r(Q) - p)q_i - k_i w(q_i/k_i) + p x_i - \gamma_i c(x_i/\gamma_i) \\ &= w'(Q/K)q_i - k_i w(q_i/k_i) + c'(Q/\Gamma)x_i - \gamma_i c(x_i/\gamma_i) \\ &= w'(Q/K)\frac{\hat{k}_i Q}{K} - k_i w\left(\frac{\hat{k}_i Q}{K k_i}\right) + c'(Q/\Gamma)\frac{\hat{\gamma}_i Q}{\Gamma} - \gamma_i \left(\frac{\hat{\gamma}_i Q}{\Gamma \gamma_i}\right) \end{aligned}$$

De (6) temos que o equilíbrio de mercado é dado por:

$$r(Q) - w'(Q/K) - c'(Q/\Gamma) = 0$$

Esta identidade fornece outras duas identidades que serão úteis. A primeira pode ser obtida através da derivação implícita de Q em relação a K :

$$\begin{aligned} r' \frac{dQ}{dK} - \frac{w''}{K} \frac{dQ}{dK} + \frac{w'' Q}{K^2} - \frac{c''}{\Gamma} \frac{dQ}{dK} &= 0 \\ \frac{dQ}{dK} &= \frac{-w'' Q / K^2}{r' - w'' / K - c'' / \Gamma} \end{aligned}$$

Multiplicando os dois lados por $\frac{K}{Q}$ e usando (6), (7), (8) e (9):

$$\begin{aligned}\frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} &= \frac{K}{Q} \frac{-w''Q/K^2}{r'-w''/K-c''/\Gamma} = \frac{-w''/K}{r'-w''/K-c''/\Gamma} = \frac{Q(-w''w')/(Kw')}{Q(rr')/r - Q(w''w')/(Kw') - Q(c''c')/(\Gamma c')} \\ &= \frac{w'\beta^{-1}}{r\alpha^{-1} + w'\beta^{-1} + c'\eta^{-1}} = \frac{(r-p)\beta^{-1}}{r\alpha^{-1} + (r-p)\beta^{-1} + p\eta^{-1}} = \frac{B}{A+B+C}\end{aligned}$$

A partir da equação do equilíbrio de mercado obtemos a outra identidade através da derivação implícita de Q em relação a Γ :

$$\begin{aligned}r' \frac{dQ}{d\Gamma} - \frac{w''}{K} \frac{dQ}{d\Gamma} - \frac{c''}{\Gamma} \frac{dQ}{d\Gamma} + \frac{c''Q}{\Gamma^2} &= 0 \\ \frac{dQ}{d\Gamma} &= \frac{-c''Q/\Gamma^2}{r'-w''/K-c''/\Gamma}\end{aligned}$$

Multiplicando os dois lados por $\frac{\Gamma}{Q}$ e usando (6), (7), (8) e (9):

$$\begin{aligned}\frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} &= \frac{\Gamma}{Q} \frac{-c''Q/\Gamma^2}{r'-w''/K-c''/\Gamma} = \frac{-c''/\Gamma}{r'-w''/K-c''/\Gamma} = \frac{Q(-c''c')/(\Gamma c')}{Q(r'r)/r - Q(w''w')/(Kw') - Q(c''c')/(\Gamma c')} \\ &= \frac{c'\eta^{-1}}{r\alpha^{-1} + w'\beta^{-1}c'\eta^{-1}} = \frac{p\eta^{-1}}{r\alpha^{-1} - (r-p)\beta^{-1} - p\eta^{-1}} = \frac{C}{A+B+C}\end{aligned}$$

Resolvendo (12) para $\hat{k}_i$ temos:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \pi_i}{\partial \hat{k}_i} &= w'_i \frac{Q}{K} + w'_i \frac{\hat{k}_i}{K} \frac{dQ}{dK} - w'_i \frac{Q}{K} \frac{\hat{k}_i}{K} - w''_i \frac{\hat{k}_i}{K} \frac{Q^2}{K^2} + w''_i \frac{dQ}{dK} \frac{\hat{k}_i}{K} \frac{Q}{K} - w'_i \frac{Q}{K} \\ &\quad - w'_i \frac{dQ}{dK} \frac{\hat{k}_i}{K} + w'_i \frac{Q}{K} \frac{\hat{k}_i}{K} + c'_i \frac{\hat{\gamma}_i}{\Gamma} \frac{dQ}{dK} + c'_i \frac{\hat{\gamma}_i}{\Gamma} \frac{Q}{\Gamma} - c'_i \frac{\hat{\gamma}_i}{\Gamma} \frac{dQ}{dK} = 0\end{aligned}$$

Multiplicando esta identidade por $\frac{K}{Q}$ e usando (4), (5) e (6):

$$\begin{aligned}
\frac{K}{Q} \frac{\partial \pi_i}{\partial \hat{k}_i} &= (w - w_i)(1 - s_i + s_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK}) - w'' s_i \frac{Q}{K} + (c' - c'_i) \sigma_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} + (w'' s_i \frac{Q}{K} + c'' \sigma_i \frac{Q}{\Gamma}) \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} = 0 \\
&= (w - w_i)(1 - s_i + s_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK}) + (c' - c'_i) \sigma_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} - \frac{w'}{w'} w'' s_i \frac{Q}{K} + (\frac{w'}{w'} w'' s_i \frac{Q}{K} + \frac{c'}{c'} c'' \sigma_i \frac{Q}{\Gamma}) \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} \\
&= (w - w_i)(1 - s_i + s_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK}) + (c' - c'_i) \sigma_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} - w' s_i \beta^{-1} + (w' s_i \beta^{-1} + c' \sigma_i \eta^{-1}) \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} \\
&= (w - w_i)(1 - s_i + s_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK}) + (c' - c'_i) \sigma_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} - (r - p) s_i \beta^{-1} + ((r - p) s_i \beta^{-1} + p \sigma_i \eta^{-1}) \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} \\
&= (w - w_i)(1 - s_i + s_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK}) + (c' - c'_i) \sigma_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} - r \left(B s_i - (B s_i + C \sigma_i) \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} \right) \\
&= (w - w_i)(1 - s_i + s_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK}) + (c' - c'_i) \sigma_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} - r \left(B s_i \left(1 - \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} \right) - C \sigma_i \frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} \right)
\end{aligned}$$

Lembrando que $\frac{K}{Q} \frac{dQ}{dK} = \frac{B}{A + B + C}$, temos:

$$0 = (w - w_i)(1 - s_i + s_i \frac{B}{A + B + C}) + (c' - c'_i) \sigma_i \frac{B}{A + B + C} - r \left(B s_i \left(1 - \frac{B}{A + B + C} \right) - C \sigma_i \frac{B}{A + B + C} \right)$$

$$\begin{aligned}
0 &= (w - w_i) \frac{1}{A + B + C} (A + B + C - A s_i - B s_i - C s_i + B s_i) \\
&+ (c' - c'_i) \sigma_i \frac{B}{A + B + C} - r (B s_i (A + B + C - B) - C B \sigma_i) \frac{1}{A + B + C}
\end{aligned}$$

$$(w' - w'_i)(A + B + C - s_i(A + C)) + B(c' - c'_i) \sigma_i = r(B s_i(A + C) - C B \sigma_i)$$

Resolvendo (12) para $\hat{\gamma}_i$ temos:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \pi_i}{\partial \hat{\gamma}_i} &= w' \frac{\hat{k}_i}{K} \frac{dQ}{d\Gamma} + w'' \frac{\hat{k}_i}{K} \frac{Q}{K} \frac{dQ}{d\Gamma} - w'_i \frac{dQ}{d\Gamma} \frac{\hat{k}_i}{K} + c' \frac{Q}{\Gamma} + c' \frac{\hat{\gamma}_i}{\Gamma} \frac{dQ}{d\Gamma} - c'_i \frac{\hat{\gamma}_i}{\Gamma} \frac{Q}{\Gamma} \\
&+ c'' \frac{\hat{\gamma}_i}{\Gamma} \frac{Q}{\Gamma} \frac{dQ}{d\Gamma} - c'' \frac{\hat{\gamma}_i}{\Gamma} \frac{Q^2}{\Gamma^2} - c'_i \frac{Q}{\Gamma} - c'_i \frac{\hat{\gamma}_i}{\Gamma} \frac{dQ}{d\Gamma} + c'_i \frac{\hat{\gamma}_i}{\Gamma} \frac{Q}{\Gamma} = 0
\end{aligned}$$

Multiplicando esta identidade por $\frac{\Gamma}{Q}$ e usando (4), (5) e (6):

$$\begin{aligned}
\frac{\Gamma}{Q} \frac{\partial \pi_i}{\partial \hat{\gamma}_i} &= (w' - w'_i) s_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} + (c' - c'_i)(1 - \sigma_i + \sigma_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma}) - c'' \sigma_i \frac{Q}{\Gamma} + (c'' \sigma_i \frac{Q}{\Gamma} + w'' s_i \frac{Q}{K}) \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} = 0 \\
&= (w' - w'_i) s_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} + (c' - c'_i)(1 - \sigma_i + \sigma_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma}) - \frac{c'}{c'} c'' \sigma_i \frac{Q}{\Gamma} + (\frac{c'}{c'} c'' \sigma_i \frac{Q}{\Gamma} + \frac{w'}{w'} w'' s_i \frac{Q}{K}) \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} \\
&= (w' - w'_i) s_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} + (c' - c'_i)(1 - \sigma_i + \sigma_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma}) - c' \eta^{-1} \sigma_i + (c' \eta^{-1} \sigma_i + w' \beta^{-1} s_i) \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} \\
&= (w' - w'_i) s_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} + (c' - c'_i)(1 - \sigma_i + \sigma_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma}) - p \eta^{-1} \sigma_i + (p \eta^{-1} \sigma_i + (r - p) \beta^{-1} s_i) \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} \\
&= (w' - w'_i) s_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} + (c' - c'_i)(1 - \sigma_i + \sigma_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma}) - r \left(C \sigma_i - (C \sigma_i + B s_i) \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} \right) \\
&= (w' - w'_i) s_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} + (c' - c'_i)(1 - \sigma_i + \sigma_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma}) - r \left(C \sigma_i \left(1 - \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} \right) - B s_i \frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} \right)
\end{aligned}$$

Lembrando que $\frac{\Gamma}{Q} \frac{dQ}{d\Gamma} = \frac{C}{A + B + C}$, temos:

$$0 = (w' - w'_i) s_i \frac{C}{A + B + C} + (c' - c'_i)(1 - \sigma_i + \sigma_i \frac{C}{A + B + C}) - r \left(C \sigma_i \left(1 - \frac{C}{A + B + C} \right) - B s_i \frac{C}{A + B + C} \right)$$

$$\begin{aligned}
0 &= (c' - c'_i) \frac{1}{A + B + C} (A + B + C - (A \sigma_i + B \sigma_i + C \sigma_i) + C \sigma_i) \\
&+ (w' - w'_i) s_i \frac{C}{A + B + C} - r (C \sigma_i (A + B + C - C) - B C s_i) \frac{1}{A + B + C}
\end{aligned}$$

$$(c' - c'_i)(A + B + C - \sigma_i(A + B)) + C(w' - w'_i) s_i = r(C \sigma_i(A + B) - B C s_i)$$

As equações resultantes podem ser expressas por meio de matrizes:

$$\begin{bmatrix} A + B + C - s_i(A + C) & B \sigma_i \\ C s_i & A + B + C - \sigma_i(A + B) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} (w' - w'_i) / r \\ (c' - c'_i) / r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B s_i(A + C) - C B \sigma_i \\ C \sigma_i(A + B) - B C s_i \end{bmatrix}$$

O determinante da primeira matriz é dado por:

$$\begin{aligned}
DET &= [A + B + C - s_i(A + C)][A + B + C - \sigma_i(A + B)] - BC\sigma_i s_i = \\
&= (A + B + C)[(A + B + C)(1 - \sigma_i)(1 - s_i) + Bs_i(1 - \sigma_i) + C(1 - s_i)\sigma_i] \\
&= (A + B + C)[A(1 - \sigma_i)(1 - s_i) + B(1 - \sigma_i) + C(1 - s_i)]
\end{aligned}$$

Note que:

$$\begin{bmatrix} A + B + C - s_i(A + C) & B\sigma_i \\ Cs_i & A + B + C - \sigma_i(A + B) \end{bmatrix}^{-1} = \frac{1}{DET} \begin{bmatrix} A + B + C - \sigma_i(A + B) & -B\sigma_i \\ -Cs_i & A + B + C - s_i(A + C) \end{bmatrix}$$

Então:

$$\begin{aligned}
\begin{bmatrix} (w' - w'_i) / r \\ (c' - c'_i) / r \end{bmatrix} &= \frac{1}{DET} \begin{bmatrix} A + B + C - \sigma_i(A + B) & -B\sigma_i \\ -Cs_i & A + B + C - s_i(A + C) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Bs_i(A + C) - CB\sigma_i \\ C\sigma_i(A + B) - BCs_i \end{bmatrix} = \\
&= \frac{1}{DET} \begin{bmatrix} (A + B + C - \sigma_i(A + B))(Bs_i(A + C) - CB\sigma_i) - B\sigma_i(C\sigma_i(A + B) - BCs_i) \\ -Cs_i(Bs_i(A + C) - CB\sigma_i) + (A + B + C - s_i(A + C))(C\sigma_i(A + B) - BCs_i) \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

A primeira entrada desta matriz pode ser reescrita de maneira mais simples:

$$\begin{aligned}
&(A + B + C - A\sigma_i - B\sigma_i)(ABs_i + BCs_i - CB\sigma_i) - B\sigma_i(AC\sigma_i + BC\sigma_i - BCs_i) \\
&= A^2Bs_i + ABCs_i - ABC\sigma_i + AB^2s_i + B^2Cs_i - B^2C\sigma_i + ABCs_i + BC^2s_i - BC^2\sigma_i - A^2Bs_i\sigma_i \\
&\quad - ABCs_i\sigma_i + ABC\sigma_i^2 - AB^2s_i\sigma_i - B^2Cs_i\sigma_i + B^2C\sigma_i^2 - ABC\sigma_i^2 - B^2C\sigma_i^2 + B^2C\sigma_i s_i \\
&= A^2Bs_i + ABCs_i - ABC\sigma_i + AB^2s_i + B^2Cs_i - B^2C\sigma_i + ABCs_i \\
&\quad + BC^2s_i - BC^2\sigma_i - A^2Bs_i\sigma_i - ABCs_i\sigma_i - AB^2s_i\sigma_i \\
&= Bs_i(A^2 + AC + AB + BC + AC + C^2) - \sigma_i(ABC + B^2C + BC^2) - s_i\sigma_i(A^2B + ABC + AB^2) \\
&= (A + B + C)[Bs_i(A + C) - BC\sigma_i - ABs_i\sigma_i] \\
&= (A + B + C)[ABs_i + BCs_i - BC\sigma_i - ABs_i\sigma_i] \\
&= (A + B + C)B[C(s_i - \sigma_i) + As_i(1 - \sigma_i)]
\end{aligned}$$

Analogamente a segunda entrada pode ser reescrita da seguinte maneira:

$$\begin{aligned}
& -Cs_i(ABs_i + BCs_i - CB\sigma_i) + (A + B + C - As_i - Cs_i)(AC\sigma_i + BC\sigma_i - BCs_i) = \\
& = -ABCs_i^2 - BCs_i^2 + BC^2s_i\sigma_i + A^2C\sigma_i + ABC\sigma_i - ABCs_i + ABC\sigma_i + B^2C\sigma_i - B^2Cs_i + AC^2\sigma_i \\
& + BC^2\sigma_i - BC^2s_i - A^2C\sigma_i s_i - ABC\sigma_i s_i + ABCs_i^2 - AC^2\sigma_i s_i - BC^2\sigma_i s_i + BC^2s_i^2 \\
& = A^2C\sigma_i + ABC\sigma_i - ABCs_i + ABC\sigma_i + B^2C\sigma_i - B^2Cs_i + AC^2\sigma_i \\
& + BC^2\sigma_i - BC^2s_i - A^2C\sigma_i s_i - ABC\sigma_i s_i - AC^2\sigma_i s_i = \\
& = C\sigma_i(A^2 + AB + AB + B^2AC + BC) - s_i(ABC + B^2C + BC^2) - \sigma_i s_i(A^2C + ABC + AC^2) \\
& = (A + B + C)[C\sigma_i(A + B) - BCs_i - AC\sigma_i s_i] \\
& = (A + B + C)[AC\sigma_i + BC\sigma_i - BCs_i - AC\sigma_i s_i] \\
& = (A + B + C)C[B(\sigma_i - s_i) + A\sigma_i(1 - s_i)]
\end{aligned}$$

Concluimos que:

$$\left[\frac{(w' - w'_i)/r}{(c' - c'_i)/r} \right] = \frac{A + B + C}{DET} \left[\frac{B[C(s_i - \sigma_i) + As_i(1 - \sigma_i)]}{C[B(\sigma_i - s_i) + A\sigma_i(1 - s_i)]} \right]$$

Usaremos as duas igualdades acima para encontrar o índice procurado:

$$\begin{aligned}
MHI &= \sum_{i=1}^n \left(\frac{(r(Q) - p - w'_i)s_i + (p - c'_i)\sigma_i}{r} \right) \\
&= \sum_{i=1}^n \left(\frac{(w'_i - w'_i)s_i + (c'_i - c'_i)\sigma_i}{r} \right) \\
&= \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{A+B+C}{DET} \right) (s_i B[C(s_i - \sigma_i) + A s_i(1 - \sigma_i)] + \sigma_i C[B(\sigma_i - s_i) + A \sigma_i(1 - s_i)]) \right] \\
&= \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{A+B+C}{DET} \right) (BC s_i(s_i - \sigma_i) + AB s_i^2(1 - \sigma_i) + BC \sigma_i(\sigma_i - s_i) + AC \sigma_i^2(1 - s_i)) \right] \\
&= \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{1}{A(1 - \sigma_i)(1 - s_i) + B(1 - \sigma_i) + C(1 - s_i)} \right) (BC(s_i - \sigma_i)^2 + AB s_i^2(1 - \sigma_i) + AC \sigma_i^2(1 - s_i)) \right] \\
MHI &= \sum_{i=1}^n \left(\frac{BC(s_i - \sigma_i)^2 + AB s_i^2(1 - \sigma_i) + AC \sigma_i^2(1 - s_i)}{A(1 - \sigma_i)(1 - s_i) + B(1 - \sigma_i) + C(1 - s_i)} \right)
\end{aligned}$$

Exemplo

As características do equilíbrio do modelo acima descrito podem ser ilustradas usando-se usar formas funcionais específicas para $C(x_i, \gamma_i)$ e $V(q_i, k_i)$.

Funções de elasticidade constante são muito úteis para esse propósito:

$$\begin{aligned}
C(x_i, \gamma_i) &= \gamma_i c(x_i / \gamma_i) = \gamma_i \left(\frac{\eta}{\eta + 1} \right) (x_i / \gamma_i)^{\frac{\eta+1}{\eta}} \\
V(q_i, k_i) &= k_i v(q_i / k_i) = k_i \left[r(Q)(q_i / k_i) - \left(\frac{\beta}{\beta + 1} \right) (q_i / k_i)^{\frac{\beta+1}{\beta}} \right]
\end{aligned}$$

Como dito acima, preço de mercado é aquele que iguala as curvas de custo marginal relatadas com as curvas de valor marginal do consumo relatadas:

$$(x_i / \hat{\gamma}_i)^{\frac{1}{\eta}} = p = r - (q_i / \hat{k}_i)^{\frac{1}{\beta}} \quad i = 1, \dots, n$$

$$\text{com } \sum_{i=1}^n x_i = Q = \sum_{i=1}^n q_i$$

Essas equações, pelos motivos supracitados, fornecem as funções de demanda das distribuidoras e oferta dos produtores:

$$\left(\frac{Q}{\Gamma}\right)^{\frac{1}{\eta}} = p = r - \left(\frac{Q}{K}\right)^{\frac{1}{\beta}}$$

APÊNDICE B

Tabela 6: Cálculo do MHI para o Estado do RS					
α	β	η	MHI pré-fusão	MHI pós-fusão	MHI pós-fusão (naive)
0.5	0.75	0.3	254.74	217.47	228.56
0.5	0.75	0.8	253.8	219.44	228.25
0.5	0.75	1.3	253.46	220.06	228.14
0.5	0.75	1.8	253.29	220.37	228.08
0.5	0.75	2.3	253.18	220.55	228.04
0.5	1.5	0.3	227.9	210.15	214.45
0.5	1.5	0.8	227.62	210.36	214.36
0.5	1.5	1.3	227.52	210.44	214.33
0.5	1.5	1.8	227.46	210.48	214.31
0.5	1.5	2.3	227.49	210.50	214.3
0.5	2.25	0.3	218.73	206.73	209.68
0.5	2.25	0.8	218.60	206.80	209.63
0.5	2.25	1.3	218.55	206.83	209.62
0.5	2.25	1.8	218.52	206.84	209.61
0.5	2.25	2.3	218.51	206.85	209.6
0.5	3	0.3	214.01	204.99	207.27
0.5	3	0.8	214.02	205.03	207.25
0.5	3	1.3	213.99	205.05	207.24
0.5	3	1.8	213.98	205.05	207.23
0.5	3	2.3	213.97	205.06	207.23
0.5	3.75	0.3	211.3	203.96	205.83
0.5	3.75	0.8	211.25	203.98	205.81
0.5	3.75	1.3	211.23	203.99	205.8
0.5	3.75	1.8	211.22	204.00	205.8
0.5	3.75	2.3	211.22	204.00	205.8
1	0.75	0.3	154.17	118.71	128.37
1	0.75	0.8	152.53	121.59	127.82
1	0.75	1.3	151.83	122.57	127.58
1	0.75	1.8	151.45	123.06	127.45
1	0.75	2.3	151.21	123.36	127.37
1	1.5	0.3	127.73	110.28	114.4
1	1.5	0.8	127.22	110.65	114.23
1	1.5	1.3	126.99	110.81	114.15
1	1.5	1.8	126.86	110.9	114.11
1	1.5	2.3	126.77	110.96	114.08
1	2.25	0.3	118.65	106.77	109.65
1	2.25	0.8	118.4	106.91	109.57
α	β	η	MHI pré-fusão	MHI pós-fusão	MHI pós-fusão (naive)

1	2.25	1.3	118.29	106.98	109.53
1	2.25	1.8	118.22	107.01	109.51
1	2.25	2.3	118.18	107.04	109.5
1	3	0.3	114.05	105.02	107.26
1	3	0.8	113.91	105.09	107.21
1	3	1.3	113.84	105.12	107.19
1	3	1.8	113.8	105.14	107.18
1	3	2.3	113.77	105.16	107.17
1	3.75	0.3	111.27	103.97	105.82
1	3.75	0.8	111.18	104.02	105.79
1	3.75	1.3	111.13	104.04	105.77
1	3.75	1.8	111.1	104.05	105.76
1	3.75	2.3	111.09	104.06	105.76
1.5	0.75	0.3	120.58	85.89	94.95
1.5	0.75	0.8	118.51	89.22	94.25
1.5	0.75	1.3	117.56	90.39	93.93
1.5	0.75	1.8	117.02	90.99	93.74
1.5	0.75	2.3	116.67	91.35	93.62
1.5	1.5	0.3	94.32	77	81.04
1.5	1.5	0.8	93.66	77.47	80.82
1.5	1.5	1.3	93.32	77.7	80.71
1.5	1.5	1.8	93.12	77.83	80.64
1.5	1.5	2.3	92.99	77.91	80.6
1.5	2.25	0.3	85.28	73.46	76.31
1.5	2.25	0.8	84.96	73.64	76.2
1.5	2.25	1.3	84.79	73.73	76.14
1.5	2.25	1.8	84.68	73.79	76.11
1.5	2.25	2.3	84.61	73.83	76.09
1.5	3	0.3	80.7	71.69	73.92
1.5	3	0.8	80.51	71.79	73.86
1.5	3	1.3	80.4	71.84	73.82
1.5	3	1.8	80.34	71.87	73.8
1.5	3	2.3	80.3	71.89	73.79
1.5	3.75	0.3	77.92	70.65	72.48
1.5	3.75	0.8	77.8	70.71	72.44
1.5	3.75	1.3	77.73	70.74	72.42
1.5	3.75	1.8	77.69	70.76	72.4
2	0.75	0.3	103.77	69.51	78.24
2	0.75	0.8	101.41	73.1	77.44
2	0.75	1.3	100.29	74.38	77.05
2	0.75	1.8	99.63	75.04	76.82
2	0.75	2.3	99.19	75.44	76.66
2	1.5	0.3	77.61	60.37	64.36
2	1.5	0.8	76.84	60.91	64.11
α	β	η	MHI pré-fusão	MHI pós-fusão	MHI pós-fusão (naive)

2	1.5	1.3	76.43	61.18	63.97
2	1.5	1.8	76.17	61.34	63.88
2	1.5	2.3	76	61.45	63.82
2	2.25	0.3	68.59	56.8	59.63
2	2.25	0.8	68.21	57.01	59.51
2	2.25	1.3	68	57.13	59.44
2	2.25	1.8	67.87	57.2	59.39
2	2.25	2.3	67.77	57.25	59.36
2	3	0.3	64.02	55.03	57.25
2	3	0.8	63.79	55.14	57.18
2	3	1.3	63.66	55.21	57.13
2	3	1.8	63.58	55.25	57.11
2	3	2.3	63.52	55.28	57.09
2	3.75	0.3	61.25	53.98	55.81
2	3.75	0.8	61.1	54.05	55.76
2	3.75	1.3	61.02	54.09	55.73
2	3.75	1.8	60.96	54.12	55.72
2	3.75	2.3	60.92	54.14	55.7
2.5	0.75	0.3	93.67	59.69	68.2
2.5	0.75	0.8	91.12	63.46	67.34
2.5	0.75	1.3	89.86	64.81	66.9
2.5	0.75	1.8	89.11	65.51	66.63
2.5	0.75	2.3	88.61	65.93	66.45
2.5	1.5	0.3	67.58	50.39	54.35
2.5	1.5	0.8	66.74	50.97	54.07
2.5	1.5	1.3	66.27	51.28	53.91
2.5	1.5	1.8	65.96	51.47	53.81
2.5	1.5	2.3	65.75	51.59	53.74
2.5	2.25	0.3	58.58	46.81	49.63
2.5	2.25	0.8	58.16	47.04	49.49
2.5	2.25	1.3	57.92	47.18	49.41
2.5	2.25	1.8	57.75	47.26	49.36
2.5	2.25	2.3	57.64	47.32	49.32
2.5	3	0.3	54.01	45.04	47.25
2.5	3	0.8	53.76	45.16	47.16
2.5	3	1.3	53.61	45.23	47.12
2.5	3	1.8	53.51	45.28	47.08
2.5	3	2.3	53.44	45.32	47.06
2.5	3.75	0.3	51.24	43.99	45.81
2.5	3.75	0.8	51.08	44.06	45.76
2.5	3.75	1.3	50.98	44.11	45.72
2.5	3.75	1.8	50.91	44.14	45.7
2.5	3.75	2.3	50.86	44.16	45.68

Tabela 7: Cálculo do MHI para o Estado de SP					
α	β	η	MHI pré-fusão	MHI pós-fusão	MHI pós-fusão (naive)
0.5	0.75	0.3	252.92	259.85	243.71
0.5	0.75	0.8	252.14	258.27	243.01
0.5	0.75	1.3	251.85	257.73	242.75
0.5	0.75	1.8	251.85	257.73	242.62
0.5	0.75	2.3	251.62	257.29	242.54
0.5	1.5	0.3	226.9	227.67	222.25
0.5	1.5	0.8	226.67	227.39	222.05
0.5	1.5	1.3	226.59	227.29	221.97
0.5	1.5	1.8	226.54	227.24	221.93
0.5	1.5	2.3	226.51	227.21	221.9
0.5	2.25	0.3	218.04	217.95	214.93
0.5	2.25	0.8	217.93	217.84	214.83
0.5	2.25	1.3	217.89	217.79	214.8
0.5	2.25	1.8	217.87	217.77	214.78
0.5	2.25	2.3	217.86	217.76	214.77
0.5	3	0.3	213.57	213.26	211.24
0.5	3	0.8	213.51	213.2	211.18
0.5	3	1.3	213.49	213.17	211.16
0.5	3	1.8	213.47	213.16	211.15
0.5	3	2.3	213.47	213.15	211.14
0.5	3.75	0.3	210.88	210.5	209.01
0.5	3.75	0.8	210.84	210.46	208.97
0.5	3.75	1.3	210.82	210.45	208.96
0.5	3.75	1.8	210.81	210.44	208.95
0.5	3.75	2.3	210.81	210.43	208.95
1	0.75	0.3	152.45	158.96	143.28
1	0.75	0.8	151.07	156.36	142.05
1	0.75	1.3	150.49	155.4	141.53
1	0.75	1.8	150.17	154.9	141.25
1	0.75	2.3	149.97	154.6	141.06
1	1.5	0.3	126.77	127.49	122.13
1	1.5	0.8	126.34	126.99	121.74
1	1.5	1.3	126.14	126.77	121.57
1	1.5	1.8	126.03	126.64	121.47
1	1.5	2.3	125.96	126.56	121.4
1	2.25	0.3	117.98	117.88	114.87
1	2.25	0.8	117.77	117.66	114.69
1	2.25	1.3	117.68	117.56	114.6
1	2.25	1.8	117.62	117.5	114.55
1	2.25	2.3	117.58	117.46	114.52
1	3	0.3	113.54	113.22	111.2
1	3	0.8	113.42	113.09	111.09
α	β	η	MHI pré-fusão	MHI pós-fusão	MHI pós-fusão (naive)

1	3	1.3	113.36	113.04	111.04
1	3	1.8	113.32	113	111.01
1	3	2.3	113.3	112.98	110.99
1	3.75	0.3	110.86	110.47	108.99
1	3.75	0.8	110.78	110.39	108.91
1	3.75	1.3	110.74	110.36	108.88
1	3.75	1.8	110.72	110.34	108.86
1	3.75	2.3	110.7	110.32	108.85
1.5	0.75	0.3	118.9	125.22	109.75
1.5	0.75	0.8	117.16	122.05	108.2
1.5	0.75	1.3	116.37	120.83	107.5
1.5	0.75	1.8	115.92	120.19	107.1
1.5	0.75	2.3	115.63	119.81	106.84
1.5	1.5	0.3	93.37	94.08	88.74
1.5	1.5	0.8	92.81	93.42	88.24
1.5	1.5	1.3	92.53	93.1	87.99
1.5	1.5	1.8	92.36	92.92	87.84
1.5	1.5	2.3	92.25	92.8	87.73
1.5	2.25	0.3	84.61	84.51	81.51
1.5	2.25	0.8	84.34	84.21	81.27
1.5	2.25	1.3	84.34	84.21	81.14
1.5	2.25	1.8	84.11	83.98	81.06
1.5	2.25	2.3	84.06	83.92	81.01
1.5	3	0.3	84.06	83.92	77.85
1.5	3	0.8	80.03	79.7	77.71
1.5	3	1.3	79.94	79.61	77.63
1.5	3	1.8	79.89	79.56	77.59
1.5	3	2.3	79.85	79.53	77.55
1.5	3.75	0.3	77.51	77.13	75.64
1.5	3.75	0.8	77.4	77.02	75.55
1.5	3.75	1.3	77.35	76.97	75.5
1.5	3.75	1.8	77.31	76.93	75.46
1.5	3.75	2.3	77.29	76.91	75.44
2	0.75	0.3	102.11	108.32	92.98
2	0.75	0.8	100.14	104.79	91.22
2	0.75	1.3	99.2	103.4	90.38
2	0.75	1.8	98.65	102.67	89.89
2	0.75	2.3	98.28	102.23	89.57
2	1.5	0.3	76.66	77.36	72.04
2	1.5	0.8	76.02	76.6	71.46
2	1.5	1.3	75.67	76.21	71.15
2	1.5	1.8	75.46	75.98	70.96
2	1.5	2.3	75.31	75.83	70.83
2	2.25	0.3	67.93	67.82	64.83
α	β	η	MHI pré-fusão	MHI pós-fusão	MHI pós-fusão (naive)

2	2.25	0.8	67.61	67.47	64.55
2	2.25	1.3	67.44	67.29	64.39
2	2.25	1.8	67.32	67.18	64.28
2	2.25	2.3	67.24	67.1	64.21
2	3	0.3	63.34	63	61.18
2	3	0.8	63.32	62.99	61.01
2	3	1.3	63.18	62.85	60.91
2	3	1.8	63.14	62.81	60.85
2	3	2.3	63.09	62.77	60.8
2	3.75	0.3	60.84	60.45	58.97
2	3.75	0.8	60.71	60.33	58.86
2	3.75	1.3	60.64	60.26	58.79
2	3.75	1.8	60.59	60.21	58.75
2	3.75	2.3	60.56	60.18	58.72
2.5	0.75	0.3	92.03	98.16	82.9
2.5	0.75	0.8	89.89	94.39	81
2.5	0.75	1.3	88.84	92.88	80.06
2.5	0.75	1.8	88.21	92.09	79.51
2.5	0.75	2.3	87.79	91.61	79.14
2.5	1.5	0.3	66.64	67.33	62.01
2.5	1.5	0.8	65.93	66.49	61.38
2.5	1.5	1.3	65.54	66.04	60.8
2.5	1.5	1.8	65.28	65.77	60.64
2.5	1.5	2.3	65.11	65.6	60.57
2.5	2.25	0.3	57.92	57.8	54.82
2.5	2.25	0.8	57.57	57.42	54.51
2.5	2.25	1.3	57.36	57.21	54.32
2.5	2.25	1.8	57.23	57.07	54.2
2.5	2.25	2.3	57.13	56.98	54.11
2.5	3	0.3	53.5	53.18	51.17
2.5	3	0.8	53.29	52.96	50.99
2.5	3	1.3	53.17	52.83	50.87
2.5	3	1.8	53.08	52.75	50.8
2.5	3	2.3	53.02	52.69	50.74
2.5	3.75	0.3	50.83	50.45	48.97
2.5	3.75	0.8	50.7	50.31	48.84
2.5	3.75	1.3	50.61	50.22	48.77
2.5	3.75	1.8	50.55	50.17	48.71
2.5	3.75	2.3	50.51	50.13	48.68

Tabela 8: Cálculo do MHI para o Estado da BA					
α	β	η	MHI pré-fusão	MHI pós-fusão	MHI pós-fusão (naive)
0.5	0.75	0.3	256.86	270.22	248.8
0.5	0.75	0.8	255.81	267.47	247.81
0.5	0.75	1.3	255.43	266.55	247.45
0.5	0.75	1.8	255.24	266.09	247.27
0.5	0.75	2.3	255.12	265.82	247.15
0.5	1.5	0.3	229.02	231.97	224.96
0.5	1.5	0.8	228.71	231.54	224.66
0.5	1.5	1.3	228.6	231.38	224.55
0.5	1.5	1.8	228.54	231.3	224.5
0.5	1.5	2.3	228.5	231.25	224.46
0.5	2.25	0.3	219.49	220.77	216.78
0.5	2.25	0.8	219.35	220.58	216.64
0.5	2.25	1.3	219.29	220.52	216.58
0.5	2.25	1.8	219.26	220.48	216.56
0.5	2.25	2.3	219.24	220.46	216.54
0.5	3	0.3	214.68	215.35	212.64
0.5	3	0.8	214.59	215.25	212.55
0.5	3	1.3	214.56	215.22	212.52
0.5	3	1.8	214.54	215.2	212.51
0.5	3	2.3	214.53	215.18	212.5
0.5	3.75	0.3	211.77	212.17	210.13
0.5	3.75	0.8	211.71	212.11	210.08
0.5	3.75	1.3	211.69	212.08	210.06
0.5	3.75	1.8	211.68	212.07	210.05
0.5	3.75	2.3	211.67	212.06	210.05
1	0.75	0.3	156.22	168.68	148.2
1	0.75	0.8	154.39	164.28	146.47
1	0.75	1.3	153.62	162.71	145.75
1	0.75	1.8	153.2	161.91	145.36
1	0.75	2.3	152.93	161.43	145.11
1	1.5	0.3	128.84	131.69	124.78
1	1.5	0.8	128.26	130.89	124.24
1	1.5	1.3	128	130.54	123.99
1	1.5	1.8	127.85	130.35	123.86
1	1.5	2.3	127.76	130.22	123.77
1	2.25	0.3	119.41	120.65	116.69
1	2.25	0.8	119.13	120.29	116.43
1	2.25	1.3	119	120.13	116.31
1	2.25	1.8	118.92	120.05	116.24
1	2.25	2.3	118.88	119.99	116.19
1	3	0.3	114.63	115.29	112.59
1	3	0.8	114.46	115.09	112.43
1	3	1.3	114.39	115	112.36

α	β	η	MHI pré-fusão	MHI pós-fusão	MHI pós-fusão (naive)
1	3	1.8	114.34	114.95	112.32
1	3	2.3	114.31	114.91	112.29
1	3.75	0.3	111.74	112.13	110.01
1	3.75	0.8	111.63	112	110
1	3.75	1.3	111.58	111.94	109.95
1	3.75	1.8	111.55	111.91	109.92
1	3.75	2.3	111.53	111.88	109.91
1.5	0.75	0.3	122.6	134.65	114.59
1.5	0.75	0.8	120.3	129.35	112.43
1.5	0.75	1.3	119.26	127.4	111.45
1.5	0.75	1.8	118.66	126.4	110.9
1.5	0.75	2.3	118.28	125.8	110.54
1.5	1.5	0.3	95.42	98.22	91.37
1.5	1.5	0.8	94.67	97.18	90.66
1.5	1.5	1.3	94.3	96.68	90.31
1.5	1.5	1.8	94.08	96.4	90.1
1.5	1.5	2.3	93.93	96.21	89.96
1.5	2.25	0.3	86.03	87.25	83.32
1.5	2.25	0.8	85.67	86.78	82.98
1.5	2.25	1.3	85.48	86.55	82.8
1.5	2.25	1.8	85.36	86.41	82.69
1.5	2.25	2.3	85.28	86.32	82.61
1.5	3	0.3	81.27	81.92	79.23
1.5	3	0.8	81.05	81.65	79.03
1.5	3	1.3	80.94	81.52	78.92
1.5	3	1.8	80.87	81.44	78.85
1.5	3	2.3	80.82	81.38	78.81
1.5	3.75	0.3	78.39	78.77	76.75
1.5	3.75	0.8	78.24	78.6	76.62
1.5	3.75	1.3	78.17	78.51	76.55
1.5	3.75	1.8	78.12	78.46	76.5
1.5	3.75	2.3	78.09	78.42	76.47
2	0.75	0.3	105.77	117.58	97.77
2	0.75	0.8	103.16	111.72	95.32
2	0.75	1.3	101.92	109.53	94.16
2	0.75	1.8	101.2	108.41	93.49
2	0.75	2.3	100.73	107.73	93.04
2	1.5	0.3	78.7	81.48	74.65
2	1.5	0.8	77.84	80.26	73.84
2	1.5	1.3	77.38	79.66	73.41
2	1.5	1.8	77.1	79.3	73.14
2	1.5	2.3	76.9	79.06	72.96
2	2.25	0.3	69.34	70.55	66.63
2	2.25	0.8	68.92	70	66.23

α	β	η	MHI pré-fusão	MHI pós-fusão	MHI pós-fusão (naive)
2	2.25	1.3	68.68	69.71	66.01
2	2.25	1.8	68.53	69.53	65.86
2	2.25	2.3	68.42	69.41	65.77
2	3	0.3	64.59	65.23	62.55
2	3	0.8	64.34	64.92	62.31
2	3	1.3	64.19	64.75	62.18
2	3	1.8	64.1	64.64	62.09
2	3	2.3	64.03	64.57	62.03
2	3.75	0.3	61.71	62.09	60.08
2	3.75	0.8	61.54	61.89	59.92
2	3.75	1.3	61.45	61.78	59.83
2	3.75	1.8	61.38	61.7	59.77
2	3.75	2.3	61.34	61.65	59.73
2.5	0.75	0.3	95.66	107.32	87.66
2.5	0.75	0.8	92.84	106.6	85.02
2.5	0.75	1.3	91.45	103.96	83.72
2.5	0.75	1.8	90.63	102.63	82.96
2.5	0.75	2.3	90.09	101.83	82.45
2.5	1.5	0.3	68.67	74.34	64.62
2.5	1.5	0.8	67.72	72.82	63.73
2.5	1.5	1.3	67.2	72.04	63.24
2.5	1.5	1.8	66.86	71.58	62.92
2.5	1.5	2.3	66.63	71.28	62.71
2.5	2.25	0.3	59.33	62.43	56.62
2.5	2.25	0.8	58.86	61.74	56.17
2.5	2.25	1.3	58.58	61.36	55.92
2.5	2.25	1.8	58.4	61.12	55.75
2.5	2.25	2.3	58.27	60.96	55.63
2.5	3	0.3	54.58	56.63	52.54
2.5	3	0.8	54.3	56.24	52.28
2.5	3	1.3	54.13	56.01	52.12
2.5	3	1.8	54.02	55.87	52.01
2.5	3	2.3	53.94	55.77	51.94
2.5	3.75	0.3	51.71	53.21	50.07
2.5	3.75	0.8	51.52	52.95	49.9
2.5	3.75	1.3	51.41	52.8	49.79
2.5	3.75	1.8	51.33	52.7	49.72
2.5	3.75	2.3	51.27	52.63	49.67