

número 31 | junho 2008

# planejamento e políticas públicas ■ ppp

# ipea

Brasília, 2008

---

Planejamento e Políticas Públicas v. 1 —, n.1 —, jun. 1989 – Brasília:

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

Semestral.

Editor anterior: de 1989 a março de 1990, Instituto de Planejamento Econômico e Social.

ISSN 0103-4138

1. Economia. 2. Política Públicas. 3. Brasil. 4. Periódicos. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.05

---

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

## NOTA DO EDITOR

A revista *Planejamento e Políticas Públicas – PPP* foi lançada pelo Ipea em 1989 com o objetivo de tornar-se referência para acadêmicos, gestores de governo e todos aqueles interessados na formulação, acompanhamento e avaliação de políticas públicas no Brasil.

Desde então tem publicado trabalhos sobre os mais diversos aspectos das políticas públicas brasileiras, incentivado o debate sobre o tema e contribuído significativamente para a cultura da gestão pública no país.

Atualmente a *PPP* passa por uma reestruturação interna que visa dar-lhe maior dinamismo e superar os atrasos experimentados nas últimas edições. Neste esforço, está sendo lançada esta edição de número 31. Com isso, recuperamos a cronologia desta publicação tão relevante para a melhoria e o desenvolvimento das nossas políticas públicas.

Adolfo Sachsida  
Editor



## SUMÁRIO

### **CULTURAL HERITAGE AND GROWTH 7**

João Ricardo Faria  
Miguel León-Ledesma

### **FISCAL ILLUSION AND LOCAL GOVERNMENT SPENDING IN MEXICO 21**

Jorge Ibarra Salazar  
André Varella Mollick

### **O BRILHO DA BANDEIRA BRANCA: CONCORRÊNCIA NO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS NO BRASIL 37**

Mariana Rodrigues Pinto  
Emilson Caputo Delfino Silva

### **UM MODELO DE LOCALIZAÇÃO PARA O PLANEJAMENTO DE UM PÓLO DE ALTA TECNOLOGIA EM UMA REGIÃO SITUADA AO REDOR DE UMA MALHA DE TREM DE ALTA VELOCIDADE 67**

Daniel Oliveira Cajueiro  
Alexandre Xavier Ywata Carvalho  
Gustavo Amaral Ferreira de Melo  
Thyago Antônio de Moraes  
Rodrigo Fontes Souto  
Evandro Maciel

### **DÉFICIT NOMINAL ZERO: UMA AVALIAÇÃO CRÍTICA A PARTIR DO MODELO IS-MP 81**

Cláudio Djissey Shikida  
Ana Luiza Vieira Paiva  
Ari Francisco de Araujo Júnior

### **DEMANDA POR MOEDA: ABORDAGENS CONCORRENTES, RESULTADOS SEMELHANTES 97**

José Coelho Matos Filho

### **UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PREÇOS HEDÔNICOS NO SETOR SANEAMENTO: O PROJETO DE SÃO BENTO DO SUL-SC 115**

Ricardo Coelho de Faria  
Benjamin Miranda Tabak  
Ademilton Pereira Lima  
Sinara Danísia Pinheiro Silva Pereira

### **ENERGIA ELÉTRICA E POLÍTICAS PÚBLICAS: O CASO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS BOTOX NOS LEILÕES DE ENERGIA 129**

Erik Eduardo Rego  
Virgínia Parente



# CULTURAL HERITAGE AND GROWTH

João Ricardo Faria\*

Miguel León-Ledesma\*\*

This paper matches the definition of culture as a stock, since it is a variable that changes with a very low pace, with the cultural heritage list provided by UNESCO. We test the hypothesis on whether the existence of a strong cultural heritage, that is, where culture has had a large impact on people's life, leads to higher growth. We find evidence that the impact of cultural heritage on growth is positive and it is smaller for countries that either suffer a high degree of political instability or enjoy a high degree of rule of law.

## 1 INTRODUCTION

Economic growth is a complex process. Although current economic models, such as the ones based in the neoclassical growth models of Ramsey (1928), Solow (1956) and Romer (1986), have emphasized the role of a few core variables over growth—such as technological innovations, investment in private inputs such as physical capital, human capital, the population growth rate and the productivity of these inputs—economists have to control for a variety of other factors that may influence the growth process directly (e.g., SALA-I-MARTIN, 1997). These factors, related to government policies and social institutions, are described as the economic environment where growth takes place. Among them we frequently find public expenditures (BARRO, 1990), political institutions (ALESINA; PEROTTI, 1996), openness to international trade (KRISHNA; OZYILDIRIM; SWANSON, 2003) and many others.

Additionally, there are some forces that influence economic growth through its impact on the core variables of growth, such as the self-control that affects saving behavior and the fertility choice that consequently impact the investment in physical capital (LEWIS, 1955) and the population growth rate (MALTHUS, 1798) respectively; or the desire for self-improvement which influences the decision to invest in education allowing people to acquire skills and build human capital (AZARIADIS; DRAZEN, 1990). However, there are other factors that have a less clear link with the core variables of growth, but can arguably and convincingly be regarded as important. Among these we find the moral commitment of one's own, that induce work ethics and is one of the main determinants of work effort and thus of labor productivity; trust and the willingness to cooperate, that impacts the subjective cost of cooperating with strangers, which can have profound effect

---

\* IPED, University of Texas El Paso.

\*\* Department of Economics, University of Kent .

on trading networks which helps shaping the size and the expansion of markets; mutual respect and honesty that are the foundations of business ethics and property rights which influence the costs of contracts, minimizing distortions such as corruption, theft, coercive acts and deceptive information; the social openness to question, inquiry and criticism, i.e., freedom of thought, that fuels creativity and discovery and is conducive to the adoption of new technologies.

Some of the above forces—self-control, honesty, cooperation, trust, mutual respect, self-improvement, freedom of thought—depend on individual attitudes and/or social institutions and are based on a set of beliefs, values and norms that change very slowly. As a consequence, underlying the typical neoclassical growth model, one can devise a series of factors that are defined or influenced by the customary beliefs, values and norms of the society that have important real economic roles. Culture is defined here as a set of beliefs, values and norms that are transmitted to individuals over their lifetimes and which change at a relatively slow pace (see BECKER, 1998). Our discussion suggests that some elements of culture play an important role on economic growth.

Of course this is not, at any rate, a novelty. The relationship between culture and economics was one of the cornerstones of the Marxist theory of historical materialism in which culture was assumed to mirror the economic conditions of the society.<sup>1</sup> However, it was Weber (1904-1905) that put forward the compelling idea that culture may have a major impact on economic growth and development, by arguing that the success of Protestant Europe in contrast with the Catholic Europe, was due to a tendency of protestants to work harder and to save more.

There is a huge body of literature that deals with culture and economic performance (e.g., HOFSTEDE, 1980; FRANKE; HOFSTED; BOND, 1991; CASSON, 1993; SOWELL, 1994; GRAY, 1996). In particular, the effects of culture on economic growth are thought to be related to the elements of culture that affect production and investment decisions, efficient allocation of resources, technological innovation and openness to trade.

Altman (2001) for example, models the impact of culture on economic growth by arguing that work effort is maximized when the cultural environment stimulates cooperative work, which is positively correlated with labor productivity. Faria and León-Ledesma (2004) assume that cultural values that emphasize hard work affects labor supply. This idea is modeled assuming that work is habit forming. They show that labor supply in the habit formation case is higher than

---

1. In Marx's own words "The mode of production of material life conditions the general process of social, political and intellectual life. It is not the consciousness of men that determines their existence, but their social existence that determines their consciousness." (In: Preface to *A Contribution to the Critique of Political Economy*, 1859.)



in the neoclassical case and can lead to higher levels of consumption, capital stock and output.<sup>2</sup>

For Cozzi (1998), culture affects technological innovations. He assumes that culture bears no utility by itself and its survival is linked to its positive effects on productivity. In his model, technological innovations are generated as an externality by the aggregate investment in the bubble culture.

Blum and Dudley (2001) present a non-cooperative game in which a small change in the subjective cost of cooperating with strangers can generate a major transformation in trading networks. Consequently they show that religious beliefs, such as the Protestant rejection of Catholic's sacrament of penance (whereby a person could obtain pardon for sins committed, provided that he perform certain acts of reparation) by decreasing the probability of default in a one-time game of exchange, widens the market relationships for the individual trader.

Chatterji et al. (1993) argue that liberal political systems allow for the freer exchange and dissemination of ideas which stimulate innovation. They test this hypothesis by creating a variable which captures the varying degrees of political freedom and find that liberal regimes appear to have potentially high growth rates than non-liberal political regimes. Johnson and Lenartowicz (1998) present a framework for examining the relationship among cultural values—such as uncertainty avoidance, conservatism and hierarchy—economic freedom (which is defined as the ability of a society to conduct business in an unfettered manner without government intrusion), and economic growth. They found a strong positive association both between economic freedom and economic growth and between economic freedom and weak uncertainty avoidance, and high level of individual autonomy.

As seen above, culture is a vast and complex concept that involves many elements and is too general to be captured by a single trait, idea or object. Whenever one intends to examine the role of culture in economic growth, one has to look for a proxy for culture. By recalling our definition of culture as a set of beliefs, values and norms that are transmitted to individuals over their lifetimes and which change at a relatively slow pace, we can think of culture as a stock. Given this treatment, our study focuses on the impact of the stock of tangible culture on growth regardless of which kind of culture it represents. This insight leads us to search for a proxy of culture that is a stock.

A natural candidate for a proxy of culture as a stock is the UNESCO's definition of world cultural heritage. UNESCO lists monuments (architectural

---

2. The recent work of Barro and McCleary (2003) focuses on the impact of religion on growth as an "important dimension of culture". Our focus is on the broader concept of cultural heritage rather than the particular aspect of religion.

works, works of monumental sculpture and painting, elements or structures of an archaeological nature, inscriptions, cave dwellings and combinations of features), groups of buildings (groups of separate or connected buildings which, because of their architecture, their homogeneity or their place in the landscape, are of outstanding universal value from the point of view of history, art or science) and sites (works of man or the combined works of nature and of man, and areas including archaeological sites which are of outstanding universal value from the historical, aesthetic, ethnological or anthropological points of view) as world cultural heritage based on the following cultural criteria:

*i)* represent a masterpiece of human creative genius; or

*ii)* exhibit an important interchange of human values, over a span of time or within a cultural area of the world, on developments in architecture or technology, monumental arts, town-planning or landscape design; or

*iii)* bear a unique or at least exceptional testimony to a cultural tradition or to a civilization which is living or which has disappeared; or

*iv)* be an outstanding example of a type of building or architectural or technological ensemble or landscape which illustrates (a) significant stage(s) in human history; or

*v)* be an outstanding example of a traditional human settlement or land-use which is representative of a culture (or cultures), especially when it has become vulnerable under the impact of irreversible change; or

*vi)* be directly or tangibly associated with events or living traditions, with ideas, or with beliefs, with artistic and literary works of outstanding universal significance (the Committee considers that this criterion should justify inclusion in the List only in exceptional circumstances and in conjunction with other criteria cultural or natural).

In this paper we use the cultural heritage list provided by UNESCO to assess the cultural stock of each country. This variable indicates the cultural contribution of each nation to mankind. Our idea is that this proxy captures the intensity of the role played by culture in a country. In addition, this proxy indicates that a country with a larger cultural heritage is a country where culture had more influence. A country with a large stock of cultural heritage has a comparative advantage in relation to others with a smaller cultural heritage. This cultural comparative advantage is reflected in individual attitudes and social institutions that become or influence universal values, beliefs and norms. A large stock of cultural heritage is also a tangible aspect that reasserts people's cultural and national values. This would not be the case if important cultural aspects were lost and not reflected in people's every day's life. Given our discussion above, we hypothesize that this

universal cultural traits are conducive of growth, and, therefore, there is a positive impact of cultural heritage on growth.

The paper tests this idea in a simple growth equation and finds evidence that the impact of cultural heritage on growth is positive and it also depends on institutional and political factors.

## 2 EMPIRICAL EVIDENCE ON THE RELATION CULTURAL HERITAGE AND GROWTH

The question of whether culture has a significant impact on growth, as seen above, has been addressed in previous studies. However, these studies lack a systematic analysis of the statistical relation between these two variables within the tradition of empirical growth studies. One of the main problems is the fact that there is no single direct measure of culture. The contribution of our paper is to match the definition of culture as a stock, since it is a variable that changes with a very low pace, with the cultural heritage list provided by UNESCO. We test the hypothesis on whether the existence of a strong cultural heritage, that is, where culture has had a large impact on people's life, leads to higher growth.

As the stock of cultural heritage acts as a mechanism of preservation of culture, one may think that the impact would be ambiguous, as societies preserving cultural traits that are bad for growth would be less successful. Notwithstanding this point, the existence of a stronger influence of culture on people's life does reflect a larger commitment towards whatever form of socio-economic organization is chosen, and hence stronger belief on institutions. This may have a direct positive impact on growth. This is our first hypothesis: countries with a higher stock of cultural heritage enjoy faster growth in the long run. The second hypothesis derived from the previous discussion, is that cultural heritage's impact on growth is moderated and influenced by social forms of organization of economic activities such as political institutions. This hypothesis is equivalent to those of Gray (1996) and Johnson and Lenartowicz (1998). Evidence on this link is also provided in Chatterji et al. (1993) who find a strong link between political stability and culture.

As commented earlier, our proxy for the stock of cultural heritage in a country is the number of World Cultural Heritage Sites (WCHS) as defined by UNESCO. We will report our results using the share of a country's WCHS in the total number of declared WCHS by UNESCO as of 2003.<sup>3</sup> One could argue that this counting index does not take into account that some of these sites may

---

3. Results using the total number rather than the share are the same, but we prefer to use shares as their econometric interpretation is more straightforward.

be more valuable than others and are being given the same weight. However, what is relevant for our purposes is the subjective cultural value given by a society and, hence, we can count equally, say, the Chinese Great Wall and the Egyptian Pyramids. Table 1 provides some descriptive statistics of the index for the set of countries where data on growth and other relevant variables was available. The variable shows a high standard deviation and a high degree of concentration on the seven countries reported, with Spain and Italy together making up for more than 12% of the WCHS. The relation of the variable with the growth of GDP per capita (GDPpc) between 1960 and 1989 is positive as can easily be seen by the positive correlation and rank-correlation coefficients reported on the table. This relation can also be observed in figures 1 and 2 where we have plotted GDPpc growth against cultural heritage share (CHSH). The regression line shows the positive correlation, although the results may be driven by Spain and Italy's good growth performance. Figure 2 shows the same graph without these two countries and the relation, if anything, is reinforced. The figures also graph the results of a Kernel smooth regression used to analyze whether the relation changes with the level of CHSH. The Kernel line does not deviate much from the linear regression line, but we may say that the positive correlation is stronger at low and high values of growth and CHSH.

TABLE 1  
Descriptive statistics

Nº of countries in sample	87		
Nº of CH sites in sample	540		
Mean CH sites	6.21		
St. dev. of CH sites	7.03		
<b>Top countries in cultural heritage (CH)</b>			
	Nº of CH sites	Share (%)	Growth of GDPpc
Spain	35	6.481	3.571
Italy	33	6.111	3.158
France	26	4.815	2.674
Germany	24	4.444	2.572
India	22	4.074	1.531
Mexico	21	3.889	2.110
United Kingdom	20	3.704	2.068
Total	181	33.519	
<b>Relation CH-growth all sample</b>			
Correlation	0.3363		
Rank-correlation	0.4919		

FIGURE 1  
**Growth of GDPpc (growth) against the share of Cultural Heritage (CHSH)**  
 (Linear regression and Kernel smooth regression with  $k = 9.00$ , sample 89 countries)

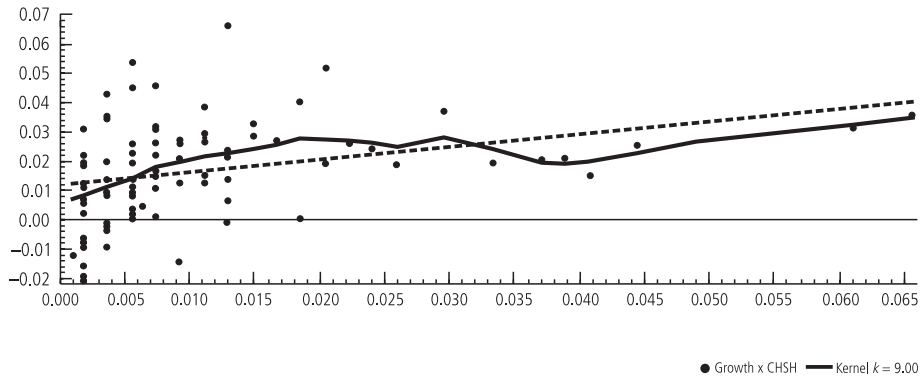
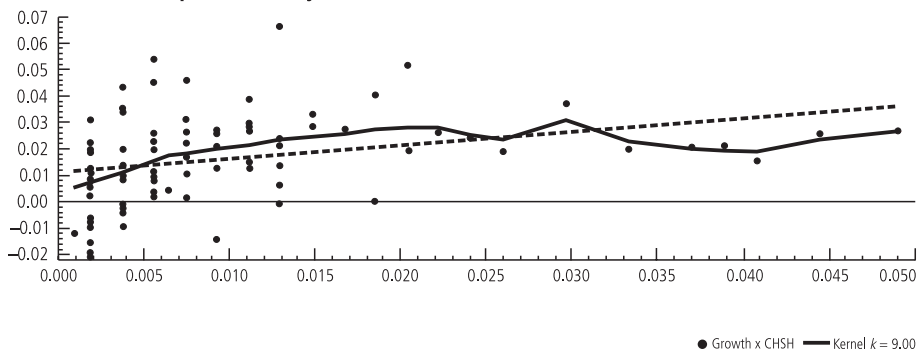


FIGURE 2  
**Growth of GDPpc (growth) against the share of Cultural Heritage (CHSH)**  
 (Linear regression and Kernel smooth regression with  $k = 9.00$ , sample 87 countries, exclusion Spain and Italy)



Although this casual inspection seems to support our first hypothesis, we need to undertake a more careful analysis. There is a vast literature on cross-country growth regressions derived from standard growth models that has highlighted a set of variables that appear to be robust determinants of growth. We thus need to account for the effect of these variables in our regressions. We matched our data to that used in Sala-I-Martin (1997) that contains a set of 62 explanatory variables. These variables measure economic, political and social determinants of growth. We then tested for the impact of CHSH in a regression including the initial (1960) level of GDPpc as a control for conditional convergence, life expectancy in 1960, and the degree of primary education enrolment in 1960. These variables were treated as fixed in Sala-I-Martin's (1997) study. We then added two further variables that Levine and Renelt (1992) found to be robust determinants of growth such as equipment investment over GDP and a measure of openness such as the number of years of openness to trade (from SACHS; WARNER, 1995).

Table 2 reports the results for the whole sample of countries and table 3 does the same excluding again Spain and Italy. As we can see, the exclusion of these two countries does not affect the results and even increases the coefficient on CHSH. Different estimations have different numbers of observations due to the fact that not all variables were available for our 87 countries. We report the coefficients, their White-heteroskedasticity adjusted t-ratios and tests for heteroskedasticity, normality of the residuals, and functional form. In most of the estimations the residuals are well behaved and are not homoskedastic, hence justifying the adjustment. The impact of CHSH is always positive and highly significant and they indicate that a country with one percentage point more of CHSH grows on average 0.2% faster. The rest of coefficients are significant and show the expected sign. Although the inclusion of equipment investment and years of openness reduces the coefficient on CHSH, it remains pretty stable and highly significant, which shows that this relation is robust. These results fully support the hypothesis that cultural heritage has a direct positive impact on growth.

TABLE 2

**Baseline estimations. Dependent variable: growth of GDPpc. Whole sample**

	(1)	(2)	(3)
CHSH	0.230 (3.429)*	0.196 (3.620)*	0.161 (2.941)*
Initial GDPpc	-0.015 (-4.436)*	-0.016 (-5.024)*	-0.017 (-5.837)*
Life expectancy 1960	0.001 (4.603)*	0.001 (3.010)*	0.001 (2.865)*
Primary education enrolment 1960	0.016 (1.741)**	0.020 (1.8217)**	0.017 (1.718)**
Equipment investment	-	0.245 (4.283)*	0.200 (3.965)*
Years of openness	-	-	0.018 (4.348)*
Nobs.	82	71	71
R <sup>2</sup>	0.52	0.61	0.68
Norm	3.239	4.191	4.971**
Het	1.956**	1.981**	1.611
RESET	0.620	0.035	1.026

Obs.: White-heteroskedasticity adjusted t-ratios in parenthesis. \* and \*\* denote significant at the 5% and 10% level respectively. Norm, Het and RESET are tests for normality, heteroskedasticity and functional form of errors respectively. All equations were estimated with a constant term.

TABLE 3  
**Baseline estimations. Dependent variable: growth of GDPpc. Whole sample excluding Spain and Italy**

	(1)	(2)	(3)
CHSH	0.307 (3.237)*	0.220 (2.535)*	0.199 (2.252)*
Initial GDPpc	-0.015 (-4.735)*	-0.016 (-4.920)*	-0.018 (-5.670)*
Life expectancy 1960	0.001 (4.568)*	0.001 (3.057)*	0.001 (2.826)*
Primary education enrolment 1960	0.016 (1.792)**	0.019 (1.815)**	0.017 (1.708)**
Equipment investment	-	0.242 (4.188)*	0.195 (3.839)*
Years of openness	-	-	0.019 (4.406)*
Nobs.	80	69	69
R <sup>2</sup>	0.51	0.60	0.67
Norm	2.701	3.536	4.182
Het	2.017**	1.575	2.103**
RESET	0.075	0.050	1.049

Obs.: White-heteroskedasticity adjusted t-ratios in parenthesis. \* and \*\* denote significant at the 5% and 10% level respectively. Norm, Het and RESET are tests for normality, heteroskedasticity and functional form of errors respectively. All equations were estimated with a constant term.

We then proceeded to introduce other socio-political variables in the regression analysis. We analyzed these aspects by first introducing a set of variables, finding the best specification and, later on, their interaction with the cultural heritage stock. Several socio-political variables were used in the analysis. These include: political instability, political rights, political assassinations, civil liberties, level of democracy in 1965, rule of law, and the “degree of capitalism”.<sup>4</sup> The selection of the best model was based on the maximization of the Akaike Information Criteria (AIC) and the Schwartz Bayesian Criteria (SBC) using a stepwise procedure. Both the AIC and SBC chose the same model when interaction variables were omitted. This is reported in column (1) of table 4. The only two variables that appeared to be significant were political rights and the degree of capitalism. The former has a negative though only marginally significant impact on growth. The latter has a positive and significant impact. The rest of the variables of the model remained significant and with the expected signs, with the exception of the life

4. These variables were also obtained from Sala-i-Martin (1997) and compiled from several different sources. For further discussion on the construction of these variables see also Knack and Keefer (1995), Barro (1997) and Hall and Jones (1999).

TABLE 4  
**Estimation including politico-economic variables. Dependent variable growth of GDPpc. Whole sample**

	(1)	(2)	(3)
CHSH	0.134 (2.348)*	1.829 (4.125)*	1.849 (4.202)*
Initial GDPpc	-0.023 (-8.067)*	-0.018 (-5.437)*	-0.017 (-5.398)*
Life expectancy 1960	0.0004 (1.303)	0.001 (2.176)*	0.001 (2.226)*
Primary education enrolment 1960	0.025 (2.194)*	0.019 (1.891)**	0.019 (1.995)*
Equipment investment	0.206 (2.946)*	0.230 (4.005)*	0.234 (4.451)*
Years of openness	0.012 (1.946)**	0.017 (3.842)*	0.017 (3.983)*
Political rights	-0.002 (-1.712)**	-0.001 (-0.640)	-
Degree of capitalism	0.003 (2.388)*	0.002 (1.753)**	0.002 (1.712)**
Rule of law	-	0.013 (2.785)*	0.014 (3.116)*
Political instability	-	0.032 (3.942)*	0.031 (3.925)*
CHSH × rule of law	-	-1.969 (-3.909)*	-1.990 (-3.971)
CHSH × political instability	-	-4.211 (-4.001)*	-4.093 (-3.869)*
Nobs	65	65	65
R <sup>2</sup>	0.73	0.77	0.77
Norm	4.023	4.549	3.588
Het	2.113**	1.180	1.448
RESET	0.397	0.752	0.718

Obs.: White-heteroskedasticity adjusted t-ratios in parenthesis. \* and \*\* denote significant at the 5% and 10% level respectively. Norm, Het and RESET are tests for normality, heteroskedasticity and functional form of errors respectively. All equations were estimated with a constant term.

expectancy in 1960. CHSH remains highly significant, although its coefficient drops moderately.

Given that our second hypothesis states that the impact of cultural heritage on growth depends on socio-political factors, we interacted CHSH with these



variables and included these interactions in the regression. Column (2) of table 4 reports the specification chosen by the AIC and column (3) the one chosen by the SBC. The only difference is that (3) drops the insignificant ‘political rights’ variable, which appears not to be a robust explanatory factor. We now have three socio-political variables of relevance: degree of capitalism, political instability and the rule of law. The latter two are governed by their interaction with CHSH. The main conclusions that we can extract from these results are:

- From the negative and highly significant coefficient of the interaction between CHSH and political instability we can interpret that for countries where there is a high degree of political instability cultural heritage matters less. Given the size of the coefficient, the overall (direct and indirect) impact of political instability is, as expected, negative. However, it is important to stress that political instability alone does not have an impact on growth unless we interact it with CHSH. We can thus say that this variable acts only as a ‘moderator’ of the impact of CHSH.

- Something similar can be said for the impact of the variable rule of law. In this case, it appears that for countries that enjoy a high degree of rule of law cultural heritage has a smaller impact on growth.<sup>5</sup>

These results confirm our second hypothesis that the impact of cultural heritage on growth is not only positive but it also depends on institutional and political factors. Specifically, our results imply that for countries that enjoy either high levels of political instability or high levels of rule of law,<sup>6</sup> cultural heritage is less important for growth. This may be pointing out that in periods of political instability the effect of cultural heritage may be diluted by uncertainty, political risk and social unrest. On the other hand, countries where the rule of law prevails strongly, do not need to appeal to cultural values to the same extent.

### 3 CONCLUSIONS

The impact of culture has remained a largely unexplored topic in the empirical literature on economic growth. The impact of cultural values can appear to be ambiguous and depend on the different aspects of culture that authors consider more relevant. This ambiguity and lack of good measures of cultural variables led to a lack of systematic statistical analysis of the relation. In this paper we take a step forward by assessing the impact on growth of a specific “measure” of culture namely

---

5. Evaluated at the average values of political instability and the rule of law, the total impact of CHSH on growth is 0.276, very similar to our previous estimates. The impact of political instability and the rule of law evaluated at the average of CHSH is very close to zero, which also confirms our previous results.

6. Given the strong negative correlation between these variables ( $-0.80$ ), it is unlikely that both political instability and high rule of law can be found jointly in practice.

UNESCO's "cultural heritage". Cultural heritage measures the degree towards which culture is important in a society and is capable of influencing peoples' lives. We hypothesize that cultural heritage has a positive impact on growth and that this impact is moderated by social, political and institutional factors.

We tested these hypotheses within a growth regression framework by using an index of the stock of cultural heritage for a set of 87 countries. Our results find, first, a strong and robustly positive impact of cultural heritage on growth. Secondly, the impact of cultural heritage on growth is smaller for countries that either suffer a high degree of political instability or enjoy a high degree of rule of law.

## REFERENCES

- ALESINA, A.; PEROTTI, R. Income distribution, political instability, and investment. *European Economic Review*, n. 40, p. 1.203-1.228, 1996.
- ALTMAN, M. Culture, human agency, and economic theory: culture as a determinant of material welfare. *Journal of Socio-Economics*, n. 30, p. 379-391, 2001.
- AZARIADIS, C.; DRAZEN, A. Threshold externalities in economic development. *Quarterly Journal of Economics*, n. 105, p. 501-526, 1990.
- BARRO, R. J. Government spending in a simple model of endogenous growth. *Journal of Political Economy*, v. 98, p. S1003-S125, 1990.
- \_\_\_\_\_. *Determinants of economic growth: a cross-country empirical study*. MIT Press, 1997.
- BARRO, R. J.; MCCLEARY, R. M. *Religion and economic growth*. Harvard University, 2003. Mimeo.
- BECKER, G. *Accounting for tastes*. Cambridge: Harvard University Press, 1998.
- BLUM, U.; DUDLEY, L. Religion and economic growth: was weber right? *Journal of Evolutionary Economics*, v. 11, p. 207-230, 2001.
- CASSON, M. C. Cultural determinants of economic performance. *Journal of Comparative Economics*, v. 17, p. 418-442, 1993.
- COZZI, G. Culture as a bubble. *Journal of Political Economy*, v. 106, p. 376-394, 1998.
- CHATTERJI, M.; GILMORE, B.; STRUNK, K.; VANASIN, J. Political economy, growth and convergence in less-developed countries. *World Development*, v. 21, p. 2.029-2.038, 1993.
- FARIA, J. R.; LEÓN-LEDESMA, M. *Habit formation, working habits and technological progress*. Manchester School, v. 72, p. 403-413, 2004. Forthcoming.
- FRANKE, R. H.; HOFSTEDE, G. H.; BOND, M. H. Cultural roots of economic performance: a research note. *Strategic Management Journal*, v.12, p. 165-173, 1991.
- GRAY, H. P. Culture and economic performance: policy as an intervening variable. *Journal of Comparative Economics*, v. 23, p. 278-291, 1996.
- HALL, R.; JONES, C. Why do some countries produce so much more output per worker than others? *Quarterly Journal of Economics*, v. 114, p. 83-116, 1999.

HOFSTEDE, G. *Culture's consequence: international differences in work-related values*. Beverly Hills: Sage, 1980.

KNACK, S.; KEEFER, P. Institutions and economic performance: cross-country tests using alternative institutional measures. *Economics and Politics*, v. 7, p. 207-227, 1995.

KRISHNA, K.; OZYILDIRIM, A.; SWANSON, N. R. Trade, investment and growth: nexus, analysis and prognosis. *Journal of Development Economics*, v. 70, p. 479-499, 2003.

JOHNSON, J. P.; LENARTOWICZ, T. Culture, freedom and economic growth: do cultural values explain economic growth? *Journal of World Business*, v. 33, p. 332-356, 1998.

LEVINE, R.; RENELT, D. A sensitivity analysis of cross-country growth regressions. *American Economic Review*, v. 82, p. 942-963, 1992.

LEWIS, A. *The theory of economic growth*. London: Allen & Unwin, 1955.

MALTHUS, T. R. (1798). *First essay on population, reprints of economic classics*. New York: Augustus Kelley, 1965.

MARX, K. (1859). *A contribution to the critique of political economy*. Moscow: Progress Publishers, 1977.

RAMSEY, F. P. A mathematical theory of saving. *Economic Journal*, v. 38, p. 543-559, 1928.

ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, v. 94, p. 1.002-1.037, 1986.

SACHS, J.; WARNER, A. Economic reform and the process of economic integration. *Brookings Papers on Economic Activity*, v. 1, p. 1-118, 1995.

SALA-I-MARTIN, X. I just ran two million regressions. *American Economic Review*, v. 87, p. 178-183, May 1997.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, v. 70, p. 65-94, 1956.

SOWELL, T. *Race and culture: world view*. New York: Basic Books, 1994.

WEBER, M. *The protestant ethic and the spirit of capitalism*. New York: Charles Scribner, 1958.



# FISCAL ILLUSION AND LOCAL GOVERNMENT SPENDING IN MEXICO

Jorge Ibarra Salazar\*

André Varella Mollick\*\*

In this paper we estimate the effect of transfers on expenditure of local Mexican governments. We find evidence of the flypaper effect over the years 1975 to 2000 in a partial sense. According to the linear model, and consistent with previous studies for postwar United States, the effect of grants at local expenditures is statistically positive (0.753) and at the grantor's outlays is statistically negative (-3.250). The estimation in first-differences confirms only the result for local governments. Therefore, as grants increase, state and municipal government outlays increase, while the statistic effect at the grantor's level is not robust.

## 1 INTRODUCTION

In Public Sector Economics, standard reasoning suggests that aid from federal to local governments should theoretically have the same effect as an increase in local income. However, lump-sum aid has proved to carry more stimulus, according to earlier evidence reviewed in Gramlich (1977) and Fisher (1982). In the late-1970s, the phenomenon was dubbed the “flypaper effect”, in a reference to the regularity that money sticks where it hits. Theoretically, the mechanism contends that lump-sum transfers to local governments tend to be spent rather than passed on to local citizens via tax cuts. As an implication, if transfers grow over time, local government expenditures should grow. Conversely, given the recent trend towards decentralization, government size reduction should follow, although several studies recognize its difficult measurement as pointed out by Ebel and Yilmaz (2002).

Surveys, such as Hines and Thaler (1995) and Oates (1999), have reviewed the extensive literature on the flypaper effect. And new ideas have been advanced as possible explanations, ranging from asymmetries in government expenditure in Stine (1994) to specification errors in Megdal (1987) and Wyckoff (1991), and to individual confusion in Wyckoff (1991). The hypothesis of individual confusion, in particular, implies that grants can be understood only in terms of their perceived price changes. This idea follows the seminal contribution by Logan (1986), who extended the state of knowledge in checking for grantor's effects in addition to the then common local effects of grants. The results in Logan (1986) were that federal direct expenditures fall as grant aid increases and computed a different functional form implied by the dual illusory assumption. In order to check if the

---

\* Departamento de Economía, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) – Campus Monterrey México.

\*\* Department of Economics and Finance, College of Business Administration, University of Texas.

non-linear specification is preferred to the linear one, Logan (1986) conducts Davidson and MacKinnon (1981) J-tests on United States data from 1947 to 1983, which invariably confirmed preference for the non-linear model.

The major contribution of the setup in Logan (1986) is to relate voter's perceptions to three models of government spending. First, when government federal taxes do not come into the crucial voter's perception problem, we can refer to the *no illusion model*. Second, when grants increase government spending via an income effect, one has the *grants as a windfall illusion model*. Third, when grants cause one form of illusion to be balanced by the other, the *dual illusion model* is operative. In this case, the crucial voter's illusion that the local government is offering more services for the taxes is offset by the illusion that the national government is offering less. This would imply a contraction in the size of the national government and an expansion in the subnational government. The latter appear to be the case in the U.S. for the annual period 1947-1983 as documented in Logan (1986), for Canada in Hammes and Wills (1987), and for Australia over 1949 to 1992 in Stewart (1996).

This paper applies this vast literature to Mexican data over the years 1975 to 2000. We can think of several reasons to justify this work. First, there has been hitherto no empirical study on the flypaper effect using Mexican data. Second, the soft budget constraint faced by state and municipal governments (GIUGALE; TRILLO; OLIVEIRA, 2000; GAMBOA, 1997; TRILLO, 1997) and the empirical evidence pointing out that institutional reforms on the intergovernmental fiscal arena increased financial dependence on unconditional transfers (IBARRA SALAZAR; SANDOVAL; SOTRES CERVANTES, 1999, 2001) may contribute positively to the likelihood of the flypaper effect in Mexico. Third, the studies that exist for other countries have not addressed the possible non-stationarity of some series and the problems derived from "spurious regressions". Conducting unit root analysis, we find in this paper that while the series for unconditional transfers follows a stationary process, other series (local and federal expenditures, as well as output and unemployment) very likely contain unit roots, which would require at least estimates in first-differences.

The results in this paper can be simply summarized. Adopting the methodology proposed by Logan (1986) to Mexican data, the ordinary least squares (OLS) estimates typically suffer from serial correlation problems. Econometrically more robust are the estimates obtained under the seemingly unrelated regression (SUR) methodology. In the linear model, the effect of grants at local expenditures is statistically positive (0.753) and at the grantor's outlays is statistically negative (-3.250), a result similar to the one found by Logan (1986) for postwar United States. While the sample period of 26 years is admittedly short for unit root analysis, our results cast doubt on the mechanic application of the methodology.

We conduct next estimation in first-differences and find that the effect of grants at local expenditures is statistically positive (0.802) and at the grantor's outlays is not significant. The results in this paper favor a local positive effect of unconditional transfers, while the result at the grantor's expenditures is less clear-cut.

This paper contains four more sections. Section 2 discusses the institutional background of Mexican intergovernmental public sector finances, section 3 introduces data issues, section 4 provides the results, and section 5 concludes the work and points out further research routes.

## 2 THE MEXICAN INSTITUTIONAL FRAMEWORK

The National System of Fiscal Coordination (NSFC) is the institutional arrangement comprising the intergovernmental fiscal relations of the Mexican federal, state and municipal levels of government, the administrative rules of coordination on tax collection, as well as the different governmental offices related with fiscal coordination. It comprehends the national fiscal authority and the representatives of the state fiscal authorities. It also includes an institute (*Indetec*) whose purpose is to serve as a technical advisor of sub-national governments and analyst of the system in general. The legal framework of the system includes mainly the Mexican Constitution and the Fiscal Coordination Law (*Ley de Coordinación Fiscal*).

The actual arrangement of fiscal coordination, that became effective in Mexico since 1980, had as its purposes to avoid tax overlapping among the different governmental levels and to adequate the fiscal structure to the newly created Value Added Tax (VAT). Through the NSFC adhesion agreement, the Mexican states and municipalities suppressed own revenue sources in favor of the federal government, who in exchange shared those revenues with them.

Currently the total amount of Revenue Sharing Transfers (RST) distributed among state governments consists of seven funds: a general transfer fund constituted by 20% of federal tax revenue (FTR);<sup>1</sup> a fund integrated with a 1% of the FTR, distributed among those entities coordinated with the federal government on the collection of revenues derived from certain user charges; the revenues accrued to the vehicle use tax and the new vehicles tax, both federal taxes, are transferred entirely to the corresponding state; a 8% and a 20% of tax collection on tobacco and alcoholic beverages taxes respectively; a contingency reserve integrated with 0.25% of FTR, which is distributed among those states whose RST revenue do not growth as much as the FTR; and finally, an amount equivalent in real terms to the 80% of taxes collected by state governments on agricultural and cattle activities.

1. The integration of the general transfer fund has changed since its implementation. During 1980 it represented 16.89% of FTR; during 1991-1995, the fund was constituted with 18.51% of FTR; and since 1996 it is a 20% of FTR. See Indetec (1996) for more details.

According to the Fiscal Coordination Law, municipal governments on a given state must be given a minimum of 20% of RST received by the corresponding state government, and 100% of the Municipal Promotion Fund. The assignment formula is decided by the state legislature. Some state governments also transfer state tax revenues to the municipal governments. Furthermore, the federal government directly distributes transfers to the municipal governments in which either trade of goods (in case of border or coastal counties) or oil extraction is realized.

After the implementation of the 1980 fiscal agreement, the RST distribution scheme suffered two major modifications. First, during 1988-1989, the 30% of the VAT collection was assigned directly to the corresponding state, plus a transfer similar to that of the previous year, calculated over an adjusted fund. Second, during 1991 a new distribution formula for the general fund became effective. Three distribution criteria were included: population of the state, dynamic and structure of the geographically imputable taxes<sup>2</sup> and a compensatory component. The actual weighting for each of the first two criteria is 45.17% and 9.66% for the third one.<sup>3</sup> The compensatory share is calculated as the inverse of the amount per capita accrued to the first two criteria.

In addition to the above changes in the assignment formula, since 1996 the integration of the general transfer fund was increased from 18.51% to 20% of FTR. Furthermore, and in line with the expenditure decentralization process, since 1998 a modification in the Fiscal Coordination Law instituted the so-called *Aportaciones Federales*: conditional federal transfers to state and municipal governments directed to education, health, security, and social infrastructure, among the most important expenditure items. Before the creation of *Aportaciones Federales*, the *Ramo 26* of the federal budget was the main instrument to provide matching grants for states and municipalities to finance social infrastructure. The assignment of funds in *Ramo 26* was negotiated through the *Convenios de Desarrollo Social*. This process could be influenced by the state governor bargaining power or by political events in the localities (elections).

Municipal governments faced an additional change that influenced public finances. The Constitutional reform of Article 115 in 1983 redistributed fiscal competences and assigned contributions over property to the municipalities, like the property tax, which was previously a revenue source of the states. The reform also incorporated the right to Mexican municipalities to share federal tax revenues.

---

2. Their purpose is to identify the state in which the tax is generated. The actual imputable taxes are: on the use and property of vehicles, on new vehicles, on gasoline, tobacco, beer and alcoholic beverages.

3. These distribution criteria and their integration are contained in Articles 2<sup>a</sup> and 3<sup>a</sup> of the Fiscal Coordination Law. Courchene and Diaz-Cayeros (2000) analyze the Mexican transfer system, Cardena (1996) presents a historic review of the RST distribution schemes, and Ortiz Ruiz (1996) presents the calculation mechanism of the RST coefficients.



On the expenditure side, Article 115 defined as municipal public services: potable water provision and sewage system, public lighting, cleaning, markets and supply centers, cemeteries, slaughterhouse, streets, parks and gardens, public security and transit, and those which could be determined by the local legislatures. It was also established that these services could be offered coordinated with state governments, and that municipalities themselves could reach agreements on provision with other local governments so as to ensure an efficient service provision.

Although the constitutional reform had the purpose of strengthen local finances, by increasing municipal own revenues, different studies conclude that the reform did not reduced financial dependence (IBARRA SALAZAR; SANDOVAL; SOTRES CERVANTES, 2001; PÉREZ GONZÁLEZ, 1995), that few municipalities are really likely to play the role assigned in Article 115 (VILLANUEVA, 1996), and that the effective scope of the constitutional reform has resulted limited in practice (GARCÍA DEL CASTILLO, 1999).

### 3 THE DATA

The data set used in this paper consists of annual time series from 1975 to 2000, taken from several sources. Output, or gross domestic product ( $Y$ ), is taken from Mexican Central Bank (Banxico, *Banco de México*), at the site: [www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)

Local (state and municipal) government expenditure ( $GSM$ ) is taken from Mexico's INEGI: "Finanzas Públicas Estatales y Municipales de México", various years, and refers to the sum of administrative expenses, public works and development, and transfers and debt payments from states. Federal government expenditure ( $GF$ ) comes from the Finance Ministry. It refers to the net released expenditure of federal government and is also called net budgeted expenditure. It comprehends the gross expenditure minus debt payments (*amortizaciones*), the not payed expenditure executed during a budgeted term (ADEFAS), and the authorized expenditure that was not authorized or payed (ECONOMÍAS). For the years 1990-2000, it was calculated the executed net expenditures minus ADEFAS. The executed expenditure is the part of the budget authorized that is payed in the budget year regardless the payment is realized in the same year of the budget or the next. The executed net federal expenditures and ADEFAS are taken from INEGI's *El ingreso y el gasto público en México*, editions 1995 and 2001.

Unconditional transfers (*unc*) comes from the Mexican Finance Ministry (SHCP) until 1983 and from INEGI's *Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos* from 1987 onwards. Conditional transfers (*Aportaciones Federales, Convenios de Desarrollo Social*) were obtained from various sources and are not included in *unc*.

Population (*pob*) is from various INEGI's issues, such as: *Estadísticas históricas de México for the years 1970-1990*, *Conteo de población y vivienda* and *XII Censo General de Población y Vivienda* from 1991 onwards.

The unemployment rate (*u*) comes from Mexico's INEGI website: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx). It comprises people of 12 years old or over that in the week of reference did not work though were available to work and have tried to look for work in the last two months before the week of reference and did not succeed. From 1999 onwards, *u* covers 45 urban areas.

#### 4 EMPIRICAL METHODOLOGY

Following the constrained maximization problem in Logan (1986), we employ the following reduced form expenditure equations:

$$GSM = \alpha_0 + \alpha_1(1/\theta_1^p)Y + \alpha_2(\theta_2^p/\theta_1^p) + \alpha_3(1/\theta_1^p) + \varepsilon \quad (1)$$

$$GF = \beta_0 + \beta_1(1/\theta_2^p)Y + \beta_2(\theta_1^p/\theta_2^p) + \beta_3(1/\theta_2^p) + v \quad (2)$$

where *GSM* denotes local (state and municipalities) expenditures, *Y* represents gross real income (GDP), *GF* represents federal expenditures (excluding grants to subnational governments),  $\theta_1^p$  are the voter's perceived price of recipient (local) expenditures,  $\theta_2^p$  are the voter's perceived price of federal expenditures, and  $\varepsilon$  and *v* denote the error term, assumed to be white noise. The  $\alpha$ 's and  $\beta$ 's are parameters of the Stone-Geary utility function of the crucial voter, assumed to be well-behaved and function of federal expenditures, local expenditures, and output.

As the receipt of aid decreases the perceived price of recipient expenditures, it causes the voter to spend a larger fraction of his income at the local level. As mentioned by Logan (1986), the coefficient on *Y* in (1) grows with aid. At the same time, the financing of aid increases the perceived price of grantor expenditures, causing the voter to spend a smaller fraction of income there. This causes the coefficient on *Y* in (2) to fall with aid. Logan (1986) compares this *complete illusory specification* with competing alternative hypothesis. As the former is non-linear compared to the latter (non-nested alternatives) models, the J-test proposed by Davidson and MacKinnon (1981) can be used to discriminate between the models. In his particular case for the years 1947-1983 in the United States, Logan (1986) favors the complete form of illusion. This implies that grants not only have *GSM* but also have done so at the expense of *GF*.

The perceived prices are the only pieces of information available to the voter: his tax burden and the level of expenditures at either local or national levels. A proxy for  $\theta_1^p$  is necessary and the information for computing the perceived price is  $A/GSM$ : the recipient's government's aid as a fraction of the recipient's expenditures. Total federal aid as a fraction of total state and local expenditures is taken as a proxy. Including the unemployment rate to take into account the cyclical pattern of government expenditures, noting that unconditional transfers are given by  $A$  and substituting the proxies for  $\theta_1^p$  and  $\theta_2^p$ , one has:

$$GSM = \alpha_0 + \alpha_1[1/1 - (A/GSM)]Y + \alpha_2[(1 + A/GF)/1 - (A/GSM)] + \alpha_3[1/1 - (A/GSM)] + \alpha_4U + \varepsilon \quad (3)$$

$$GF = \beta_0 + \beta_1[1/1 + (A/GF)]Y + \beta_2[(1 - A/GSM)/1 + (A/GF)] + \beta_3[1/1 + (A/GF)] + \beta_4U + \varepsilon \quad (4)$$

One also has the following linear specifications, which are consistent with the grants as windfall hypothesis or the nonillusory model:

$$GSM = \alpha_0 + \alpha_1Y + \alpha_2A + \alpha_3U + \varepsilon \quad (5)$$

$$GF = \beta_0 + \beta_1Y + \beta_2A + \beta_3U + \varepsilon \quad (6)$$

The required information for computing the perceived price for  $\theta_1^p$  is  $A/GSM$ , the recipient government aid as function of its total expenditures. However, total federal aid is taken as proxy in conformity with Logan (1986) and with the purpose of this paper that is to focus at the flypaper in Mexico at an aggregate level.

The non-linear models in (3) or (4) may be more appropriate as happened to be the case in Logan (1986) for United States annual data over the years 1947-1983. Alternatively, the simpler specifications in (5) and (6) may fit nicely. We employ Mexican data on the years 1975-2000 to decide which set of specifications is more adequate and the results are mixed as shown below.

#### 4 EMPIRICAL RESULTS

Although suffering from low power in this context, we conduct unit root tests. Both tests of unit roots employed (ADF and KPSS) are ambiguous with respect to the stationarity of federal expenditures or output. According to table 1, the only series that is possibly stationary in levels is unconditional transfers (*unc*), according to both tests. There are thus reasons to suspect that the estimates of models (3) to (6) in levels are seriously flawed due to spurious regressions considerations. After presenting the benchmark results, we will come back to this issue.

TABLE 1  
Unit root tests (yearly): Mexico – 1975-2000

Unit root test and series	Trend?	Series in levels for tests with constant and trend		Series in first differences for tests with constant only	
		ADF test	KPSS test	ADF test	KPSS test
<i>unc</i>	Yes, up	-4.719(4)***	0.092	-4.443(0)***	0.086
<i>gf</i>	No	-1.605(0)	0.206	-4.226(0)***	0.187
<i>gsm</i>	Yes, up	-1.029(1)	0.137*	-2.75(0)**	0.255
<i>y</i>	Yes, up	-1.185(0)	0.100	-3.961(0)***	0.133
<i>u</i>	No	-1.657(0)	0.449**	-4.302(0)***	0.083

Notes: All series, except the unemployment rate, are in per capita terms. The variables are defined as follows: *unc* stands for the real value of unconditional transfers from federal to local governments; *gf* stands for the real value of federal government expenditures; *gsm* stands for the real value of local government expenditures; *y* stands for the real GDP; and *u* represents the unemployment rate at the end of the year. In all cases, the Mexican consumer price index (CPI, 1994 = 100) is the deflator. ADF (*k*) refers to the Augmented Dickey-Fuller t-tests for unit roots, *k* is the selected lag length, and KPSS refers to the Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test. For the series in levels, the ADF (*k*) and KPSS of each entry are estimated with a constant and trend as suggested by visual plots in figure 1. For the unit root tests in first-differences the test has only a constant. In the ADF tests, *k* is determined by the Campbell-Perron's lag length selection procedure developed formally in Ng and Perron (1995). The method starts with an upper bound,  $k_{max} = 4$ , on *k*. If the last included lag is significant, choose  $k = k_{max}$ . If not, reduce *k* by one until the coefficient of the last lag becomes significant (we use the 5% value of the asymptotic normal distribution to assess significance of the last lag). If no lags are significant, set  $k = 0$ . In the KPSS test the spectral estimation method is the Bartlett kernel and the bandwidth is verified for different values of the lag truncation parameter. Reported in the table are the statistics for lag truncation = 4; see the text for explanation. The symbols \*, \*\*, and \*\*\* attached to the figure indicate rejection of the null of non-stationarity at the 10%, 5%, and 1% levels, respectively.

The OLS estimation results of equations (3) to (6) are presented in tables 2 and 3. Table 2 reports the non-linear specifications in transfers, associated with equations (3) and (4). The first column, with GSM as the dependent variable, shows a statistically significant  $\alpha_1$  parameter, although serial correlation is a problem according to the DW statistic (0.687) and to the Breusch-Godfrey serial correlation LM test, which rejects the null at 7.827. We conduct first-order serial correlation correction in column 2 and the fit improves notably. However, none of the coefficients are statistically significant, which casts doubt on the validity of equation (3) for representing the government expenditures of local state and county units in Mexico.

TABLE 2

**Least squares estimations of non-linear specifications**

$$GSM = \alpha_0 + \alpha_1 [1/1 - (A/GSM)]Y + \alpha_2 [(1 + A/GF)/1 - (A/GSM)] + \alpha_3 [1/1 - (A/GSM)] + \alpha_4 U + \varepsilon \quad (3)$$

$$GF = \beta_0 + \beta_1 [1/1 + (A/GF)]Y + \beta_2 [(1 - A/GSM)/1 + (A/GF)] + \beta_3 [1/1 + (A/GF)] + \beta_4 U + \varepsilon \quad (4)$$

Dep. variables →	Dep. variables			
Regressors ( $\alpha$ 's or $\beta$ 's) ↓	GSM	GSM	GF	GF
$\alpha_0$	-0.002 (0.005)	-0.002 (0.014)	0.129*** (0.029)	0.188*** (0.026)
$\alpha_1$	0.165*** (0.056)	0.069 (0.051)	0.224*** (0.058)	0.197*** (0.066)
$\alpha_2$	0.001 (0.001)	0.0002 (0.0003)	-0.036*** (0.005)	-0.012 (0.009)
$\alpha_3$	-0.004 (0.013)	-0.005 (0.008)	-0.109*** (0.029)	-0.160*** (0.023)
$\alpha_4$	-0.0007 (0.0003)	-0.0002 (0.0002)	-0.0003 (0.0008)	-0.0004 (0.0007)
AR(1)		1.045*** (0.082)		0.867*** (0.101)
Sample size	26	25	26	25
Adj. $R^2$	0.778	0.931	0.743	0.883
D.W. stat.	0.687	1.505	1.109	1.140
N <sup>a</sup> of iterations		9		15
JB-normality	0.395 [0.821]	1.036 [0.596]	2.600 [0.272]	1.902 [0.386]
Breusch-Godfrey Serial Cor. LM	7.827*** [0.003]	NA	4.171** [0.032]	NA
Serial Cor. ARCH	2.516 [0.126]	1.050 [0.317]	0.062 [0.806]	0.204 [0.656]

Notes: The variables are as defined in table 1. For each specification, the model is estimated by OLS and the with the correction for serial correlation by the Marquandt algorithm. For the estimation without first-order serial correlation correction, the Newey-West HAC standard errors and covariance matrix is employed with lag truncation = 2. NA refers to the fact that the Breusch-Godfrey Serial Cor. LM test requires no ARIMA term in the specification, which is not the case. The mark \*\*\* indicates rejection of the null at the 1% level, \*\* indicates rejection at the 5% level, and \* at the 10% level.

Columns 3 and 4 of table 2 report the effects of the variables on the grantor's expenditures: GF is now the dependent variable. It turns out that the  $\beta_1$  parameter is statistically positive and significant at 0.197 for the equation corrected for serial correlation, implying a positive effect on GF of higher income. The  $\beta_3$  parameter is also statistically significant. Note, however, that the positive  $\beta_1$  parameter violates the original conjecture that the financing of aid increases the perceived price of grantor expenditures, causing the voter to spend a smaller fraction of income there. This should cause the coefficient on  $Y$  in (4) to fall with aid.

TABLE 3

**Least squares estimations of linear specifications**

$$GSM = \alpha_0 + \alpha_1 Y + \alpha_2 A + \alpha_3 U + \varepsilon \quad (5)$$

$$GF = \beta_0 + \beta_1 Y + \beta_2 A + \beta_3 U + \varepsilon \quad (6)$$

Dep. variables → Regressors ( $\alpha$ 's or $\beta$ 's) ↓	Dep. variables			
	GSM	GSM	GF	GF
$\alpha_0$	-0.009 (0.006)	-0.002 (0.003)	0.0160 (0.030)	0.0047 (0.028)
$\alpha_1$	0.059 (0.043)	0.023 (0.020)	0.047 (0.200)	0.229 (0.207)
$\alpha_2$	1.822** (0.767)	0.751*** (0.183)	0.308 (2.090)	-3.392 (2.287)
$\alpha_3$	0.0002 (0.0005)	-0.000009 (0.0001)	0.0002 (0.0015)	0.00006 (0.0010)
AR(1)		1.097*** (0.063)		0.857*** (0.138)
Sample size	26	25	26	25
Adj. $R^2$	0.653	0.955	-0.121	0.647
D.W. stat.	0.272	1.215	0.381	1.238
Nº of iterations for convergence		9		84
JB-normality	0.948 [0.623]	0.069 [0.966]	4.045 [0.132]	3.753 [0.153]
Breusch-Godfrey Serial Cor. LM	34.37*** [0.000]	7.288*** [0.005]	26.929*** [0.000]	3.092* [0.070]
Serial Cor. ARCH	11.20*** [0.003]	1.849 [0.188]	0.587 [0.451]	1.025 [0.322]

Notes: The variables are as defined in table 1. For each specification, the model is estimated by OLS and with the correction for serial correlation by the Marquandt algorithm. The Newey-West HAC standard errors and covariance matrix is employed with lag truncation = 2. The mark \*\*\* indicates rejection of the null at the 1% level; \*\* indicates rejection at the 5% level; and \* at the 10% level.

Table 3 conveys a more straightforward view of the federal and local expenditure process in Mexico since the equation to estimate is linear in the parameters. The critical term is now either the  $\alpha_2$  parameter or the  $\beta_2$  parameter, since they show the sensitivity of local or federal expenditures to grants to subnational governments, respectively. The first column, with GSM as the dependent variable, shows a statistically significant  $\alpha_2$  parameter, although serial correlation is again a problem according to the DW statistic (0.272) and to the Breusch-Godfrey and ARCH serial correlation LM tests, at standard confidence levels. We conduct first-order serial correlation correction in column 2 and the fit improves substantially. This implies that equation (5) for representing the

government expenditures of local state and county in Mexico yields a statistically significant  $\alpha_2$  parameter of 0.751. The problem is that the Breusch-Godfrey and serial correlation LM keeps referring to substantial serial correlation problems at 7.288.

As before, columns 3 and 4 of table 3 report the effects of the variables on the grantor's expenditures (GF). It turns out that none of the  $\beta$ 's parameters are statistically positive for either of the estimates. As in the case for local expenditures, this indicates that the linear model is not a very good one for predicting federal government expenditures in Mexico.

In order to see if the bad quality of the estimates is due to econometric specifications, we employ Zellner's SUR methods. The idea is that the system method takes into account heteroskedasticity and contemporaneous correlation in the errors across equations. This may be appropriate if the error term of the equation for local expenditures is correlated with the error term of the equation for federal expenditures.

Table 4 contains the results under SUR estimation methods. We are now conducting joint estimation of the processes for local and federal expenditures. In column 1 the linear model yields statistically significant  $\alpha_2$  parameter of 0.753 on local expenditures, which is the response of GSM to transfers. This suggests that increases in unconditional transfers lead to rises in local spending: the flypaper effect. In column 2 the linear model yields statistically significant  $\beta_2$  parameter of  $-3.250$  on federal expenditures, which is now the response of GF to transfers. In this sense, the result is in agreement with Logan (1986) for the United States case at federal level data (found to be  $-2.12$  in his study.)

Columns 3 and 4 of table 4 contains the SUR joint estimation of equations (3) and (4). Column 3 shows the non-linear model yields no statistically significant terms, while column 4 yields all—except for the unemployment rate parameter—statistically significant terms. In the last column, in particular, the effect of output on local government expenditures is 0.192, after the correction for serial correlation. The coefficient of determination of the regression is 0.880 and there remains some serial correlation according to the Durbin-Watson statistic (1.106).

We conduct next estimation of the two models under SUR techniques but in first differences since we found that only unconditional transfers are stationary in levels in table 1. As usual, estimating the model in first-differences obviously reduces the overall  $R^2$  of the model, but serial correlation is considerably diminished. Table 5 contains the estimates of the SUR models in first-differences. None of the equations now has indication of serial correlation and the overall explanatory power varies notably across the columns. For instance, in the linear model, the  $\alpha_2$  coefficient is 0.802, but neither  $\alpha_1$  nor the  $\beta_1$  is statistically significant, which does not support the flypaper effect. The  $\alpha_3$  coefficient is significant and negative, implying that higher unemployment leads to lower state and county expenditures.

TABLE 4

**SUR estimates of linear and non-linear specifications**

$$\text{System 1: } GSM = \alpha_0 + \alpha_1 [1/1 - (A/GSM)]Y + \alpha_2 [(1 + A/GF)/1 - (A/GSM)] + \alpha_3 [1/1 - (A/GSM)] + \alpha_4 U + \varepsilon \quad (3)$$

$$GF = \beta_0 + \beta_1 [1/1 + (A/GF)]Y + \beta_2 [(1 - A/GSM)/1 + (A/GF)] + \beta_3 [1/1 + (A/GF)] + \beta_4 U + \varepsilon \quad (4)$$

$$\text{System 2: } GSM = \alpha_0 + \alpha_1 Y + \alpha_2 A + \alpha_3 U + \varepsilon \quad (5)$$

$$GF = \beta_0 + \beta_1 Y + \beta_2 A + \beta_3 U + \varepsilon \quad (6)$$

Dep. variables → Regressors ( $\alpha$ 's or $\beta$ 's) ↓	Linear model		Logan's non-linear model	
	Dep. variables		Dep. variables	
	GSM	GF	GSM	GF
$\alpha_0$	-0.002 (0.004)	0.009 (0.024)	-0.003 (0.016)	0.205*** (0.023)
$\alpha_1$	0.020 (0.016)	0.205 (0.147)	0.068 (0.044)	0.192*** (0.056)
$\alpha_2$	0.753*** (0.235)	-3.250* (1.885)	0.0002 (0.0002)	-0.014* (0.008)
$\alpha_3$	-0.00001 (0.0001)	-0.0002 (0.001)	-0.005 (0.007)	-0.172*** (0.020)
$\alpha_4$			-0.0002 (0.0002)	-0.0005 (0.0006)
AR(1)	1.093*** (0.060)	0.817*** (0.130)	1.038*** (0.071)	0.886*** (0.079)
Sample size	25	25	25	25
Adj. $R^2$	0.955	0.644	0.930	0.880
D.W. stat.	1.200	1.188	1.486	1.106
No. of iterations	615	615	21	21

Notes: The method of estimation is Zellner's SUR. First-order serial correlation is corrected by the non-linear Marquand algorithm. The mark \*\*\* indicates rejection of the null at the 1% level; \*\* indicates rejection at the 5% level; and \* at the 10% level.

We also conduct extensive J-tests on the linear versus non-linear models for all sets of estimations in tables 2 to 5. Contrary to Logan (1986), however, we do not find unidirectional results. In the Mexican case, the Davidson and MacKinnon (1981) tests do not support clearly one model against the other.



TABLE 5

**SUR estimates of linear and non-linear specifications: differenced model**

System 1:

$$\Delta (GSM) = \alpha_0 + \alpha_1 [1/1 - (A/GSM)] \Delta (Y) + \alpha_2 [(1 + A/GF)/1 - (A/GSM)] + \alpha_3 [1/1 - (A/GSM)] + \alpha_4 \Delta (U) + \varepsilon \quad (3)$$

$$\Delta (GF) = \beta_0 + \beta_1 [1/1 + (A/GF)] \Delta (Y) + \beta_2 [(1 - A/GSM)/1 + (A/GF)] + \beta_3 [1/1 + (A/GF)] + \beta_4 \Delta (U) + \varepsilon \quad (4)$$

System 2:

$$\Delta (GSM) = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta (Y) + \alpha_2 A + \alpha_3 \Delta (U) + \varepsilon \quad (5)$$

$$\Delta (GF) = \beta_0 + \beta_1 \Delta (Y) + \beta_2 A + \beta_3 \Delta (U) + \varepsilon \quad (6)$$

Dep. variables → Regressors (α's or β's) ↓	Linear model		Logan's non-linear model	
	Dep. variables		Dep. variables	
	Δ (GSM)	Δ (GF)	Δ (GSM)	Δ (GF)
α <sub>0</sub>	-0.003*** (0.001)	0.004 (0.004)	-0.002 (0.002)	0.057** (0.025)
α <sub>1</sub>	0.006 (0.013)	0.182 (0.124)	0.062 (0.046)	0.179* (0.095)
α <sub>2</sub>	0.802*** (0.201)	-1.013 (0.983)	0.0003 (0.0003)	0.029** (0.012)
α <sub>3</sub>	-0.0002*** (0.0001)	-0.00004 (0.0012)	0.004 (0.003)	-0.057*** (0.021)
α <sub>4</sub>			-0.0002 (0.0002)	0.0002 (0.001)
AR(1)	0.758*** (0.114)	0.086 (0.203)	0.357 (0.243)	0.546*** (0.194)
Sample size	24	24	24	24
Adj. R <sup>2</sup>	0.523	-0.058	0.280	0.135
D.W. stat.	1.695	1.815	1.751	1.892
N <sup>a</sup> of iterations	26	26	1000	1000

Notes: The method of estimation is Zellner's SUR. First-order serial correlation is corrected by the non-linear Marquandt algorithm. The mark \*\*\* indicates rejection of the null at the 1% level; \*\* indicates rejection at the 5% level; and \* at the 10% level.

**5 CONCLUDING REMARKS**

This paper employs the fiscal illusion hypothesis proposed by Logan (1986) together with studies that emphasize institutional features of Mexican public sector by Ibarra Salazar, Sandoval and Sotres Cervantes (1999, 2001) to evaluate Mexican transfers data over the years 1975 to 2000. As the OLS estimates typically suffer from serial correlation problems, the more robust SUR methodology finds that, in the linear model, the effect of grants at local expenditures is statistically positive (0.753) and at the grantor's outlays is statistically negative (-3.250), a result similar to the one found by Logan (1986) for postwar U.S. data.

Standard unit roots tests on the basic variables, however, suggest that unconditional transfers are stationary processes but other series are likely non-stationary in levels. While the sample period of 26 years is admittedly short, our results cast doubt on the model's application to Mexican data. We conduct next estimation in first-differences and find that the effect of grants at local expenditures is statistically positive (0.802) and at the grantor's outlays is not significant. Combined with the results in levels, the results in this paper thus favor the local positive effect of unconditional transfers, while the result at the grantor's expenditures is less clear-cut.

In the period under study sub national governments faced a soft budget constrain. The federal government implemented a bailout process during the 1994 financial crisis and applied extraordinary transfers, which were assigned under discretionary basis. The result in this paper suggests that municipal and state governments, without a binding fiscal constraint, increased its expenditure in response to increasing unconditional transfers.

As perhaps the first study to evaluate the flypaper effect to Mexican data, we find that the econometric points above clearly cast doubt on the replication of the model in Logan (1986) to Mexico. The recent attempt by Knight (2002) under instrumental variables provides a different explanation, in which a vector of control characteristics may alter significantly the previous evidence in favor of the positive effect at state spending due to grant receipts. We leave this extension for further research.

## REFERENCES

- CADENA, A. R. Necesidades de cambio en las relaciones hacendarias intergubernamentales en México. In: CADENA, A. R. (Compilador). *México hacia un nuevo federalismo fiscal*. Gobierno del Estado de Puebla and Fondo de Cultura Económica, México, p. 121-149, 1996.
- COURCHENE, T.; DÍAZ- CAYEROS, A. Transfers and the nature of the Mexican Federation. In: GIUGALE, M.; WEBB, S. (Eds.). *Achievements and challenges of fiscal decentralization: lessons from Mexico*. The World Bank, Washington, D.C., p. 200-236, 2000.
- DAVIDSON, R.; MACKINNON, J. Several tests for model specification in the presence of alternative hypotheses. *Econometrica*, v. 49, p. 781-793, 1981.
- EBEL, R.; YILMAZ, S. On the measurement and impact of fiscal decentralization. *Policy Research*, The World Bank, Mar. 2002 (Working Papers, n. 2.809).
- FISHER, R. Income and grant effects on local expenditure: the flypaper effect and other anomalies. *Journal of Urban Economics*, v. 12, p. 324-345, 1982.
- GAMBOA, R. *El rescate de los gobiernos estatales por el gobierno federal: comparación de los casos de Estados Unidos, Brasil y México*. Dirección General de Investigación Económica, Banco de México, 1997 (Documento de Investigación, n. 9.704).

GARCÍA DEL CASTILLO, R. *Los municipios en México*. Los retos ante el futuro. Centro de Investigación y Docencia Económicas and Miguel Angel Porrúa, México, 1999.

GIUGALE, M. F.; TRILLO, H.; OLIVEIRA, J. Sub-national borrowing and debt management. In: GIUGALE, M.; WEBB, S. (Eds.). *Achievements and challenges of fiscal decentralization: lessons from Mexico*. The World Bank: Washington, D.C., p. 237–260, 2000.

GRAMLICH, E. Intergovernmental grants: a review of the empirical literature. In: OATES, W. *The political economy of fiscal federalism*. Lexington Books, Lexington, p. 219-239, 1977.

HAMMES, D.; WILLS, D. Fiscal illusion and the grantor government in Canada. *Economic Inquiry*, v. 25, p. 707-713, 1987.

HINES, J.; THALER, R. Anomalies: the flypaper effect. *Journal of Economic Perspectives*, v. 9, n. 4, p. 217-226, 1995.

IBARRA SALAZAR, J.; SANDOVAL, A. M.; SOTRES CERVANTES, L. México: ingresos estatales y dependencia de las participaciones federales. *Comercio Exterior*, v. 49, n. 5, p. 438-444, 1999.

\_\_\_\_\_. Participaciones federales y dependencia de los gobiernos municipales en México 1975-1995. *Investigación Económica*, v. 61, n. 237, p. 25-62, 2001.

INDETEC. Evolución de la integración del fondo general de participaciones 1980-1996. *Revista Indetec*, n. 100, p. 199-208, 1996.

KNIGHT, B. Endogenous federal grants and crowd-out of state government spending: theory and evidence from the federal highway Aid Program. *American Economic Review*, v. 92, n. 1, p. 71-92, 2002.

LOGAN, R. Fiscal illusion and the grantor government. *Journal of Political Economy*, v. 94, n. 6, p. 1.304-1.318, 1986.

MEGDAL, S. The flypaper effect revisited: an econometric explanation. *Review of Economics and Statistics*, v. 69, p. 347-351, 1987.

OATES, W. An essay on fiscal federalism. *Journal of Economic Literature*, v. 37, n. 3, p. 1.120-1.149, 1999.

ORTIZ RUIZ, M. *La mecánica de la distribución de participaciones en ingresos federales a los estados y municipios (un ejemplo numérico)*. Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas, Guadalajara, 1996.

PÉREZ GONZÁLEZ, H. Estructura de las haciendas públicas municipales. *Federalismo y Desarrollo*, v. 48, p. 54-60, 1995.

STEWART, M. Fiscal illusion (the flypaper effect) and government spending in Australia. *Australian Economic Papers*, v. 35, p. 390-396, 1996.

STINE, W. Is local government revenue response to federal aid symmetrical? Evidence from Pennsylvania country governments in an Era of Retrenchment. *National Tax Journal*, v. 47, p. 799-816, 1994.

TRILLO, H. F. ¿Es disciplinado el mercado crediticio estatal mexicano? Una arista para el nuevo federalismo. *El Trimestre Económico*, v. 64, n. 2, p. 199-219, 1997.

VILLANUEVA, A. L. El federalismo mexicano: funcionamiento y tareas pendientes. *In*: CHÁVEZ, H. A. (Coord.). *Hacia um nuevo federalismo?* El Colegio de México y Fondo de Cultura Económica, México, p. 109-152, 1996.

WYCKOFF, P. The elusive flypaper effect. *Journal of Urban Economics*, v. 30, p. 310-328, 1991.

# O BRILHO DA BANDEIRA BRANCA: CONCORRÊNCIA NO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS NO BRASIL

Mariana Rodrigues Pinto\*

Emilson Caputo Delfino Silva\*\*

Este trabalho estuda o surgimento das revendedoras de combustível sem vínculo de exclusividade com nenhuma distribuidora, postos de bandeira branca no mercado brasileiro. Para isso elaborou-se um modelo estratégico simples, em que a única assimetria é com relação a contratos estabelecidos entre distribuidoras e revendedoras que exibem sua bandeira e contratos entre distribuidoras e revendedoras de bandeira branca. Esse modelo estuda as relações estratégicas entre os setores *upstream* (distribuição) e *downstream* (revenda), considerando que existe uma integração vertical parcial, de forma que as revendedoras de bandeira colorida, que estabeleceram contrato com uma distribuidora, estão integradas através do contrato de exclusividade, enquanto a revendedora de bandeira branca permanece não integrada. Como resultado, temos que a existência de revendedoras de bandeira branca no mercado promove preços ótimos mais baixos e maiores quantidades ofertadas em equilíbrio.

## 1 INTRODUÇÃO

A estrutura do mercado de combustíveis no Brasil foi marcada por excessiva intervenção governamental até a década de 1990. A partir daí, iniciou-se o processo de desregulamentação, até a total abertura do mercado que ocorreu em 1º de janeiro de 2002. O estabelecimento de um ambiente concorrencial no setor de derivados de petróleo tem por objetivo a proteção aos interesses do consumidor quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos e a promoção da livre concorrência, de acordo com a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, artigo 1º, incisos III e IX.

Foi autorizada em 1993, pela Portaria do Ministério de Minas e Energia (MME) nº 362, a participação no mercado de revendedoras sem contrato exclusivo com qualquer distribuidora. Esse novo agente passou a ser chamado “revendedor de bandeira branca”. O mercado brasileiro tinha sua indústria de combustíveis caracterizada por contratos exclusivos entre distribuidoras e revendedoras, ou seja, cada revendedora obrigatoriamente estabelecia um contrato de exclusividade com uma distribuidora e apenas adquiria combustível dessa distribuidora. A mudança dessa estrutura foi, sem dúvida, um fator importante para o estabelecimento de uma nova dinâmica de formação de preços, governada por forças de mercado. Devido à importância dessa mudança estrutural para a promoção da concorrência na indústria brasileira de combustíveis, este trabalho enfatiza a entrada dos postos

---

\* Do Corpo de Bombeiros do Distrito Federal.

\*\* Do Georgia Institute of Technology, Estados Unidos.

de bandeira branca com o propósito de analisar os impactos desse novo agente no funcionamento do mercado de combustíveis.

Com o surgimento do revendedor de bandeira branca e de pequenas distribuidoras no mercado várias práticas irregulares foram facilitadas, por exemplo, adulteração de combustíveis, contrabando de gasolina, descumprimento de contratos de exclusividade e sonegação de impostos. Essas práticas causam distorções no funcionamento do mercado, inviabilizam a competição, lesam o consumidor e o contribuinte, reduzem a arrecadação dos estados e da União, estimulam a corrupção e o crime organizado. Essas práticas serão alvo de estudo futuro. No momento, buscaremos analisar os aspectos estratégicos do mercado pressupondo que tais irregularidades não acontecem.

Neste trabalho é desenvolvido um modelo estratégico simples, mas que procura englobar os principais aspectos do mercado brasileiro de gasolina. A única assimetria desse modelo é com relação a contratos estabelecidos entre distribuidoras e revendedoras que exibem sua bandeira e contratos entre distribuidoras e postos de bandeira branca. Analisamos a competição entre distribuidoras e entre revendedoras e elaboramos um modelo vertical (*upstream-downstream*) no qual esses dois tipos de agentes interagem. Este modelo é solucionado em três estágios de um jogo seqüencial. Com essa modelagem chegamos a conclusões interessantes. Constatamos que existe uma forte complementaridade estratégica entre os preços desse mercado. Comparamos também preços e quantidades de equilíbrio e notamos que revendedoras de bandeira branca vendem uma quantidade maior a um preço menor do que revendedoras estabelecidas com bandeira (bandeira colorida). Mostramos ainda que distribuidoras vendem seu produto a preços maiores às revendedoras que possuem bandeira colorida do que a revendedora de bandeira branca. Esse fato aparentemente paradoxical se deve aos contratos de exclusividade assinados entre distribuidoras e revendedoras que carregam suas bandeiras. O brilho da bandeira branca surge da constatação de que o comércio de combustíveis se move mais perto de um mercado de concorrência a partir da introdução dos postos de bandeira branca.

Além desta breve introdução, teremos, na seção a seguir, um breve histórico: a estrutura de formação de preços atual, a estrutura do mercado atual e alguns números do mercado. Na seção 3 será apresentado o resultado da literatura sobre o tema. Em seguida, na seção 4, teremos o desenvolvimento do trabalho, a começar pela determinação do modelo na seção 5. Na seção 6 será solucionado o jogo seqüencial, e por último a seção 7 apresenta as conclusões do trabalho.

## 2 HISTÓRICO<sup>1</sup>

A partir dos anos 1990 verifica-se no Brasil um gradual processo de desregulamentação do mercado de combustíveis. Seu objetivo é reduzir o papel do Estado como operador e proprietário de ativos no setor produtivo e ceder lugar ao Estado regulador, responsável por assegurar a liberdade dos agentes privados em busca de eficiência, progresso e qualidade de serviço, além de proteger os consumidores contra abusos de poder de mercado. Este processo foi motivado pela insatisfação com o Estado na operação dos setores econômicos, combinado à necessidade de novos investimentos<sup>2</sup> e ao questionamento quanto à eficiência do monopólio.

Nesse contexto, foram feitas diversas alterações que afetaram a estrutura concorrencial desse mercado. Serão apresentados a seguir os fatos mais relevantes para este estudo:

- Portaria do MME nº 258, de 29 de julho de 1993. Revogou algumas exigências que impediam a participação no mercado de distribuidoras de pequeno porte.

- Portaria do MME nº 362, de 3 de novembro de 1993. Autorizou revendedores sem contrato exclusivo com nenhuma distribuidora, os chamados “postos de bandeira branca”, a atuarem no mercado.

- Portaria nº 59/1996 do Ministério da Fazenda (MF), de 29 de março de 1996, que liberou os preços de venda das distribuidoras e dos revendedores para a gasolina e o álcool hidratado em praticamente todo o território nacional, à exceção de alguns municípios da região Norte supridos pelo modal fluvial.

- Portaria do MF nº 294/1996, de 13 de dezembro de 1996. Liberação dos preços de venda do álcool anidro<sup>3</sup> nas unidades produtoras, prevista para 1º de maio de 1997.

- Portaria MF/MME nº 292/1996, de 16 de dezembro de 1996. Redução do subsídio ao álcool hidratado em todo o território nacional e liberação dos preços deste e da gasolina nos estados de Tocantins, Mato Grosso, Rondônia, Amazonas e Pará.

- Lei nº 9.478/1997, de 6 de agosto de 1997. Criou o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), responsável por estabelecer as diretrizes da política energética nacional, e criou a ANP, órgão regulador da indústria do petróleo, vinculado ao MME. Dentre suas atribuições, a ANP incorporou as funções do De-

---

1. Essa seção baseou-se nos trabalhos de Silveira (2002) e Schechtman *et al.* (2001), e em dados obtidos no site da Agência Nacional de Petróleo (ANP).

2. As crises do petróleo nos anos 1970 e o aumento das taxas de juros internacionais causaram um aumento do endividamento externo que, aliado à moratória mexicana, reduziu a capacidade de captação de recursos para a realização de investimentos.

3. A composição da gasolina C é 75% de gasolina A e 25% de álcool anidro.

partamento Nacional de Combustíveis (DNC), órgão vinculado ao Ministério da Infra-Estrutura (Minfra), até então responsável pela regulamentação do setor.

Essa lei também previa um período de transição que deveria durar no máximo 36 meses, e que foi prorrogado para vigor até 31 de dezembro de 2001 pela edição da Lei nº 9.990, de 21 de julho de 2000. Durante esse período os reajustes e revisões dos preços dos derivados básicos de petróleo e gás natural, praticados pelas refinarias e pelas unidades de processamento, estariam sob as diretrizes do MF e do MME.

Desde o início da desregulamentação foram sendo tomadas medidas para eliminar as distorções de mercado geradas pela existência de subsídios cruzados entre combustíveis e para ressarcir despesas de distribuição de transporte, de forma a permitir a liberação das importações para que um mercado competitivo fosse factível. Essas medidas incluem liberação de preços, margens e fretes em toda a cadeia produtiva e a eliminação gradual dos subsídios existentes nos derivados de petróleo, além de alteração na estrutura tarifária.

- Portaria MF/MME nº 3/1998, de 27 de julho de 1998. Revogou a sistemática até então existente de formação de preços dos derivados, e estabeleceu nova estrutura de preço do petróleo e seus derivados no país. Esta portaria marcou o início do processo de alinhamento dos preços nacionais ao mercado internacional. A partir de 1º de agosto de 1998, o preço de realização de cada derivado passou a variar mensalmente, em função do seu preço no mercado internacional. Esta portaria liberou, também, o preço do petróleo bruto nacional. Extinguiu-se assim a metodologia pela qual o governo arcava com as eventuais diferenças positivas entre o preço CIF do petróleo importado e o da matéria-prima fixado internamente no país.

- Portaria MF/MME nº 28/1999, de 9 de março de 1999. Os preços ao consumidor da gasolina e do álcool hidratado foram liberados em todo território nacional.

- Portaria MF/MME nº 2/2001, de 4 de janeiro de 2001. Alterou a sistemática de preços de faturamento da gasolina automotiva, óleo diesel e gás liquefeito de petróleo (GLP) nas refinarias, demais produtores ou importadores.

- 01/01/2002: fim do período de transição. Preço livre nas refinarias.

## 2.1 Estrutura atual de formação dos preços

Será apresentada a seguir a formulação da atual estrutura de formação de preços, pois foi a que serviu de base para determinar o modelo desenvolvido neste trabalho. Note-se que o preço da gasolina ao consumidor (preço-bomba) representado por “U” é a soma do preço pago ao distribuidor, da margem de revenda e do imposto. O preço que o revendedor paga ao distribuidor é a soma do preço que



## o distribuidor paga pelo produto e por outros custos incluindo frete, margem de distribuição e imposto.

---

### Gasolina comum

---

#### 1) Composição do custo da gasolina "A" desde o produtor

A. Preço de realização

$$A = D - B - C$$

B. Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide) (1)

C. Programa de Integração Social (PIS)/Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (Pasep) e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins) (2)

$$C = (D + E) * (PIS\% + Cofins\%)$$

D. Preço de faturamento sem Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) (3)

E. ICMS do produtor (4)

$$E = [(D/(1 - ICMS\%))] - D$$

F. Base de cálculo do ICMS cheio (5)

$$F = D/[(1 - ICMS\%) * (1 + MVA\%)]$$

G. Substituição tributária do ICMS

$$G = (F * ICMS\%) - E$$

H. Faturamento do produtor

$$H = D + E + G$$

#### 2) Composição do preço do álcool anidro

I. Preço do álcool anidro (3)

J. Frete de coleta (3)

K. Faturamento do álcool anidro

$$K = I + J$$

#### 3) Composição do custo da gasolina "C" a partir da distribuidora

L. Frete de gasolina "A" até a base de distribuição (3)

M. Preço de aquisição da distribuidora (MIX) (6)

$$M = [(H + L) * 0,75] + (K * 0,25)$$

N. Margem da distribuidora (3)

O. Frete da base de distribuição até o posto revendedor (3)

P. CPMF da distribuição

$$P = (M + N + O) * CPMF\%$$

Q. Preço de faturamento da distribuidora

$$Q = M + N + O + P$$

#### 4) Composição do preço de venda da gasolina

R. Preço de aquisição da revenda

$$R = Q$$

S. Margem da revenda (3)

T. CPMF da revenda

$$T = (R + S) * CPMF\%$$

U. Preço-bomba de gasolina "C"

$$U = R + S + T$$


---

Fonte: ANP.

Obs.: (1) Lei nº 10.336, de 19/12/2001 e Decreto nº 4.565, de 1/1/2003.

(2) Lei nº 9.990, de 21/7/2000.

(3) Valores não sujeitos a tabelamento.

(4) Alíquotas estabelecidas pelos governos estaduais.

(5) Margem de valor agregado estabelecida em convênios ICMS ou Atos da Comissão Técnica Permanente (Cotepre).

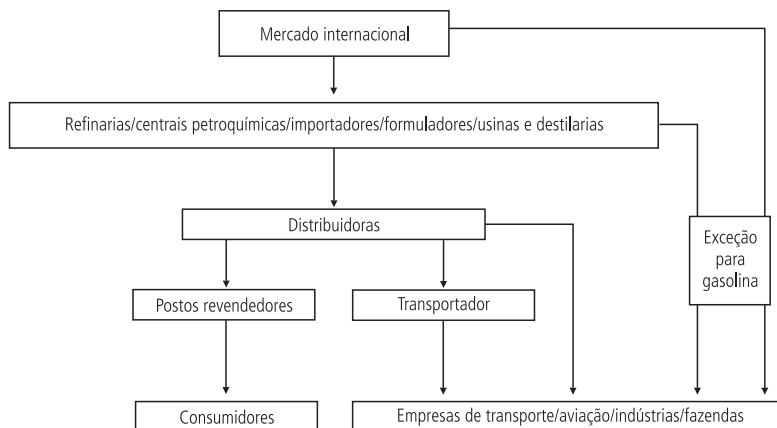
(6) Portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) nº 554, de 27/5/2003.

Vale citar que a carga tributária varia de uma região para outra. No Distrito Federal (DF), por exemplo, a carga tributária total sobre o preço de revenda dos postos é de 43,71%.<sup>4</sup>

## 2.2 Estrutura atual do mercado

As distribuidoras podem adquirir combustível das refinarias, das centrais petroquímicas, dos importadores, dos formuladores e das usinas e destilarias, não podendo obtê-lo diretamente do mercado internacional. As distribuidoras, além de vender para os postos revendedores, podem vender para os transportadores ou diretamente para empresas de transporte, aviação, indústrias e fazendas. Os consumidores comuns só podem comprar combustível dos postos revendedores. Já as empresas de transporte, aviação, indústrias e fazendas podem adquirir combustível de transportadores e distribuidoras, além de poder adquirir combustível, exceto gasolina, de refinarias, centrais petroquímicas, importadores, formuladores, usinas, destilarias e do mercado internacional. Para visualizar melhor, observe-se o esquema abaixo:

FIGURA 1



Este trabalho foca a comercialização de gasolina entre as distribuidoras, postos revendedores e consumidores comuns.

4. Dados de maio de 2003. Fonte: Sindicato do Comércio Varejista de Combustíveis Automotivos e de Lubrificantes do Distrito Federal (Sinpetro/DF).

## 2.3 Alguns números do mercado

### 2.3.1 Distribuição

#### Porcentagem nas vendas de gasolina C – 2000-2002

Ano	Número de bandeiras	BR	Ipiranga	Esso	Shell	Texaco
2000	160	18,6	14,4	12,4	11,4	9,1
2001	163	20,0	15,2	12,5	11,3	8,4
2002	169	21,7	14,9	12,0	11,0	8,4

Fonte: ANP.

Notamos que a participação no mercado das maiores distribuidoras não vem caindo significativamente com a entrada de novas distribuidoras. Infelizmente, para uma análise melhor, não temos dados desde a liberação, em 1993.

### 2.3.2 Revenda

#### Porcentagem do número de postos por bandeiras – 2000-2002

Ano	Número de bandeiras	BR	Ipiranga	Esso	Shell	Texaco	Bandeira branca
2000	119	23,6	18,8	10,57	12,1	11,1	8,2
2001	142	21,1	16,0	8,6	9,6	9,9	18,1
2002	138	18,0	13,8	7,6	7,5	8,9	26,8

Fonte: ANP.

Notamos que o número de postos de bandeira branca está em crescimento em relação ao total de postos, enquanto este número para as cinco maiores bandeiras está caindo. Apesar de não termos os dados necessários para uma análise apropriada, podemos constatar que os postos de bandeira branca têm significativa participação no mercado.

## 3 RESULTADO DA LITERATURA

Das muitas alterações ocorridas no mercado de combustível nos anos 1990, a alteração das possibilidades de contrato entre distribuidoras e revendedores tem recebido pouca atenção, o que pode ser notado pela inexistência de trabalhos que enfatizem esse ponto importante no contexto de formação de preço e na dinâmica concorrencial.

A maioria dos trabalhos encontrados sobre o mercado brasileiro de combustível faz uma análise do processo de desregulamentação, dos fatos históricos que motivaram o início da desregulamentação, da mudança na estrutura tributária, entre outros fatores. O trabalho de Considera *et al.* (2002) elaborou uma inter-

pretação prospectiva sobre a dinâmica do mercado de combustíveis no Brasil, identificando potenciais entraves à prática da concorrência entre os agentes do setor, decorrente da total desregulamentação. O trabalho foi estruturado visando averiguar as reais condições de os concorrentes serem capazes de contestar o poder de monopólio da Petrobras e os impactos sobre os preços dos derivativos decorrentes da desregulamentação. Foram elaborados questionários aos agentes buscando colher impressões e análises com relação ao comportamento do mercado no cenário pós-liberação. Faz-se uma análise da oferta e da demanda no país, da movimentação mundial de derivados de petróleo, e examinam-se o mecanismo de formação de preços, a infra-estrutura de internação e a movimentação interna de derivados de petróleo.

Na seção onde se faz a análise de formação de preço dos combustíveis, os autores priorizam a idéia de que os preços internos serão fixados em função do conceito de paridade de importação e que novas entradas decorrerão do *mark-up* praticado pelos agentes já atuantes. Justificam a utilização desse conceito por dois fenômenos. O primeiro, a insuficiência na oferta nacional de determinados derivados estimularia um aumento nos preços, o que, por sua vez, poderia ter dois efeitos: a redução do consumo e a entrada de novos ofertantes no mercado. Sobre o segundo fenômeno, isto é, a estrutura altamente concentrada, os autores dizem que em um mercado monopolizado o agente econômico, com uma curva de demanda normal de elasticidade variável, maximizará seu lucro operando na parte elástica da curva de demanda, ou seja, sendo seu preço definido a partir de um *mark-up* imputado sobre seu custo marginal, o preço será tanto maior quanto menor for a redução da demanda frente a uma elevação dos preços. Considera-se a elasticidade-preço da demanda por gasolina, em módulo, menor do que um. Assim, um monopolista nesse mercado teria incentivo a reduzir sua quantidade ofertada (ou elevar seus preços). Seguindo esse raciocínio, os autores esperam uma elevação dos preços da gasolina após a liberação.

Concluiu-se com esse trabalho que as diferenças entre as condições de otimização das refinarias e a estrutura de mercado (modal rodoviário na movimentação interna de cargas) ocasionam déficit na oferta de diesel e outros derivados, enquanto se tem excedente de gasolina e óleos combustíveis, sendo a demanda complementada por importações, em que a Petrobras é a empresa mais relevante. Sobre os entraves possíveis, concluíram os autores que as chamadas *baselines* rigorosas – que dizem respeito a especificações da qualidade dos combustíveis para assegurar maior proteção ambiental – poderiam funcionar como barreira técnica à entrada de novos agentes, limitando o ambiente concorrencial. Consideram também que qualquer alteração na cotação do produto no mercado internacional poderá ser determinante para o comportamento interno dos preços dos derivados de petróleo. Esse trabalho não faz referências específicas sobre a entrada de postos de bandeira

branca no mercado, nem mesmo sobre o relacionamento entre distribuidoras e revendedoras.

O trabalho do Comanor e Riddle (2003) trata de mudanças que podem ocorrer no mercado de combustíveis da Califórnia devido à regulamentação que se estuda implantar. Naquele mercado as revendedoras podem ser operadas pela refinaria e com empregados da refinaria ou pode ser alugada pela refinaria ao operador ou ainda revenda operada e contratada por terceiros, chamados “negociantes contratuais”. Os três tipos de revenda são diretamente ofertados pelas suas refinarias afiliadas. A marca da gasolina é definida de acordo com os aditivos que cada refinaria acrescenta. Postos vendendo gasolina sem marca representam 40% dos postos na Califórnia: a gasolina sem marca, gasolina sem aditivos ou gasolina comum, é a mais barata.

Na estrutura atual as refinarias determinam o preço de acordo com quem compra. Ou o comprador é uma distribuidora (compra gasolina com marca ou sem marca) ou a venda é feita diretamente para o posto, e neste caso o preço varia segundo o local em que está situado o posto e o volume comprado (inclui frete). O preço de revenda é estabelecido pelas condições de mercado numa determinada área geográfica onde os postos competem entre si, chamadas zonas de preço. Estimou-se uma regressão para preço de revenda, e as variáveis que indicavam o refinador foram positivas e significativas. E para as zonas concluiu-se que há significantes alterações no preço ocasionadas pelas diferenças entre elas. Devido a essas diferenças, levantaram-se hipóteses que levem a preços mais uniformes. Uma dessas propostas é que se permitisse aos postos obterem gasolina de qualquer ponto de distribuição da refinaria afiliada, sem diferenciação de preços. Concluiu-se que essa proposta suprime as pressões competitivas e promove preços mais altos.<sup>5</sup> Podemos exemplificar com esse trabalho as grandes diferenças nos mercados de combustíveis de diferentes países ou localidades.

Contín, Correljé e Huerta (1999) examinam a evolução do mercado de gasolina da Espanha, desde a abolição do monopólio do petróleo (1993) até a completa liberalização do mercado (1998). Notamos que o mercado de combustível da Espanha passa por um período que se assemelha ao período de transição que ocorreu no Brasil até a total abertura do mercado. Com a reestruturação do setor de petróleo nos anos 1980 e início dos anos 1990, surgiu um oligopólio altamente concentrado no mercado de combustível automotivo espanhol. Um sistema de preços máximos substituiu a condição de preços administrados em julho de 1990. Desde então, novas operadoras domésticas e estrangeiras têm entrado no mercado. Foram estudados nesse trabalho três diferentes comportamentos dos preços de

---

5. Vale lembrar que o trabalho estudado de Comanor e Riddle (2003) é de julho de 2003, podendo ter ocorrido mudanças na estrutura do mercado de combustíveis da Califórnia, ou ainda, podem existir alguns fatos não citados pelos autores.

1990 a 1998, relacionando preços praticados e preços máximos. No primeiro momento esses preços não estão relacionados, e em um segundo momento estão no mesmo nível, e num terceiro momento são praticados em um nível abaixo dos preços máximos fixados pelo governo. Os autores relatam que esse fato se deve a mudanças de estratégia das firmas de um período para o outro. A entrada de novas operadoras e a perda de participação de mercado de grandes empresas do setor fizeram com que uma grande empresa (Repsol), que detinha cerca de 54% das vendas em 1996, em vez de buscar altas margens, reduziu seus preços e a partir daí as demais empresas foram acompanhando essa redução.

Em meados de 1998 o sistema de preços máximos foi abolido, e o governo considerou o fato como um impedimento para a liberalização do mercado. No final de 1997, cerca de 1.600 estações de serviços operavam sob contratos de venda exclusivos, assinados entre donos privados e a *Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos Sociedad Anónima (Camps)* durante os anos 1980 e cedidos às refinarias da Espanha. Esses contratos expiram entre 1996 e 2002, dando oportunidade para ofertantes independentes aumentarem suas participações. Assim, existe um potencial para a expansão da rede de canais da Espanha e para a intensificação da competição. Não foram encontrados trabalhos atuais sobre o mercado da Espanha, mas pelo exposto sobre a evolução de sua estrutura, podemos supor que o mercado de combustível brasileiro tem similaridades com o mercado espanhol.

Dos trabalhos examinados o mais relevante para este estudo é o de Peppal e Norman (2001). Nesse trabalho os autores tratam da diferenciação do produto, das relações *upstream-downstream* e tentam preencher uma lacuna na literatura, pois, embora seja prolífica na organização industrial sobre diferenciação do produto, ela quase inteiramente se limita a focar em preço e em competição do produto no mercado *downstream*, dando pequena atenção à maneira como a diferenciação do produto é atualmente alcançada. Em particular, a conexão entre diferenciação do produto no mercado *downstream* e a diferenciação do produto no mercado *upstream* tem recebido pouca atenção. Um dos meios mais importantes pelo qual as firmas *downstream* diferenciam seus produtos é ainda através do uso de *inputs* diferenciados ou especializados. Similarmente, existe extensiva literatura sobre relacionamentos verticais, porém os cenários comumente estudados assumem que existe um monopólio em pelo menos um dos lados do mercado, suposição que simplifica o *design* dos contratos complexos, tais como preços não lineares, manutenção do preço de revenda ou arranjos de relacionamento exclusivo.

Nesse artigo desenvolve-se um modelo estilizado para um setor *upstream* que oferta serviços especializados para um setor *downstream* de produtos diferenciados. O modelo captura importantes características, relevantes para os relacionamentos verticais observados atualmente. Nele, nenhum cenário de monopólio é aplicado.

A análise começa com o caso de um *benchmark*, depois é analisada a criação de uma rede horizontal para facilitar as alianças entre os ofertantes *upstream*. E por último desenvolve para o caso de integração vertical parcial, que é o caso que mais se aproxima do nosso trabalho. Na integração parcial alguns, mas nem todos, produtores *downstream* possuem seus ofertantes *upstream* especializados. São desenvolvidos nesse trabalho três tipos de integração vertical entre mercados *upstream* e *downstream*, porém nenhum deles se assemelha ao tipo de integração que temos no mercado de combustível do Brasil, e por isso, apesar de modelagem semelhante, os resultados são diferentes. Já na questão da diferenciação do produto é utilizada uma forma similar. No trabalho de Pepall e Norman, a mensuração do grau de diferenciação do produto no mercado *downstream* é medida através de  $\gamma$ , quando  $\gamma \rightarrow \infty$  os produtos são completamente diferenciados e quando  $\gamma \rightarrow 0$  os produtos no mercado *downstream* são perfeitamente substitutos, sendo a função demanda assim determinada:

$$q_{(j;k)}(p) = 1 - p_{(j;k)} - \frac{1}{\gamma} (p_{(j;k)} - \bar{p})$$

onde  $p_{(j;k)}$  é o preço do produto ( $j; k$ ) no mercado e  $\bar{p}$  é o preço médio dos quatro bens substitutos disponíveis no mercado *downstream*. Podemos notar a grande semelhança com a função demanda utilizada no nosso modelo. Quando consideramos  $d$  como *proxy* para o inverso da distância, o  $\gamma$  do modelo de Pepall e Norman (2001) se assemelha à distância entre os postos na nossa função demanda.

Para cada caso é solucionado um jogo com dois estágios, depois os autores fazem uma comparação entre os resultados. A descoberta central desse artigo é que a lucratividade relativa de diferentes relacionamentos verticais entre ofertantes *upstream* e produtores *downstream* depende do grau de diferenciação do produto ou da competição de preço no setor *downstream*.

O trabalho de Gilbert e Hastings (2001) é também interessante para este estudo, pois aplica metodologia parecida a mercado de combustíveis. Esse trabalho tem enfoque diferente do nosso, aborda o relacionamento vertical entre o refino (*upstream*) e a distribuição (*downstream*) e os efeitos dessa estrutura nos preços de atacado da gasolina sem marca vendida aos revendedores independentes. Ao passo que nós analisamos o relacionamento vertical entre distribuição e revenda, e os efeitos no preço de varejo.

Solucionam um jogo estratégico aplicado ao mercado de gasolina, com a intenção de responder se a integração leva ao aumento do preço *upstream*, ou seja, aumenta o custo dos rivais. O modelo providencia uma fundamentação teórica para explorar o relacionamento empírico entre estrutura de mercado e preços de gasolina no atacado. Teoricamente, o efeito de um aumento na integração vertical

é ambíguo por causa da ação de forças opostas para aumento e redução dos preços de atacado. Os conjuntos de dados analisados mostram que um aumento no grau de integração vertical está associado com altos preços de atacado.

Conclui-se que firmas com poder de mercado que operam em ambos os níveis do mercado têm incentivos para aumentar os preços no atacado para seus competidores *downstream*. Portanto, esses incentivos estratégicos podem ser compensados pelas mudanças na demanda pelo bem *upstream* que acompanham mudanças na estrutura do mercado vertical. O balanço desses efeitos depende das circunstâncias factuais em cada mercado. Além do mais, mudanças na estrutura vertical do mercado podem ter impactos complicados em outras variáveis, tais como as elasticidades-cruzadas entre firmas independentes e integradas verticalmente, o que afeta o incentivo para firmas integradas verticalmente aumentarem o custo de rivais. Assim a investigação de impactos da estrutura de mercado vertical requer uma análise empírica cuidadosa guiada pelas predições teóricas.

#### 4 O MODELO

Buscou-se adotar um modelo estratégico simples, mas que englobasse as principais características do mercado de combustíveis no Brasil no âmbito da revenda. Neste modelo o mercado de revenda é composto por duas revendedoras de bandeira colorida e uma revendedora de bandeira branca. Modela-se também a interação vertical entre as distribuidoras e as revendedoras (*upstream-downstream*), em que a divisão *upstream* é composta por duas distribuidoras de bandeira colorida. É também considerado o fato de que o mercado é apenas parcialmente integrado, no sentido de que existem empresas integradas e empresas não integradas; as revendedoras de bandeira colorida estão integradas através de contratos exclusivos com suas respectivas distribuidoras, enquanto as revendedoras de bandeira branca permanecem não integradas. As distribuidoras integradas também ofertam seu produto à revendedora não integrada; não existe aliança na divisão *upstream* com objetivo estratégico de expulsar a revendedora não integrada do mercado, nem para determinação conjunta de preços.

A solução do equilíbrio de Nash desse subjogo perfeito ocorre em três estágios. O primeiro estágio trata do esforço das distribuidoras no sentido de estabelecer contrato exclusivo com as revendedoras; para isso é oferecido um incentivo que será determinado nesse estágio, de forma que teremos no mercado um posto de cada bandeira colorida e um posto de bandeira branca. No segundo estágio as distribuidoras escolhem simultaneamente seus preços e quantidades de distribuição, cada uma tomando como dadas as escolhas da outra. No terceiro estágio, as revendedoras competem em preços por seus consumidores, escolhendo preços e quantidades de revenda, face aos preços das distribuidoras, e cada uma tomando como dadas as escolhas das outras.



## 4.1 Postos revendedores

### 4.1.1 Tecnologia

O custo fixo inicial de qualquer posto é  $f > 0$ . As revendedoras em operação vendem  $q_b > 0$ ,  $b = 1, 2$ , milhões de litros de combustível.

#### Bandeira branca

O custo operacional marginal e o preço do combustível pago pela revendedora são representados por  $c_0$  e  $P_b$ , respectivamente. Os tributos são representados por  $t$  e assim o custo marginal total é  $c_b \equiv c_0 + P_b + t$ . O custo total da revendedora de bandeira branca é:

$$ct_b(q_b; f, c) = f + c_b q_b$$

#### Bandeira colorida

No estabelecimento do contrato entre a distribuidora de bandeira colorida e a revendedora que carrega a mesma bandeira se afirma uma fração  $\alpha_i$  do custo fixo de instalação da revendedora a ser paga pela distribuidora, sendo que  $0 < \alpha_i < 1$ . Se  $P_i$  representa o preço pago pela revendedora  $i$ , sendo  $i = 1, 2$ , o custo marginal total é  $c_i \equiv c_0 + P_i + t$ . O custo total de uma revendedora colorida  $i$  é:

$$ct_i(q_i; f, c, \alpha_i) = (1 - \alpha_i)f + c_i q_i$$

### 4.1.2 Demanda

#### Bandeira branca

As revendedoras de bandeira branca confrontam com a seguinte função de demanda:

$$q_b(p_b; p_1, p_2, a, d) = a - p_b + d(p_1 + p_2)$$

onde  $a > 0$ ,  $0,5 \leq d \leq 0,69$ ,  $i = 1, 2$ . As variáveis  $p_b$ ,  $p_1$  e  $p_2$  são os preços de venda das revendedoras de bandeira branca e bandeiras coloridas 1 e 2, respectivamente. O parâmetro de deslocamento da curva de demanda,  $a$ , é um número resultante de vários fatores exógenos que influenciam a demanda pelo produto vendido pela revendedora, tais como a facilidade de acesso ao posto, o volume de tráfego na vizinhança do posto e o nível de renda da clientela.

Apesar de o combustível comercializado entre os mercados *upstream* e *downstream* ser homogêneo, esse produto é diferenciado no mercado *downstream* para o consumidor final. Essa diferenciação se dá através do parâmetro  $d$ , que nos fornece o grau de sensibilidade do produto vendido por uma revendedora com relação aos preços de revenda das demais. Uma interpretação plausível é que ele serve de *proxy* para o inverso da distância entre os postos revendedores. Restringimos o valor desse parâmetro ao intervalo  $[0,5, 0,69]$  porque esta restrição garante soluções bem comportadas para o modelo, como veremos adiante.

### Bandeira colorida

As revendedoras de bandeira colorida  $i, j = 1, 2$  sendo  $i \neq j$  confrontam a seguinte função de demanda:

$$q_i(p_i; p_j, p_b, a, d) = a - p_i + d(p_j + p_b)$$

Este modelo, portanto, é simétrico em quase toda a sua totalidade. As variáveis  $a, f, d, c_0, t$  são iguais para as revendedoras de bandeira colorida e para a revendedora de bandeira branca. Visamos com isto enfatizar a competição das distribuidoras pelo negócio do posto de bandeira branca. Como discutimos acima, a única assimetria no modelo se refere às diferenças de contratos estabelecidos entre distribuidoras e revendedoras de mesma marca e contratos estabelecidos entre distribuidoras e a revendedora de bandeira branca.

## 4.2 Distribuidoras

### 4.2.1 Tecnologia

A distribuidora arca com uma fração  $\alpha_i$  do custo fixo da revendedora que mantém sua bandeira. Além disso, ela confronta um custo marginal operacional,  $C_0 > 0$  e um preço e imposto por unidade do combustível comprado junto à refinaria,  $P^R > 0$  e  $T > 0$ , respectivamente. Sendo assim o custo marginal total é  $C = C_0 + P^R + T$ . A distribuidora  $i, i = 1, 2$  sendo  $i \neq j$ , vende a quantidade  $Q_i$  no mercado, sendo  $Q_{ib}$  vendidos à revendedora de bandeira branca e  $Q_{ii}$  vendidos à distribuidora de sua bandeira. Portanto  $Q_i = Q_{ii} + Q_{ib}$ . O custo total da distribuidora é:

$$CT_i(Q_{ii}, Q_{ib}, \alpha_i; f) = \alpha_i f + C(Q_{ii} + Q_{ib})$$

### 4.2.2 Demanda

A distribuidora  $i$  confronta as seguintes funções de demanda por seus produtos:

$$Q_{ii} = q_i: \text{ só há uma revendedora da bandeira colorida } i.$$

$$Q_{ib} = q_b \quad \text{se } P_{ib} < P_{jb}$$

$$Q_{ib} = 0 \quad \text{se } P_{ib} > P_{jb}$$

$$Q_{ib} = \frac{q_b}{2} \quad \text{se } P_{ib} = P_{jb} = P_b$$

sendo  $i, j = 1, 2$   $i \neq j$ , onde  $P_{ib}$  e  $P_{jb}$  são os preços cobrados pelas distribuidoras  $i$  e  $j$  à revendedora de bandeira branca. Em equilíbrio, as distribuidoras cobrarão da revendedora de bandeira branca o mesmo preço por seus produtos, como será mostrado na próxima subseção. Denotaremos este preço de  $P_b$ . As restrições acima são oriundas do processo de competição do tipo Bertrand, em que a distribuidora  $i$  concorre com a distribuidora  $j$  pelo negócio da revendedora de bandeira branca. Os produtos vendidos pelas distribuidoras são homogêneos e perfeitamente substitutos.

### 4.3 Jogo seqüencial

Como dito anteriormente, as distribuidoras e revendedoras jogam um jogo seqüencial de três estágios. Formalmente o jogo pode ser descrito da seguinte forma:

Primeiro estágio: As distribuidoras e revendedoras antecipam as escolhas ótimas dos agentes nos 2º e 3º estágios e as distribuidoras escolhem  $\alpha_i$ ,  $i = 1, 2$ , para maximizar seu lucro.

Segundo estágio: A distribuidora  $i$  escolhe  $\{P_i, P_{ib}, Q_{ii}, Q_{ib}\}$  para maximizar seu lucro, sujeito às restrições de demanda, dada a escolha da distribuidora  $j$ , sendo  $i, j = 1, 2$   $i \neq j$ .

Terceiro estágio: As revendedoras observam as escolhas ótimas das distribuidoras  $\{P_1, P_2, P_{1b}, P_{2b}, Q_1, Q_2, Q_{1b}, Q_{2b}\}$  e simultaneamente escolhem  $\{p_b, q_b\}$ , sendo  $h = 1, 2, b$ , para maximizar seus lucros.

O conceito de equilíbrio deste jogo é o equilíbrio de Nash de subjogo perfeito. Resolveremos inicialmente o último estágio do jogo, depois o segundo estágio e por fim o primeiro. As distribuidoras antecipam corretamente as escolhas ótimas das revendedoras e levam essas escolhas em conta quando fazem as suas próprias.

## 4.4 Resolução do jogo

### 4.4.1 Terceiro estágio

Problema confrontado pela revendedora de bandeira branca

A revendedora de bandeira branca escolhe  $\{p_b, q_b, c_b\}$  para maximizar seu lucro:

$$\pi_b \equiv (p_b - c_b)q_b - f$$

sujeito a:  $q_b = a - p_b + d(p_1 + p_2)$

Substituindo a função demanda na função objetivo, temos:

$$\underset{\{p_b\}}{\text{Max}} \pi_b = (p_b - c_b)[a - p_b + d(p_1 + p_2)] - f$$

Problema confrontado pela revendedora de bandeira colorida

A revendedora de bandeira colorida escolhe seu preço e sua quantidade de revenda para maximizar seu lucro:

$$\pi_i = (p_i - c_i)q_i - (1 - \alpha_i)f$$

sujeito a:  $q_i = a - p_i + d(p_b + p_j)$ ,  $i, j = 1, 2$ ,  $i \neq j$

Substituindo a função de demanda na função objetivo, temos:

$$\underset{\{p_i\}}{\text{Max}} \pi_i = (p_i - c_i)[a - p_i + d(p_b + p_j)] - (1 - \alpha_i)f$$

Solução

Pressupondo-se que  $p_b > c_b$  e  $q_b > 0$  em equilíbrio, a condição de primeira ordem para a revendedora de bandeira branca é a seguinte:

$$\frac{\partial \pi_b}{\partial p_b} = q_b - (p_b - c_b) = 0 \quad \Rightarrow \quad p_b - c_b = q_b > 0 \quad (1a)$$

A equação (1a) nos informa que a revendedora de bandeira branca escolhe

um preço acima do custo marginal. De fato, o preço ótimo é determinado de acordo com a igualdade entre receita marginal,  $p_b - q_b$ , e custo marginal,  $c_b$ . Note que a condição suficiente de segunda ordem é satisfeita:

$$\frac{\partial^2 \pi_b}{\partial p_b^2} = -2 < 0$$

Pressupondo-se que  $p_i > c_i$  e  $q_i > 0$  em equilíbrio, a condição de primeira ordem para a revendedora de bandeira colorida  $i$ ,  $i = 1, 2$  é a seguinte:

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial p_i} = q_i - (p_i - c_i) = 0 \quad \Rightarrow \quad p_i - c_i = q_i > 0 \quad (1b)$$

Note que a condição suficiente de segunda ordem é satisfeita:

$$\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial p_i^2} = -2 < 0$$

Se dividirmos as condições de primeira ordem (1a) e (1b) pelos preços das respectivas revendedoras, temos as equações do índice de Lerner de poder de mercado:

$$\frac{q_b}{p_b} = \frac{p_b - c_b}{p_b} > 0, \quad b = 1, 2, b$$

Como os índices de Lerner são positivos, as revendedoras exercem poder de mercado e têm lucros operacionais positivos.

Substituindo as equações das condições de primeira ordem (1) na função demanda, temos o seguinte sistema de equações:

$$\begin{cases} 2p_b - d(p_1 + p_2) = a + c_b \\ 2p_1 - d(p_b + p_2) = a + c_1 \\ 2p_2 - d(p_b + p_1) = a + c_2 \end{cases} \quad (2)$$

O determinante do Jacobiano para o sistema de equações (2) é:

$$\Delta = 8 - 2d^3 - 6d^2 > 0 \quad (3)$$

Dadas as restrições para o termo  $d$ , o determinante do Jacobiano, que observamos em (3), é positivo. Usando a regra de Cramer podemos calcular a solução para o sistema de equações:

$$p_b^* = \frac{|J_b|}{\Delta}, \quad b = 1, 2, b$$

$$p_b^* = \frac{1}{\Delta} \left[ (a + c_b)(4 - d^2) + d(d + 2)(2a + c_1 + c_2) \right] > 0 \quad (4a)$$

$$p_1^* = \frac{1}{\Delta} \left[ (a + c_1)(4 - d^2) + d(d + 2)(2a + c_2 + c_b) \right] > 0 \quad (4b)$$

$$p_2^* = \frac{1}{\Delta} \left[ (a + c_2)(4 - d^2) + d(d + 2)(2a + c_1 + c_b) \right] > 0 \quad (4c)$$

As soluções (4) expressam as variáveis endógenas como funções de variáveis estratégicas determinadas no segundo estágio do jogo e de variáveis exógenas aos jogadores, ou seja:

$$p_b^* = p_b(a, c_0, t, P_1, P_2, P_b, d)$$

Portanto, para  $b, k = 1, 2, b, b \neq k$ , obtemos as seguintes derivadas parciais:

$$\frac{\partial p_b^*}{\partial P_b} = \frac{(4 - d^2)}{\Delta} > 0 \quad (5a)$$

$$\frac{\partial p_b^*}{\partial P_k} = \frac{d(d + 2)}{\Delta} > 0 \quad (5b)$$

$$\frac{\partial p_b^*}{\partial a} = \frac{4 - d^2 + 2d(d + 2)}{\Delta} > 0 \quad (5c)$$

$$\frac{\partial p_b^*}{\partial c_0} = \frac{4 - d^2 + 2d(d + 2)}{\Delta} > 0 \quad (5d)$$

$$\frac{\partial p_b^*}{\partial t} = \frac{4 - d^2 + 2d(d+2)}{\Delta} > 0 \quad (5e)$$

$$\frac{\partial p_b^*}{\partial d} = \frac{3d[(a + c_2 + c_b) + 2(d+2)p_1^*]}{\Delta} > 0 \quad (5f)$$

Conforme equação (5a), se o preço que a revendedora paga à distribuidora aumenta, aumentando assim seu custo, o preço de revenda aumenta. Mas não só isso; o preço da concorrente da revendedora que agora está pagando mais caro pelo combustível também aumenta, conforme equação (5b). Isto acontece porque existe uma complementaridade estratégica entre os preços. Um aumento em um preço de distribuição (*upstream*) afeta positivamente os preços de revenda (*downstream*). A complementaridade estratégica entre os preços de revenda pode ser demonstrada a partir do sistema de equações (2), uma vez que o preço ótimo de revenda cobrado pela revendedora  $h$ ,  $h$ ,  $k$ ,  $l = 1, 2, b$ ,  $h \neq k \neq l$ , pode ser expresso da seguinte maneira:

$$p_b^* = \frac{d(p_l^* + p_k^*) - a - c_b}{2} \quad (6)$$

A equação (6) nos diz como a revendedora  $h$  reage aos preços cobrados pelas revendedoras concorrentes. Como  $d > 0$ , as estratégias são complementares.

Com relação aos impactos de mudanças nas variáveis exógenas aos jogadores, note-se que as derivadas parciais dos preços em relação às variáveis ( $a$ ,  $c_0$ ,  $t$ ) são iguais e positivas, de acordo com nossas expectativas. Se, por exemplo, a variável  $a$  aumenta devido a um aumento no nível de renda da clientela, a revendedora aumenta seu preço, como pode ser visto na equação (5c). A mesma reação da revendedora ocorre diante de um aumento no custo operacional marginal ou com o aumento de tributos, como pode ser visto nas equações (5d) e (5e).

Com relação ao parâmetro de sensibilidade da função demanda com relação aos preços de revenda,  $d$ , é interessante constatar que os preços ótimos de revenda reagem positivamente a este parâmetro, conforme equação (5f). Pode-se concluir, tomando  $d$  como *proxy* do inverso da distância, que quando  $d$  aumenta, indicando menor distância entre as revendedoras, os preços aumentam. Com o aumento de  $d$ , o grau de competitividade entre as revendedoras aumenta e os preços cobrados por elas sobem.

#### 4.4.2 Segundo estágio

Problema confrontado pela distribuidora  $i$

Como descrevemos anteriormente, no segundo estágio do jogo a distribuidora  $i$  escolhe suas estratégias para maximizar seu lucro, sujeito a restrições de demanda, dadas as escolhas da distribuidora  $j$ ,  $i, j = 1, 2, i \neq j$ . Portanto o problema é escolher  $\{P_i, P_{ib}, Q_i, Q_{ib}\}$  a fim de:

$$\text{Max}_{\{P_i, P_{ib}, Q_i, Q_{ib}\}} \Pi_i = (P_i - C)q_i^*(.) + (P_{ib} - C)Q_{ib} - \alpha_i f$$

sujeito a:  $Q_{ib} = q_b^*$  se  $P_{ib} < P_{jb}$

$$Q_{ib} = 0 \text{ se } P_{ib} > P_{jb}$$

$$Q_{ib} = \frac{q_b^*}{2} \text{ se } P_{ib} = P_{jb} = P_b$$

$$q_i^*(a, c_1, c_2, c_b, d) = a - p_i^*(.) + d[p_j^*(.) + p_b^*(.)]$$

$$q_b^*(a, c_1, c_2, c_b, d) = a - p_b^*(.) + d[p_1^*(.) + p_2^*(.)]$$

Solução

Suponha inicialmente que  $C < P_{ib} < P_{jb}$ , onde  $P_{ib}$  e  $P_{jb}$  são estratégias escolhidas pelas distribuidoras  $i$  e  $j$ , respectivamente. A partir daí, a melhor resposta da distribuidora  $j$  à escolha da distribuidora  $i$  é  $C < \overline{P_{jb}} < P_{ib}$ , onde  $\overline{P_{jb}} = P_{ib} - \varepsilon$ ,  $\varepsilon > 0$  arbitrariamente pequeno. Já a distribuidora  $i$  responde à escolha da distribuidora  $j$  reduzindo seu preço, ou seja,  $C < \overline{P_{ib}} < \overline{P_{jb}}$ , onde,  $\overline{P_{ib}} = \overline{P_{jb}} - \varepsilon$ ,  $\varepsilon > 0$ . Este processo de corte de preço continua até  $P_{ib}^* = P_{jb}^* = C$ . Doravante, deixe  $P_{1b}^* = P_{2b}^* = P_b$ . Portanto,  $P_b^* = C$ . Dadas essas primeiras estratégias de equilíbrio do jogo, o problema a ser resolvido pela distribuidora  $i$  se simplifica. Ela escolhe  $P_i$  para maximizar:

$$\Pi_i = (P_i - C)q_i^*(.) - \alpha_i f$$



sujeito a:  $q_i^* = (a, c_1, c_2, c_b, d) = a - p_i^*(.) + d[p_j^*(.) + p_b^*(.)]$ ,  $i = 1, 2$  e  $i \neq j$

Se pressupormos que os preços escolhidos são estritamente positivos em equilíbrio,  $\{P_1^* > 0, P_2^* > 0\}$ , as condições de primeira ordem são:

$$q_i^*(.) + (P_i - C) \frac{\partial q_i^*}{\partial P_i} = 0, \quad i = 1, 2 \quad (7)$$

Podemos dizer que:

$$\frac{\partial q_b^*}{\partial P_b} = -\frac{\partial p_b^*}{\partial P_b} + d \left( \frac{\partial p_l^*}{\partial P_b} + \frac{\partial p_k^*}{\partial P_b} \right) \quad (8)$$

onde  $h, k, l = 1, 2, b$ , sendo  $h \neq k \neq l$ . Substituindo as equações (5a) e (5b) em (8) temos:

$$\frac{\partial q_b^*}{\partial P_b} \equiv \gamma = \left[ -\frac{1-d^2}{\Delta} + d \left( \frac{d^2+2d}{\Delta} + \frac{d^2+2d}{\Delta} \right) \right]$$

Note que  $\gamma$  não é função de  $P_i$ . Portanto, a condição suficiente de segunda ordem é satisfeita se  $\gamma < 0$ . Pode-se verificar que  $\gamma < 0$  se  $d \leq 0,78$ . O fato de  $\gamma < 0$  também nos assegura que as funções de demanda das distribuidoras,  $\partial Q_{ii}/\partial P_i$ , são negativamente inclinadas com relação aos seus próprios preços, ou seja, garantem as leis de demanda. Conseqüentemente, elas são restrições economicamente plausíveis.

Deixe  $P_i^*$ ,  $i = 1, 2$ , denotar as soluções para o sistema de equações (7). Dividindo-se essas equações pelos seus respectivos preços, podemos mostrar que os índices de Lerner são positivos:

$$\frac{(P_i^* - C)}{P_i^*} = \frac{q_i^*}{\gamma P_i^*} > 0$$

Portanto, as distribuidoras exercem poder de mercado e têm lucros operacionais positivos na venda de combustível para as revendedoras de sua marca. Como  $P_i^* > C$  e  $P_b^* = C$ , temos que as distribuidoras vendem seu combustível a preços maiores em relação ao das suas próprias revendedoras do que ao das revendedoras de bandeira branca.

Podemos reescrever as equações (7) do seguinte modo:

$$q_1^* = -(P_1^* - C)\gamma > 0 \quad (9a)$$

$$q_2^* = -(P_2^* - C)\gamma > 0 \quad (9b)$$

Substituindo as funções de demanda nas equações (9) temos:

$$a - p_i^* + d(p_i^* + p_j^*) + P_i^* \gamma = C\gamma, \quad i = 1, 2 \quad (10)$$

Como sabemos que, em equilíbrio,  $P_b^* = C$ , então substituindo as equações (4) nas equações (10), temos:

$$2\gamma P_i + P_j \left[ \frac{d^2 + 2d}{\Delta} \right] = C \left( \gamma - \frac{d^2 + 2d}{\Delta} \right) - a - (a + c_0 + t) \frac{(7d^2 - 4 + 4d + 2d^3)}{\Delta}, \quad i, j = 1, 2, \quad i \neq j \quad (11)$$

Sabemos então que os preços de distribuição se dão em função das variáveis  $\{a, d, t, c_0, C, P_1, P_2\}$ . Note também que o sistema de equações (11) revela que há complementaridade estratégica entre os preços. Para simplificar a notação, deixe que  $\lambda \equiv d(d+2)/\Delta > 0$ ,  $\eta \equiv 2\gamma < 0$  e  $\delta \equiv C(\gamma - \lambda) - a - (a + c_0 + t) \frac{(7d^2 - 4 + 4d + 2d^3)}{\Delta}$ . Assim teremos o seguinte sistema de equações:

$$\begin{cases} \eta P_1^* + \lambda P_2^* = \delta \\ \lambda P_1^* + \eta P_2^* = \delta \end{cases} \Rightarrow \begin{pmatrix} \eta & \lambda \\ \lambda & \eta \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} P_1^* \\ P_2^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \delta \\ \delta \end{pmatrix} \quad (12)$$

Nesse caso o determinante do Jacobiano é  $|J| = \eta^2 - \lambda^2$ . A expectativa é que a matriz do Jacobiano seja negativa semidefinida, para garantir a estabilidade do sistema. Também queremos que a matriz seja não-singular, para termos solução única. Como os termos da diagonal principal são negativos, a condição suficiente para termos uma matriz negativa definida e assim alcançarmos nosso objetivo é

que o determinante do Jacobiano seja positivo, isto é,  $\eta^2 > \lambda^2$ . Esta condição será satisfeita se  $d \leq 0,69$ .

Podemos solucionar o sistema de equações (12) utilizando a regra de Cramer:

$$P_1^* = \frac{|J_1|}{|J|} = \frac{\delta(\eta - \lambda)}{\eta^2 - \lambda^2}$$

$$P_2^* = \frac{|J_2|}{|J|} = \frac{\delta(\eta - \lambda)}{\eta^2 - \lambda^2}$$

Uma vez que  $\eta < 0$ ,  $\lambda > 0$  e  $\eta^2 - \lambda^2 > 0$ , teremos  $P_i^* > 0$ ,  $i = 1, 2$ , se e somente se  $\delta < 0$ . Note que  $\delta < 0$  se  $d(4 + d(7 + 2d)) \geq 4$ , ou seja, se  $d \geq 0,5$ . Deve ficar claro que esta é uma condição suficiente, embora não necessária.

Constatamos que, em equilíbrio, os preços ótimos das distribuidoras são iguais,  $P_1^* = P_2^* \equiv P^*$ . Examinando as equações (9) verificamos que as quantidades ofertadas pelas distribuidoras às suas revendedoras, em equilíbrio, também são iguais, ou seja,  $q_1^* = q_2^* \equiv q^*$ . Como  $q_i^*(a, c_1, c_2, c_b, d) = a - p_1^*(.) + d[p_j^*(.) + p_b^*(.)]$ , este último resultado implica que  $p_1^* = p_2^* \equiv p^*$ . Esses resultados não são surpreendentes dada a simetria do modelo.

Cabe aqui demonstrarmos que  $q_b^* > q^*$  e  $P_b^* < P^*$ . Note que  $q_b^* = a - p_b^* + 2dp^*$  e  $q^* = a - p^*(1-d) + dp_b^*$ . Segue que  $q_b^* - q^* = (1-d)(p^* - p_b^*)$ . Das condições de primeira ordem (1), sabemos que  $p^* = q^* + c^*$  e  $p_b^* = q_b^* + c_b^*$ , onde  $c^* \equiv c_0 + t + P^*$  e  $c_b^* \equiv c_0 + t + P_b^* = c_0 + t + C$ . Portanto, substituindo estes resultados na equação anterior e manipulando os termos, obtemos  $q_b^* - q^* = (1-d)(c^* - c_b^*)/(2-d) = (1-d)(P^* - C)/(2-d) > 0$ . Como  $p^* - p_b^* = (q_b^* - q^*)/(1-d) > 0$ , temos ainda que  $P_b^* < P^*$ .

Retornando nossa atenção à solução do sistema (12), observamos que os preços ótimos das distribuidoras podem ser expressos como funções explícitas de variáveis exógenas aos jogadores:

$$P^* = P^*(a, c_0, t, d, C)$$

Podemos, dessa maneira, obter as derivadas parciais a seguir:

$$\frac{\partial P^*}{\partial a} = \frac{-2\gamma + \lambda - (2\gamma - \lambda) \left( \frac{7d^2 - 4 + 4d + 2d^3}{\Delta} \right)}{|J|} > 0 \quad (13a)$$

$$\frac{\partial P^*}{\partial t} = \frac{-4\gamma^2 + \lambda + (-4\gamma^2 + \lambda) \left( \frac{7d^2 - 4 + 4d + 2d^3}{\Delta} \right)}{|J|} > 0 \quad (13b)$$

$$\frac{\partial P^*}{\partial c_0} = \frac{-4\gamma^2 + \lambda + (-4\gamma^2 + \lambda) \left( \frac{7d^2 - 4 + 4d + 2d^3}{\Delta} \right)}{|J|} > 0 \quad (13c)$$

$$\frac{\partial P^*}{\partial C} = \frac{(\gamma - \lambda)(2\gamma - \lambda)}{|J|} > 0 \quad (13d)$$

Não tivemos surpresas na análise de estática comparativa. Para a equação (13a), podemos notar que um aumento de  $a$  (este é um fator que desloca a curva de demanda como, por exemplo, o aumento de nível da renda da clientela) causa um acréscimo nos preços de distribuição. Para o caso de variações nos tributos e para o caso de variações no custo operacional marginal das revendedoras a reação nos preços das distribuidoras é a mesma, como pode ser observado nas equações (13b) e (13c). Essa resposta nos preços de distribuição é positiva. Podemos interpretar esse resultado da seguinte maneira: um aumento no custo marginal devido a aumento nos tributos ou nos custos operacionais marginais das revendedoras causa aumento nos preços de distribuição. De acordo com (13d), notamos que variações no custo marginal da distribuidora têm efeitos positivos nos preços de distribuição, como esperávamos. Decidimos omitir a derivada parcial com relação a  $d$  uma vez que os seus sinais são ambíguos.

#### 4.4.3 Primeiro estágio

Os contratos entre as distribuidoras e as revendedoras que exibem suas bandeiras são feitos neste estágio, o primeiro. Esses contratos impõem que a revendedora que firmá-los com determinada distribuidora só poderá comprar combustível dessa distribuidora. Como todos os agentes (postos e distribuidoras), nesse estágio, antecipam corretamente as escolhas ótimas obtidas no segundo e terceiro estágios do jogo, as revendedoras sabem que pagarão um preço mais alto pelo combustível se firmarem o contrato, e assim exigem um incentivo. As distribuidoras desejam firmar contrato, pois sabem que exercerão poder de mercado sobre as revendedoras de sua bandeira, e para isso oferecem arcar com uma fração  $\alpha_i$  do custo fixo da revendedora. Porém, as distribuidoras desejam oferecer o menor incentivo possível. A condição de não arbitragem é que os lucros das revendedoras que exibem

bandeira colorida deve ser maior ou igual ao lucro da revendedora de bandeira branca. Então o problema da distribuidora é:

$$\text{Min } \alpha_i \quad \text{sujeito a: } \pi_i^* \geq \pi_b^*, \quad \alpha_i \in [0,1], \quad i = 1,2$$

Substituindo os valores de  $q^*$ ,  $q_b^*$ ,  $\pi_i^*$  e  $\pi_b^*$  oriundas do equilíbrio do superjogo, podemos escrever a primeira restrição acima da seguinte maneira:

$$(p^* - c^*)q^* - (1 - \alpha_i)f \geq (p_b^* - c_b^*)q_b^* - f \Rightarrow \alpha_i \geq \frac{q_b^{*2} - q^{*2}}{f}$$

Como o problema da distribuidora é um problema de minimização, teremos a seguinte solução:

$$\alpha_i^* = \text{Min} \left\{ \frac{q_b^{*2} - q^{*2}}{f}, 1 \right\} > 0$$

Se pressupormos que  $f > q_b^{*2} - q^{*2}$ , chegamos à seguinte conclusão:

$$\alpha_i^* \equiv \alpha^* = (q_b^{*2} - q^{*2})/f > 0, \quad i = 1,2 \quad (14)$$

Com este incentivo as revendedoras são indiferentes em estabelecer ou não um contrato de exclusividade com uma distribuidora. Concluímos que poderemos ter um mercado como o modelado acima, com duas revendedoras coloridas e uma revendedora de bandeira branca.

Logicamente as revendedoras e distribuidoras terão interesse em participar deste mercado se e somente se os seus lucros forem não-negativos. Dado que os lucros para as revendedoras são iguais em equilíbrio, a condição de participação para as mesmas no mercado pode ser expressa como  $q_b^{*2} \geq f$ . Quanto ao lucro das distribuidoras, note-se primeiro que eles são iguais em equilíbrio, uma vez que por definição  $\Pi_i^* \equiv \Pi^* \equiv (P^* - C)q^* - \alpha^* f = (P^* - C)q^* - (q_b^{*2} - q^{*2})$ . Portanto,  $\Pi^* \geq 0$  se e somente se  $q^{*2} \geq -(1 - \gamma)q_b^{*2}$ .

Finalmente, é interessante se observar que de acordo com a equação (14) quanto maior for o custo fixo, menor será a fração que as distribuidoras arcarão do custo fixo das revendedoras. A racionalidade para esse resultado se deve ao fato de que quanto maior for o custo fixo, menor será o lucro relativo da revendedora de bandeira branca.

## 5 CONCLUSÕES

As mudanças estruturais ocorridas no mercado de combustíveis brasileiro tiveram como objetivo oficial promover a competitividade, reduzir os preços e beneficiar o consumidor. Com base neste fato, o propósito deste estudo foi analisar os resultados dessas mudanças, focando especificamente a entrada de postos de bandeira branca no mercado.

Para alcançar esse propósito elaborou-se um modelo estratégico simétrico, em que a única assimetria é devida à diferença entre os contratos estabelecidos entre distribuidoras e postos que exibem bandeira colorida e os contratos com postos de bandeira branca. Nesse modelo as distribuidoras e revendedoras participam de um jogo seqüencial de três estágios. Esses estágios foram solucionados pelo método de indução retroativa.

No terceiro estágio, as revendedoras escolhem simultaneamente preços e quantidades de revenda para maximizarem seus lucros. Com o equilíbrio nesse estágio podemos constatar, pela análise de estática comparativa, que existe uma complementaridade estratégica entre os preços, isto é, se uma distribuidora aumenta seu preço, todos os preços de revenda são afetados positivamente. Observamos também a existência de complementaridade dos preços mediante a função de reação: os preços de revenda reagem uns às mudanças dos outros na mesma direção. Voltando à análise de estática comparativa, tivemos um resultado interessante com relação ao parâmetro de sensibilidade da função demanda com relação aos preços de revenda,  $d$ , os preços ótimos de revenda reagem positivamente a esse parâmetro. Tomando-se  $d$  como *proxy* para o inverso da distância entre as revendedoras, significa dizer que quando essa distância diminui, os preços aumentam. Não tivemos surpresas com os demais resultados. Se o custo marginal da revendedora aumenta, seja devido a aumento de custos operacionais marginais ou devido a aumento nos tributos, os preços das revendedoras aumentam, como esperávamos. Podemos concluir, ainda, de acordo com os índices de Lerner calculados, que as revendedoras exercem poder de mercado e têm lucros operacionais positivos.

No segundo estágio, as distribuidoras antecipam corretamente as reações das revendedoras e escolhem seus preços e quantidades para maximização dos seus lucros. As distribuidoras competem em preços pela atração da demanda da revendedora de bandeira branca. Como resultado dessa competição do tipo Bertrand, temos que em equilíbrio as distribuidoras vendem a preços iguais a seus custos marginais às revendedoras de bandeira branca. Já com relação à revendedora de sua bandeira, as distribuidoras agem como monopolistas; assim, os índices de Lerner calculados são positivos, ou seja, as distribuidoras exercem poder de mercado em relação à revendedora de sua bandeira, tendo lucros operacionais positivos com essa revendedora. Através da função de reação, mostramos mais uma vez que existe complementaridade estratégica entre os preços. Solucionando o sistema composto

por essas equações de preços, obtivemos uma nova equação para os preços de distribuição em função apenas de variáveis exógenas aos jogadores. Constatamos que, no equilíbrio, os preços de distribuição para as revendedoras de bandeira colorida são iguais e maiores que o custo marginal de distribuição. Observe-se que as distribuidoras vendem a preços mais altos para as distribuidoras que exibem sua bandeira. Na análise de estática comparativa não tivemos surpresas. Um aumento em  $a$  (este é um fator que aumenta a demanda como, por exemplo, o aumento no nível de renda da clientela) causa um acréscimo nos preços de distribuição. Para variações positivas nos tributos ou no custo operacional marginal das revendedoras, a reação dos preços das distribuidoras é positiva e idêntica para as duas variáveis. Observamos também que variações no custo marginal da distribuidora têm efeitos positivos nos preços de distribuição, como esperávamos.

Com as soluções do terceiro e segundo estágios, concluímos que as demandas pelo combustível das revendedoras de bandeira colorida no equilíbrio são iguais, isto implica que os preços dessas revendedoras no equilíbrio também são iguais. Demonstramos também que a demanda pelo combustível da revendedora de bandeira branca é maior do que a demanda pelo combustível da revendedora colorida.

No primeiro estágio do jogo as distribuidoras determinam a fração com que vão arcar do custo fixo da revendedora para que elas concordem em firmar contrato de exclusividade, e é evidente que as distribuidoras desejam minimizar essa fração. Tais frações serão iguais em equilíbrio para as duas distribuidoras. Temos também que os lucros das distribuidoras, no equilíbrio, serão iguais. Concluímos nesse estágio que quanto maior o custo fixo, menor a fração que as distribuidoras arcarão do custo fixo das revendedoras. Existe uma racionalidade para este resultado, pois quanto maior o custo fixo menor será o lucro relativo da revendedora de bandeira branca.

Constatamos que o processo de determinação dos preços nos setores *upstream* e *downstream* é fortemente influenciado pela complementaridade estratégica existente tanto entre agentes do mesmo setor quanto entre os dois setores. Dada essa complementaridade, podemos observar com clareza que a existência de uma revendedora de bandeira branca, sem vínculos de exclusividade com nenhuma distribuidora, faz surgir uma nova competição nesse mercado. A revendedora de bandeira branca consegue comprar combustível das distribuidoras por preço menor do que as demais revendedoras; vimos também que ela vai ofertar a um preço menor aos consumidores: vendendo mais barato, ela afeta negativamente as demandas das demais revendedoras, fato este que tem efeito não só de diminuir os preços das revendedoras de bandeira colorida, mas também de diminuir os preços ótimos das distribuidoras para revendedoras de suas bandeiras. Porém esses efeitos indiretos são menores do que o efeito direto, isto é, observamos no mercado que

o preço de revenda do posto de bandeira branca é menor que os demais no setor *downstream*. Podemos concluir que a existência de uma revendedora de bandeira branca aproxima o mercado de um modelo ideal de concorrência perfeita, em que o excedente do consumidor é máximo, pois acarreta preços ótimos menores e quantidades de equilíbrio maiores. Portanto, sua existência é motivo de aumento do bem-estar social.

## ABSTRACT

This work studies the emergence of non exclusive fuel resaling firms, unbranded resale firms, which are not vertically integrated to fuel distributors. A simple strategic model is built, in which the only source of asymmetry relates to contracts settled among unbranded resale firms and distributors and branded resale firms and distributors. The model evaluates the strategic relation between the upstream and downstream sectors, considering a partial vertical relation, such that de branded resale firms bounded by contracts with the distributor, are integrated by an exclusive contract with the distributor. On the other hand, the unbranded resale firm continues with no vertical integration. Consequently, it is observed that the existence of unbranded resale firms in the market allows an optimal and lower price with larger supply in equilibrium.

## REFERÊNCIAS

- BARRON, J. M.; TAYLOR, B. A.; UMBECK, J. R. Will open supply lower retail gasoline prices? *Contemporary Economic Policy*, v. 22, n. 1, p. 63-77, Jan. 2004.
- COMANOR, W. S.; RIDDLE, J. M. The cost of regulation: branded open supply and uniform pricing of gasoline. *Internacional Journal of the Economics of Business*, v. 10, n. 2, p. 135-155, July 2003.
- CONSIDERA, C. M. *et al. Prováveis impactos na economia brasileira decorrentes da liberação do mercado de derivados de petróleo e os possíveis entraves ao funcionamento competitivo desse mercado*. Secretaria de Acompanhamento Econômico, Ministério da Fazenda, maio 2002 (Documento de trabalho, n.15).
- CONTÍN, I.; CORRELJÉ, A.; HUERTA, E. The Spanish gasoline market: from ceiling regulation to open market pricing. *The Energy Journal*, v. 20, n. 4, 1999.
- GILBERT, R.; HASTINGS, J. *Vertical integration in gasoline supply: an empirical test of raising rivals' costs*. University of California, Berkeley, 2001 (Paper, n. E01'302).
- MARVEL, H. P. On the economics of branded open supply. *International Journal of the Economics of Business*, v. 10, n. 2, p. 213-223, 2003.
- MASS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. *Microeconomic theory*. Oxford: Oxford University Press, 1995.
- PEPALL, L.; NORMAN, G. Product differentiation and upstream-downstream relations. *Journal of Economics & Management Strategy*, v. 10, n. 2, p. 201-233, Summer 2001.



SCHECHTMAN, R. *et al.* *Combustíveis no Brasil*: políticas de preço e estrutura tributária. Superintendência de Estudos Estratégicos, ANP, mar. 2001 (Nota Técnica, n. 11). Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/conheca/notas\\_tecnicas.asp](http://www.anp.gov.br/conheca/notas_tecnicas.asp)>.

SILVEIRA, J. P. *A abertura do mercado de abastecimento de combustíveis*: a nova estrutura tributária e a evolução da desregulamentação de preços. Superintendência de Estudos Estratégicos, ANP, abr. 2002 (Nota Técnica, n. 14). Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/conheca/notas\\_tecnicas.asp](http://www.anp.gov.br/conheca/notas_tecnicas.asp)>.



# UM MODELO DE LOCALIZAÇÃO PARA O PLANEJAMENTO DE UM PÓLO DE ALTA TECNOLOGIA EM UMA REGIÃO SITUADA AO REDOR DE UMA MALHA DE TREM DE ALTA VELOCIDADE\*

Daniel Oliveira Cajueiro\*\*

Alexandre Xavier Ywata Carvalho\*\*\*

Gustavo Amaral Ferreira de Melo\*\*\*\*

Thyago Antônio de Moraes\*\*\*\*

Rodrigo Fontes Souto\*\*\*\*

Evandro Maciel\*\*\*\*\*

Este artigo introduz um modelo de localização cuja principal diferença em relação à maioria daqueles já encontrados na literatura é a modelagem explícita da sinergia entre as atividades de um aglomerado industrial. O presente modelo é introduzido para estudar um problema real de alocação de empresas na região compreendida entre Brasília e Goiânia. Como grande parte dos modelos de localização, esse modelo é formulado como um problema de programação binária com as mesmas dificuldades computacionais presentes nos problemas de otimização combinatória. Ele é um problema do tipo NP-Árduo, isto é, computacionalmente muito difícil de ser resolvido através de algoritmos exatos; adicionalmente, possui uma não-linearidade explícita na função custo e, também, um conjunto de restrições dinâmicas (muda, dependendo da alocação escolhida) que impedem que parte dos desenvolvimentos recentes para programação linear binária possa ser usada. Dessa forma, propomos uma solução heurística para esse problema baseada em computação evolucionária. Finalmente, uma análise cuidadosa mostra o interesse prático da solução encontrada.

## 1 INTRODUÇÃO

Em 2004, o governo do Distrito Federal e o governo de Goiás se uniram para estudar projetos que propiciem o desenvolvimento da região compreendida entre Brasília e Goiânia. Entre esses projetos os principais são: *a)* estruturar a região em questão nos moldes de um *cluster* de alta tecnologia; e *b)* implantar um trem de alta velocidade que melhorará o acesso a essa região e servirá como um catalisador dessa estrutura.

Devido à complexidade e custo desse projeto, apenas com um estudo apropriado, que indique a localização das empresas e outras facilidades ao longo desse eixo, seria possível elaborar políticas governamentais adequadas, capazes de estimular a vocação da região e, então, propiciar a formação de um *cluster* amplo, diversificado e integrado.

---

\* Os autores agradecem ao IEL pelo apoio logístico a esse trabalho.

\*\* Do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Católica de Brasília (UCB).

\*\*\* Do Ipea.

\*\*\*\* Graduação em Engenharia Mecatrônica pela Universidade de Brasília (UnB) e da Diferencial Consultoria.

\*\*\*\*\* Da Diferencial Consultoria.

Nas últimas três décadas, a onipresença de tomadas de decisão sobre questões de localização como a apresentada acima, por exemplo, trouxe um grande interesse ao campo de pesquisa conhecido como “modelagem e análise de localização” dentro da comunidade acadêmica que estuda problemas de pesquisa operacional. A teoria da localização, de fato, iniciou-se em 1909 com o trabalho seminal de Alfred Weber (1909), que considerou o problema de situar um único depósito que minimize a distância entre esse depósito e um conjunto de consumidores espacialmente distribuídos. Entretanto, apesar de vários trabalhos nas décadas de 1950 e 1960 lidarem com a classe de problemas introduzida por Weber (1909), até o trabalho de Hakimi (1964), que considerou o problema geral de estudar a localização de facilidades, a teoria de localização não era uma área unificada. Desde então um grande número de trabalhos tem estudado de forma unificada o que se chama hoje de teoria de localização.<sup>1</sup> A grande maioria desses trabalhos apresenta problemas que são apenas generalizações do problema introduzido por Weber (1909), isto é, são problemas que lidam com a minimização de custo de transportes (ou outros custos) para encontrar a localização de facilidades dentro de uma área. Esses problemas são ditos pertencentes a uma classe de problemas generalizados de Weber, visto que a alocação de uma facilidade independe da alocação das outras facilidades. Exceções explícitas a essa classe de problemas são os conhecidos *p-dispersion problem* (KUBY, 1987) e *hub location problem* (O’KELLY, 1987).

Nesse contexto, este artigo introduz um modelo de localização, segundo a idéia proposta por Brotchie (1969),<sup>2</sup> que representa com detalhes a situação de estruturar o cluster de alta tecnologia com os detalhes descritos acima. Obviamente, uma vez que o objetivo principal do modelo introduzido neste artigo é estudar a localização de empresas em um aglomerado industrial (especificamente, neste caso, é um pouco mais que isso – é também desenvolver a região do eixo), o modelo aqui apresentado não pertence à classe de modelos generalizados de Weber. De fato, a principal contribuição deste artigo é modelar explicitamente a sinergia entre as facilidades (empresas ou algum tipo de infra-estrutura) no contexto de um aglomerado industrial. Conseqüentemente, de acordo com a teoria econômica (VENABLES, 1995; FUJITA; KRUGMAN; VENABLES, 1999), nosso modelo considera que as firmas em aglomerados industriais produzem com retornos crescentes de escala, isto é, um aumento do número de indústrias de determinado grupo em uma localização aumenta o retorno de todas as indústrias desse grupo nessa localização.

Esse modelo, como grande parte dos modelos de localização, é formulado como um problema de programação binária com várias das dificuldades presentes

1. Para uma detalhada revisão dessa área, consultar, por exemplo, Francis e Goldstein (1974); Brandeau e Chiu (1989); e Daskin (1995).

2. De acordo com Brotchie (1969), um modelo de planejamento de atividades deveria incluir em sua função de desempenho, além dos benefícios e dos custos usuais de operar uma determinada atividade em uma determinada região, os benefícios e os custos das interações das atividades em uma determinada região.

nos problemas de otimização combinatória. Ele é um problema do tipo NP-Árduo (ver, por exemplo, PAPANIMITROU; STEIGLITZ, 1998; ou GOLBARG; LUNA, 2000), isto é, computacionalmente muito difícil de ser resolvido através de algoritmos exatos (apenas computacionalmente factível para problemas de tamanho médio). Adicionalmente, esse problema possui uma não-linearidade explícita na função custo e, também, um conjunto de restrições dinâmicas (mudam dependendo da alocação escolhida) que impedem que parte dos desenvolvimentos recentes para programação linear binária possam ser usados<sup>3</sup> (ver CROWDER; JOHNSON; PADBERG, 1983; JOHNSON; KOSTREVA; SUHL, 1985; VAN ROY; WOLSEZ, 1987; HOFFMAN; PADBERG, 1991). Assim, propomos uma solução heurística para esse problema baseada em computação evolucionária (ver HOLLAND, 1975; GOLBERG, 1989). É importante explicitar que a utilização de soluções heurísticas para problemas de localização é muito comum (ver MARANZANA, 1964; TEITZ; BART, 1968). Inclusive em alguns artigos é possível encontrar aplicações de algoritmos genéticos dentro desse contexto (ver LORENA; DE SOUZA-LOPEZ, 1977; HOSAGE; GOODCHILD, 1986; BEASLEY; CHU, 1996; RAMÍREZ-ROSADO; BERNAL-AUGUSTÍN, 1998; PRESTON; KOZAN, 2001; ARAPOGLU; NORMAN; SMITH, 2001; JARAMILLO; BHADURY; BATA (2002); TOPCUOGLU, *et al.* 2005).

Este artigo prossegue da seguinte forma. Na seção 2, o problema em questão é apresentado e o modelo de localização é formulado matematicamente. A seção 3 introduz com detalhes a formulação desse problema utilizando algoritmos genéticos. Na seção 4, o resultado encontrado para o problema proposto na seção 2, utilizando a metodologia apresentada na seção 3, é exposto e sua robustez é discutida. Finalmente, a seção 5 apresenta as conclusões deste trabalho.

## 2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E FORMULAÇÃO MATEMÁTICA

O modelo de localização introduzido neste trabalho tem como objetivo definir a localização dos setores de alta tecnologia, tecnologia de informação e comunicação (AT&TIC) e outras facilidades ao longo do eixo Brasília–Goiânia. Para a formulação do modelo foram considerados os seguintes critérios: *a*) as características econômicas de cada área do eixo, como logística, infra-estrutura e disponibilidade de terra; *b*) a sinergia das atividades entre si e destas com o meio físico; *c*) as características específicas do setor de alta tecnologia, especialmente aquelas relacionadas a logística, escala, estrutura em rede, pesquisa e desenvolvimento; e *d*) a equidade social, entendida em termos de renda gerada em cada área e de seus efeitos demográficos.

3. De fato, uma vez que o problema considerado aqui é um problema de programação polinomial binária, se não fosse o conjunto de restrições dinâmicas, de acordo com o trabalho de Walters (1967), seria possível resolver "matematicamente" esse problema utilizando programação linear binária. A dificuldade nesse caso seria o alto custo computacional que ocorre quando o número de produtos polinomiais presentes na função custo é grande (é o caso neste trabalho), pois cada produto polinomial é transformado em uma nova restrição.

A relevância de tais critérios é evidenciada pelas experiências brasileiras (aglomerado de empresas de grande porte do setor de alta tecnologia localizado em Campinas, *cluster* farmacêutico em Anápolis) e internacionais (aglomerado de alta tecnologia na Índia, *cluster* de biotecnologia na Finlândia) de arranjos produtivos locais (*clusters*). Tais experiências sugerem que o setor de AT&TIC, quando baseado numa estrutura produtiva capaz de conduzir à exploração dos ganhos econômicos de externalidades de rede, tem condições de alavancar o desenvolvimento da região, bem como das próprias atividades envolvidas.

Dessa forma, o eixo foi dividido em dez áreas (polígonos irregulares) segundo as características do meio físico, da estrutura de transporte e distribuição e da infraestrutura existente (ver tabela 1). Os critérios utilizados foram as características locais já existentes, as possíveis estações do trem de alta velocidade e também as áreas próximas a essas estações. Cada região possui pelo menos uma característica mais marcante. Uma estação de trem de alta velocidade é sem dúvida considerada um fator de destaque na região. Por outro lado, grandes cidades, como Brasília ou Goiânia, também são fatores relevantes. Outro fator de destaque é o lago existente na capital federal, principalmente pela sua alta vocação turística. E, finalmente, regiões entre Anápolis e Goiânia têm se mostrado com bastante potencial para o armazenamento e distribuição de produtos.

TABELA 1

**Regiões consideradas pelo modelo de localização**

Região	Localização
1	Situada ao sul de Brasília
2	Situada ao norte de Brasília
3	Engloba a cidade de Alexânia
4	Ao sul da região 3 e ao norte do lago
5	Onde se localizará o lago Corumbá IV
6	Região de transição entre o lago e Anápolis
7	Engloba a cidade de Abadiânia
8	Corresponde à cidade de Anápolis
9	Envolve a cidade de Goiânia
10	Localizada entre as cidades de Anápolis e Goiânia

Fonte: Elaboração dos autores.

Por outro lado, foram considerados 25 setores específicos que contêm ao todo 35 atividades econômicas de AT&TIC ou facilidades relacionadas (ver tabela 2), selecionadas por: *a*) destacarem-se como nichos de grande potencial; *b*) relações sinérgicas; e *c*) necessidades de inter-relacionamento e infra-estrutura.

TABELA 2

**Atividades consideradas pelo modelo de localização**

Atividade	Descrição
1	Serviços de automação de processos e Equipamentos/robótica/logística
2	Montagem de robótica
3	Farmacêutica
4	Laboratório de farmacêutica
5	Fármacos e aditivos
6	Laboratório de nanotecnologia
7	Laboratório de biotecnologia
8	Mecânica fina
9	Data centers
10	Call centers
11	Produção de terminais celulares
12	Produção de Estação Rádio Base (ERB) e Central de Comutação e Controle (CCC)
13	Produção de antenas e torres
14	Produção de fios e cabos
15	Desenvolvimento de sistemas (nível 1: especificação, prototipagem e <i>design</i> )
16	Pacotes fechados (nível 1: especificação, prototipagem e <i>design</i> )
17	E-tecnologias (nível 1: especificação, prototipagem e <i>design</i> )
18	<i>Softwares</i> embarcados (nível 1: especificação, prototipagem e <i>design</i> )
19	Nível 2: codificação, teste e manutenção
20	<i>Design house</i> nível 1 e fabricação nível 3
21	<i>Design house</i> nível 2
22	<i>Design house</i> nível 3
23	Fabricação nível 1
24	Fabricação nível 2
25	Encapsulamento e teste
26	Produção eletroeletrônica
27	Computadores pessoais e periféricos
28	Computadores de alto desempenho
29	Equipamentos de redes LAN e WAN
30	Laboratório de <i>hardware</i>
31	Automotivo
32	Serviços de geotecnologia
33	Galpões
34	Gráficas/embalagens/ <i>design</i>
35	Serviços de automação bancária

Fonte: Elaboração dos autores.

Seja  $m$  o número de atividades e  $n$  o número de regiões, então o problema de localização foi formulado matematicamente da seguinte forma:

$$\text{Maximizar } \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (C_{ij} X_{ij}) + \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^{m-1} \sum_{i=j+1}^m (C_{S_{jk}} + C_{S_{ik}}) X_{jk} X_{ik} \quad (1)$$

Sujeito às seguintes restrições:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \geq 1 \text{ para } i = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \geq 1 \text{ para } j = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq \max\_ativ_i \text{ para } i = 1, \dots, m \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq \max\_região_j \text{ para } j = 1, \dots, n \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^m F_{ij} X_{ij} \geq \min\_fat_j \text{ para } j = 1, \dots, n \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^m F_{ij} X_{ij} \geq \min\_emp_j \text{ para } j = 1, \dots, n \quad (7)$$

$$X_{ij} \in \{0, 1\} \text{ para } i = 1, \dots, m \text{ e para } j = 1, \dots, n \quad (8)$$

A equação (1) define o custo a ser maximizado. O termo  $C_{I_{ij}}$  mede a necessidade de uma determinada atividade  $i$  estar próxima de algum tipo de infra-estrutura específica como, por exemplo, a malha do trem ou o lago. Por outro lado, a matriz  $C_S$  mede a sinergia entre as atividades. Conforme já mencionado, a proximidade estratégica entre distintas atividades implica redução de custos e ganhos de eficiência para as empresas através do aumento de sinergia.<sup>4</sup> Dessa forma, utilizaram-se índices para o ganho de sinergia quando setores estão próximos uns dos outros. É importante notar que essa matriz não é simétrica, visto que não necessariamente a importância de uma atividade  $i$  estar próxima da atividade  $j$  não é a mesma importância de a atividade  $j$  estar próxima da atividade  $i$ . Claramente, a segunda parte da equação (1) introduz a não linearidade do nosso modelo.

4. Se, em vez de atividades ou setores, fossem consideradas empresas, os  $C_S$  poderiam também ser considerados negativos quando representassem perda de uma empresa causada pela proximidade à outra.



A equação (2) apenas diz que todas as atividades devem aparecer pelo menos uma vez no eixo.

A equação (3) diz que todas as regiões devem possuir pelo menos uma atividade.

A equação (4) limita o número de vezes que uma determinada atividade aparece no eixo. Por exemplo, não faz sentido o setor automobilístico aparecer em todas as regiões do eixo.

A equação (5) limita o número de atividades que pode aparecer numa região. Essa restrição visa garantir uma equidade maior na distribuição dos setores. É conhecido o número máximo de aparições das atividades que podem estar presentes no eixo. Assim, tem-se qual seria a média máxima de atividades por região. A restrição impede que o número de atividades em uma região exceda esse valor.

A equação (6) força uma equidade financeira mínima ao longo do eixo, onde todas as regiões devem possuir um conjunto de atividades que formem um faturamento mínimo. Essa restrição dá uma visão mais econômica ao modelo utilizando o faturamento que foi estimado para cada atividade.

A equação (7) determina o número mínimo de empregos ao longo do eixo por região.

As equações (6) e (7) são restrições dinâmicas, isto é, elas mudam dependendo da solução escolhida. Isso ocorre porque se espera que o faturamento de uma atividade e o número de empregos gerados por essa atividade no eixo sejam divididos pelas regiões que detêm essa atividade.

A partir da descrição do modelo, feita acima, pode-se perceber a dificuldade computacional para a solução do problema. Obviamente, nenhum método propõe enumeração de todas as soluções possíveis; entretanto, se fôssemos fazer isso, precisaríamos testar  $2^{350} \approx 2.2935 \times 10^{105}$  soluções para então encontrar uma ótima. Dessa forma, sugerimos que esse problema seja resolvido por meio de um algoritmo genético.

### 3 SOLUÇÃO DO PROBLEMA PROPOSTO UTILIZANDO-SE ALGORITMOS GENÉTICOS

Um algoritmo genético (ver HOLLAND, 1975; GOLBERG, 1989; MITCHELL, 1998) é um algoritmo de busca estocástico baseado na idéia de evolução natural que encontra soluções subótimas (em geral, próximas das ótimas) em grandes espaços.

Os algoritmos genéticos usam diretamente a idéia de evolução trabalhando com uma população de indivíduos. Cada indivíduo representa uma possível solução

no espaço de busca para um problema particular. Os indivíduos são representados por um código genético, usualmente um vetor formado de 0s e 1s. Todos os genes (os 0s ou 1s) no código genético representam uma propriedade particular da solução – ou uma variável ou parte de uma variável.

A cada indivíduo é associada uma aptidão que mede a qualidade do indivíduo em termos de adaptação ao ambiente – ou seja, mede a “otimalidade” da solução em questão. De fato, o valor médio da aptidão de toda a população pode ser visto como uma boa medida da qualidade de solução durante as várias gerações. Um algoritmo genético melhora sua solução de uma geração para outra utilizando os operadores genéticos: seleção, cruzamento e mutação.

O cruzamento é uma operação associada apenas aos melhores indivíduos (aqueles melhores adaptados de acordo com a função de aptidão). No cruzamento, os genes dos pais são misturados para a formação do filho. Mais especificamente, considerando que dois indivíduos possuem respectivamente os seguintes códigos genéticos 1111 e 0000, uma operação de cruzamento pode gerar os seguintes filhos 1000, 1100, 1110. De acordo com essa regra espera-se que os filhos sejam mais adaptados que os pais.

Por outro lado, a mutação é uma regra estocástica de alteração de um gene do código genético de um indivíduo. Considerando um indivíduo com o código genético 1111, uma operação de mutação pode gerar um indivíduo com um dos seguintes códigos genéticos 0111, 1011, 1101 ou, finalmente, 1110.

A aplicação do algoritmo para a solução do problema de localização apresentado na seção anterior foi explícita e trivial. Deve-se notar que a solução do nosso problema de localização é a matriz formada por 0s e 1s. Logo, para formar o código genético dos indivíduos apenas enfileiramos as linhas das matrizes de solução. Por outro lado, definimos que os indivíduos mais aptos são aqueles que apresentavam o menor custo dado pela equação (1). Mais ainda, somamos um valor de ordem de grandeza bem maior – algo tipo o *big M method*; (ver HILLIER; LIEBERMAN, 2001) – para aqueles indivíduos (soluções) que não eram factíveis – isto é, não satisfaziam pelo menos uma das equações (2)-(7).

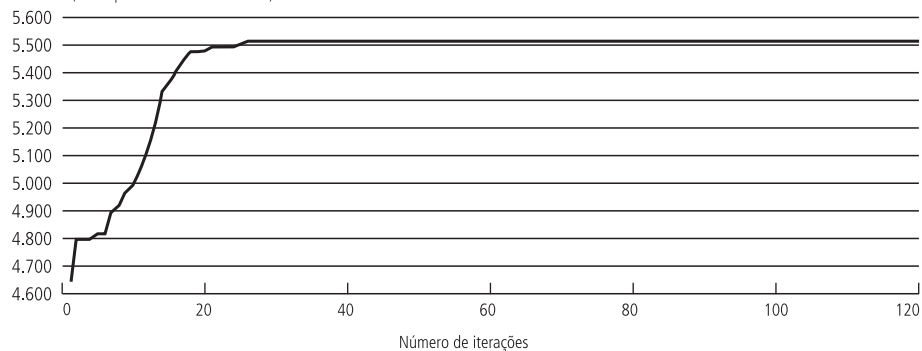
#### 4 RESULTADOS

Esta seção tem o objetivo de relatar a solução encontrada com o algoritmo genético. Os gráficos 1, 2 e 3 apresentam os resultados de uma típica solução do algoritmo genético. Em particular, o gráfico 1 mostra a evolução do desempenho do melhor indivíduo da população, o gráfico 2 mostra a evolução do valor médio do desempenho dos indivíduos da população e, finalmente, o gráfico 3 mostra a proporção de indivíduos factíveis na população.

GRÁFICO 1

**Evolução do desempenho do melhor indivíduo da população**

(Desempenho do melhor indivíduo)

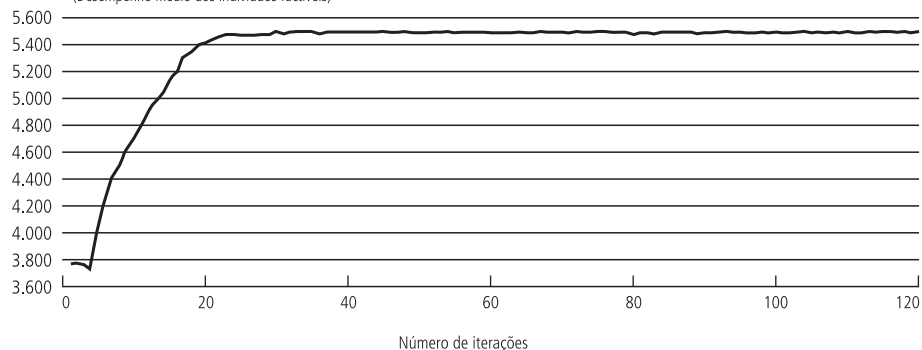


Fonte: Elaboração dos autores.

GRÁFICO 2

**Evolução do desempenho médio dos indivíduos factíveis da população**

(Desempenho médio dos indivíduos factíveis)

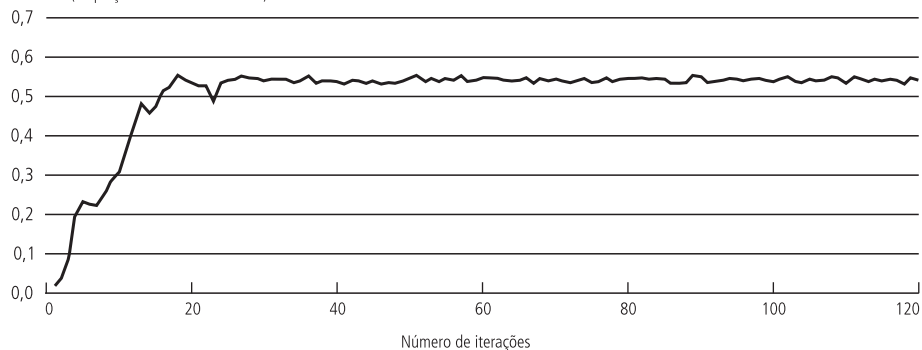


Fonte: Elaboração dos autores.

GRÁFICO 3

**Evolução da proporção de indivíduos factíveis da população**

(Proporção de indivíduos factíveis)



Fonte: Elaboração dos autores.

De acordo com o modelo de localização, encontramos o seguinte resultado:

Na região 1, situada ao sul de Brasília, localizam-se, de acordo com o modelo, as seguintes atividades: Microeletrônica; *Design house* nível 1 e Fabricação nível 3; *Design house* nível 2; *Design house* nível 3; *Software*: E-Tecnologias: (*E-Commerce*, *E-Business*, *E-Learning* e *E-Government*); Computadores pessoais e periféricos; Computadores de alto desempenho; Serviço de automação bancária e comercial.

Na região 2, localizada ao norte de Brasília, encontram-se as seguintes atividades: Serviços de automação de processos e logística; Produção de sistemas automatizados; Laboratório de nanotecnologia; Laboratório de *hardware*; Automotivo; Mecânica de alto valor agregado; *Softwares* embarcados.

Na região 3, que engloba a cidade de Alexânia: Microeletrônica (Fabricação nível 1; Fabricação nível 2); Produção de eletroeletrônicos; Galpões; Produção de ERBs e CCCs; *Software*: nível 2 (codificação, testes e manutenção).

Na região 4, ao sul da região 3 e ao norte do lago: Serviços de automação de processos e logística; Serviços de automação bancária e comercial; Laboratório de biotecnologia; *Call centers*; *Software*: Desenvolvimento de sistemas.

Na região 5, onde se localizará o Lago de Corumbá IV: Serviços de automação de processos e logística; *Software*: Pacotes fechados; *Software*: Desenvolvimento de sistemas; *Software*: E-Tecnologias: (*E-Commerce*, *E-Business*, *E-Learning* e *E-Government*).

Na região 6, região de transição entre o lago e Anápolis: Serviços de automação de processos e logística; Serviços de automação bancária e comercial; *Data centers*; *Call centers*; Microeletrônica (encapsulamento e teste); *Software* Nível 2 (codificação, testes e manutenção); Computadores pessoais e periféricos.

Na região 7, que engloba a cidade de Abadiânia: Produção de antenas e torres; Produção de fios e cabos; Produção de equipamento de redes para LAN e WAN; Produção de eletroeletrônicos; Galpões; Serviços de geotecnologia; Gráficas, *Design* e embalagens.

Na região 8, correspondente à cidade de Anápolis: Produção de terminais celulares; Fármacos e aditivos; Indústria farmacêutica; Laboratório de farmacêutica; Serviços de automação de processos e logística; *Software*: Desenvolvimento de sistemas; Microeletrônica (encapsulamento e teste).

Na região 9, que envolve Goiânia: Indústria farmacêutica; Fármacos e aditivos; *Call centers*; Automotivo; Gráficas, *Design* e embalagens; *Software*: E-Tecnologias: (*E-Commerce*, *E-Business*, *E-Learning* e *E-Government*).

Na região 10, localizada entre as cidades de Anápolis e Goiânia, mais ao norte: Serviços de automação de processos e logística; Produção de sistemas automatizados;

Mecânica de alto valor agregado; Produção de terminais celulares; Galpões; Microeletrônica (*Design house* nível 2; *Design house* nível 3).

O resultado encontrado foi de acordo com o esperado. As regiões mais próximas a Brasília possuem características específicas. A região 1 apresenta um perfil de mais alta tecnologia, recebendo alguns setores de microeletrônica, como os três níveis de *design houses*, e a fabricação de nível 3. Também foram localizadas nesta região as atividades de E-tecnologias. Os setores de alta tecnologia localizados nessa região se beneficiarão da proximidade dos clientes, ferrovias e do aeroporto de Brasília, por onde poderão escoar suas produções.

Na região 2, encontram-se atividades muito relacionadas com a produção de automóveis, mecânica de alto valor agregado, além de laboratórios de *hardware* e de nanotecnologia. Esses dois últimos se beneficiam bastante pela proximidade entre si e de Brasília.

As regiões 3 e 7 apresentam atividades mais convencionais, como indústria eletroeletrônica e parque gráfico. Também se encontrarão atividades de maior valor agregado, como as fabricações de nível 1 e 2 que, próximas às regiões 1 e 2, se beneficiarão pelos potenciais consumidores.

Nas regiões 4 e 5, ocorre predominância de serviços e de atividades relacionadas a *softwares*. Esse resultado é interessante devido ao fato de a região do Lago de Corumbá IV ser um ambiente voltado ao desenvolvimento técnico e não à produção pesada.

A região 6 possui tanto atividades de serviços, como automação bancária e *data centers*, quanto atividades de produção, como computadores pessoais e periféricos e encapsulamento e teste. Este fato mostra que o modelo tirou vantagem do fato de esta região estar situada próxima ao lago, onde se encontram muitas atividades de *software*, e próxima a Anápolis, onde poderá ser escoada a produção.

A região 8, da cidade de Anápolis, recebe o setor de farmacêutica. Ou seja, o resultado do modelo está de acordo com a vocação de Anápolis, onde já existe pólo desse setor. Destaca-se, principalmente, a produção de medicamentos genéricos. Nessa região, também foram localizadas algumas atividades de produção como a de celulares e encapsulamento e teste.

Na região 9, aparecem atividades de diversos tipos, aproveitando as diversas vantagens que se encontram em Goiânia e nas proximidades.

A região 10 recebe várias atividades de produção e algumas atividades de microeletrônica de alto nível, como as *design houses* 2 e 3.

## 5 CONCLUSÕES

Este artigo introduziu um modelo de localização cujo principal diferencial é a modelagem explícita da sinergia entre as empresas de um parque industrial. Além dessa particularidade, uma característica interessante pôde ser encontrada nesse modelo – a preocupação com equidade econômica do eixo.

Por outro lado, enquanto o principal objetivo deste artigo está no planejamento eficiente do eixo, para que, no caso de ser viabilizado, os governos em questão tomem as medidas de governança adequadas, esse tipo de modelo também pode ser útil para a avaliação dos *clusters* industriais já existentes. De fato, esse modelo poderia ser útil para responder questões do tipo: Será que a disposição geográfica de empresas em *clusters* já existentes é ótima? As políticas governamentais realizadas nesses aglomerados são eficientes?

Finalmente, podem ser considerados vários caminhos futuros interessantes para essa linha de pesquisa: *a)* propor outros algoritmos eficientes para a solução do problema introduzido; e *b)* estudar alguns *clusters* já existentes, utilizando essa metodologia.

## ABSTRACT

This paper introduces a new location model which the main difference from most already presented in the literature is the explicit modeling of the synergy among activities of an industrial cluster. This model is introduced to study a real problem of company allocation in a region located between Brasília and Goiânia. As most location models, this model is formulated as a problem of binary programming with the same computational difficulties presented in usual combinatorial optimization problems. It is a NP-Hard problem and, actually, very difficult to be solved by exact algorithms. Moreover, this model presents an explicit nonlinearity inside the cost function and also a set of dynamic constraints (constraints that change depending on the chosen test solution) not allowing that the recent developments in binary linear programming can be used. Thus, we propose a heuristic solution based on evolutionary computation to deal with this problem. Finally, a careful analysis shows the practical appealing of the found solution.

## REFERÊNCIAS

- ARAPOGLU, R. A.; NORMAN, B. A.; SMITH, A. E. Locating input and output points in facilities design – a comparison of constructive, evolutionary, and exact methods. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, v. 5, p. 192-203, 2001.
- BEASLEY, J. E.; CHU, P. C. A genetic algorithm for the set covering problem. *European Journal of Operational Research*, v. 94, p. 392-404, 1996.
- BRANDEAU, M. L.; CHIU, S. S. An overview of representative problems in location research. *Management Science*, v. 35, p. 645-674, 1989.
- BROTCHIE, J. F. A general planning model. *Management Science*, v. 16, p. 265-266, 1969.
- CROWDER, H.; JOHNSON, E. L.; PADBERG, M. Solving large-scale zero-one linear programming problems. *Operations Research*, v. 31, p. 803-834, 1983.

- DASKIN, M. S. *Network and discrete location: models, algorithms and applications*. New York: John Wiley and Sons, 1995.
- FRANCIS, R. L.; GOLDSTEIN, J. M. Location theory: a selective survey. *Operation Research*, v. 22, p. 400-410, 1974.
- FUGITA, M.; KRUGMAN, P.; VENABLES, A. J. *The spatial economy: city, regions and international trading*. Cambridge, MA: MIT Press, 1999.
- GOLBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. *Otimização combinatória e programação linear*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- GOLBERG, D. E. *Genetic algorithms in search, optimization and machine learning*. Addison-Wesley, 1989.
- HAKIMI, L. S. Optimal location of switching centers and the absolute centers and medians of a graph. *Operations Research*, v. 12, p. 450-459, 1964.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. *Introduction to operations research*. Boston: MacGraw Hill, 2001.
- HOFFMAN, K. L.; PADBERG, M. Improving LP-representations of zero-one linear programs for branch-and-cut. *ORSA Journal on Computing*, v. 3, p. 121-134, 1991.
- HOLLAND, J. H. *Adaptation in natural and artificial systems*. University of Michigan Press, Ann Harbor, 1975.
- HOSAGE, C. M.; GOODCHILD, M. F. Discrete space location-allocation solutions for genetic algorithms. *Annals of Operations Research*, v. 6, p. 35-46, 1986.
- JARAMILLO, J. H.; BHADURY, J.; BATTÀ, R. On the use of genetic algorithms to solve location problems. *Computers and Operations Research*, v. 29, p. 761-779, 2002.
- JOHNSON, E. L.; KOSTREVA, M. M.; SUHL, U. H. Solving 0-1 integer programming problems arising from large scale planning models. *Operations Research*, v. 33, p. 803-819, 1985.
- KUBY, M. The p-dispersion and maximum dispersion problems. *Geographical Analysis*, v. 19, p. 315-319, 1987.
- LORENA, L.; DE SOUZA-LOPEZ, L. Genetic algorithms applied to computationally difficult set covering problems. *Journal of Operational Research Society*, v. 48, p. 440-445, 1977.
- MARANZANA, F. E. On the location of supply points to minimize transport costs. *Operation Research Quarterly*, v. 15, p. 261-270, 1964.
- MITCHELL, M. *An introduction to genetic algorithms*. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
- O'KELLY, M. A quadratic integer program for the location of interacting hub facilities. *European Journal of Operation Research*, v. 32, p. 393-404, 1987.
- PAPADIMITRIOU, C. H.; STEIGLITZ, K. *Combinatorial optimization: algorithms and complexity*. New York: Dover, 1998.
- PRESTON, P.; KOZAN, E. An approach to determine storage locations of containers at seaport terminals. *Computers and Operations Research*, v. 28, p. 983-995, 2001.
- RAMÍREZ-ROSADO, I. J.; BERNAL-AUGUSTÍN, J. L. Genetic algorithms applied to the design of large power distribution systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 13, p. 696-703, 1998.

TEITZ, M. B.; BART, P. Heuristic methods for estimating generalized vertex mediano of weighted graph. *Operations Research*, v. 16, p. 955-961, 1968.

TOPCUOGLU, H.; CORUT, F.; ERMIS, M.; YIMAZ, G. Solving the uncapacitated hub location problem using genetic algorithms. *Computers and Operations Research*, v. 32, p. 967-984, 2005.

VAN ROY, T. J.; WOLSEY, L. A. Solving mixed 0-1 programs by automatic reformulation. *Operations Research*, v. 35, p. 45-57, 1987.

VENABLES, A. J. Economic integration and the location of firms. *American Economic Review*, v. 85, p. 296-300, 1995.

WALTERS, L. J. Reduction of integer polynomial programming problems to zero-one linear programming problems. *Operations Research*, v. 15, p. 1.171-1.174, 1976.

WEBER, A. *Alfred Weber's theory of the location of industries*. University of Chicago, 1929.



# DÉFICIT NOMINAL ZERO: UMA AVALIAÇÃO CRÍTICA A PARTIR DO MODELO IS-MP\*

Cláudio Djissey Shikida\*\*

Ana Luiza Vieira Paiva\*\*

Ari Francisco de Araujo Júnior\*\*

Neste artigo procura-se analisar dois pontos importantes levantados por Delfim Netto: a proposta de déficit nominal zero (DNZ) e a relação juros-câmbio sob um modelo teórico mais adequado à realidade brasileira pós-introdução do sistema de metas de inflação. Para isso, baseados nos trabalhos de Hsing (2005a, 2005b), estendemos o modelo de Romer (2005) com a inclusão de uma restrição orçamentária como a que foi proposta por Delfim. Os resultados sugerem que os efeitos da taxa de juros sobre a taxa de câmbio, no cenário proposto, não são tão claros quanto Delfim argumenta.

## 1 INTRODUÇÃO

Em meados de 2005 Delfim Netto criticou a desvalorização do dólar como política de controle da inflação e alertou sobre o possível reflexo que ela teria sobre as exportações. Preocupado com os reflexos que a política monetária sob o sistema de metas de inflação estaria causando, propôs um plano de maior aperto fiscal para substituir a sobrevalorização do real, atribuída por ele à política monetária. Segundo Delfim Netto, para que o Brasil pudesse aumentar sua credibilidade e obter contas públicas mais saudáveis e equilibradas, seria necessário buscar um déficit nominal zero (DNZ). A meta deveria ser atingida em um prazo de cinco anos, e isso indicaria o sucesso ou insucesso do programa. Na verdade, o programa iria muito além. Outras medidas foram propostas, entre elas o aumento na eficiência dos gastos através de uma desvinculação das receitas da União. Desse modo, o governo poderia ter mais espaço para manobras fiscais.

Um dos efeitos positivos do programa seria o aumento do espaço de manobra da política fiscal e, com isso, a melhoria da eficiência do setor público, dando margem para a redução da taxa de juros básica da economia. Essa redução permitiria um aumento dos investimentos e até mesmo uma desvalorização cambial que favoreceria o bom desempenho do setor exportador.

Neste artigo procura-se analisar dois pontos importantes da proposta de Delfim: o DNZ e a relação juros-câmbio sob um modelo teórico mais adequado à realidade brasileira sob um regime de metas de inflação. Na próxima seção fala-se

---

\* Agradecemos a Márcio A. Salvato (Ibmec Minas), a Fábio A. R. Gomes (Ibmec São Paulo) e ao professor Antônio Delfim Netto por comentários e críticas. Erros remanescentes são de nossa responsabilidade.

\*\* Do Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais de Minas Gerais (Ibmec Minas).

a respeito desse regime e de suas implicações. Na seção seguinte apresenta-se o modelo IS-MP. Em seguida, a esse modelo é adicionada a restrição proposta por Delfim, adição pela qual procuramos testar o suposto efeito benéfico do DNZ sobre a relação juros-câmbio. Finalmente, é realizada a análise crítica da proposta.

## 2 A PROPOSTA DE DELFIM

A proposta delfiniana envolvia uma série de medidas para reequilibrar as contas públicas e abrir espaço para a redução dos níveis das taxas de juros. Tais medidas fariam as contas públicas alcançar, no espaço de cinco anos, o DNZ. Em outras palavras, o governo não precisaria se endividar para cobrir suas despesas (incluindo o pagamento com juros) o que significa que a dívida pública ficaria estável em termos nominais (a relação dívida/PIB cairia ao longo do tempo). Para entender melhor a proposta é preciso entender melhor os conceitos de déficit primário e nominal. Para tanto vale lembrar o conceito de necessidade de financiamento do setor público (NFSP):

$$NFSP = G - T + iB^1$$

onde:

$G$  = gastos públicos não financeiros;

$T$  = arrecadação não financeira;

$i$  = taxa de juros nominal; e

$B$  = estoque de títulos públicos.

A NFSP representa o déficit (+) ou superávit (–) e pode ser calculada pela variação líquida da dívida pública em um determinado período de tempo descontando-se os empréstimos concedidos ao setor privado. Ela pode ser dividida em três conceitos principais. O conceito mais simples é o primário, representado por  $(G - T)$ . Se esse valor for maior que zero, significa que o governo está gastando mais do que os recursos arrecadados com impostos, representando um déficit primário para a economia. Se adicionarmos, como proposto por Delfim, o gasto com juros no pagamento de títulos públicos, teríamos uma condição como:  $(G - T + iB^2)$ , ou seja, um déficit/superávit no conceito nominal. A diferença básica

1. Conceito nominal.

2. No conceito nominal considera-se que a inflação esperada é zero e, portanto,  $r$  (taxa real de juros) =  $i$  (taxa nominal de juros). O resultado nominal leva em consideração o pagamento com juros da dívida pública, e por isso é possível estimar a variação total da dívida fiscal líquida de um período.

é que a NFSP nominal inclui as correções monetárias e as despesas financeiras, ou seja, pagamento dos juros dos títulos públicos.

Segundo Delfim, para a execução da sua proposta, devido a um problema histórico de credibilidade, seria necessário um projeto de Emenda Constitucional que tivesse claro, nas disposições transitórias, os objetivos do programa, com medidas que permitissem graus de liberdade para sua execução via poder Executivo. Entre as medidas propostas podem-se destacar as seguintes:

- 1) redução da dívida interna em dólares referenciada em reais;
- 2) aumentar a Desvinculação das Receitas da União (DRU) e promover um “choque de gestão” capaz de aumentar a produtividade da máquina pública;
- 3) em vez de um aumento dos impostos, haveria um congelamento das despesas, criando uma expectativa de baixa na taxa real de juros, o que facilitaria à Secretaria do Tesouro uma substituição de parte da dívida pós-fixada vinculada à Selic para papéis prefixados; e<sup>3</sup>
- 4) uma redução da taxa real de juros e das tarifas alfandegárias que estimularia uma elevação da taxa cambial e induziria o investimento privado, acelerando assim o crescimento do PIB sem pressão inflacionária.

A proposta do DNZ representa um conjunto de medidas que deveriam levar à zeragem do déficit nominal em seu último ano (quinto ano). Essa proposta gerou críticas.<sup>4</sup> Como apontou Kasahara (2005), para se atingir um DNZ, as metas de superávit primário teriam de passar dos atuais 4,25% para aproximadamente 7% do PIB, com elevados custos sociais. Ainda segundo o autor, o aumento proposto da DRU de 20% para 40% seria preocupante pelo fato de, uma vez que não se tem predeterminado os gastos com áreas sociais básicas, como saúde e educação, o valor gasto poderia ser ainda menor. Além disso, a proposta incluía a desvinculação de benefícios da previdência social às correções do salário mínimo e aumento da contribuição, congelamento dos gastos com o custeio da administração pública, entre outras.<sup>5</sup>

A partir disso, o objetivo principal deste artigo é analisar, teoricamente, em um ambiente em que o BCB busca reputação/credibilidade via um sistema de metas de inflação, a plausibilidade do cenário proposto por Delfim. Ou seja, saber se o

---

3. Segundo Nakano (2005), mais de 50% da dívida mobiliária federal em poder do público, além das operações de financiamento do Banco Central (BCB), são pós-fixados e sofrem correção diária pela taxa Selic, ou seja, qualquer elevação desta gera aumento no valor do estoque da dívida.

4. Ver, por exemplo, o debate na imprensa da época. E Gobetti (2005); Lamucci (2005); Lorenzi; Velásquez (2005); e Oliveira (2005).

5. Kasahara (2005) também chama a atenção para o fato de que um choque exógeno poderia deixar o governo em sérias dificuldades, já que, nesse caso, mudanças na taxa de juros seriam dificultadas.

DNZ implica redução da taxa de juros com subsequente impacto depreciativo na taxa de câmbio (e conseqüente impacto positivo na balança comercial).

Para investigar essa afirmativa de forma teórica, optamos por utilizar o modelo IS-MP, proposto originalmente por David Romer no final da década de 1990, em vez de aplicar o tradicional modelo Mundell-Fleming (também conhecido como IS-LM-BP), popular em livros-textos.<sup>6</sup> O primeiro é mais adequado aos nossos objetivos, já que foi pensado especificamente para um mundo no qual os bancos centrais estipulam as taxas de juros. Feito isto, a próxima seção apresenta de forma sucinta o modelo IS-MP além de realizar uma extensão em dois pontos básicos: *a*) inclusão de um conceito de renda disponível que considera a presença de títulos públicos nas carteiras dos agentes privados e *b*) inclusão da proposta de Delfim Netto de DNZ.

### 3 O MODELO IS-MP

O modelo de Romer (ver ROMER, 2000; 2005) baseia-se na crítica de dois aspectos do tradicional modelo IS-LM-BP: *a*) a oferta fixa de moeda; e *b*) não considerar as diferenças de taxas de juros para cada um dos mercados. Segundo o autor, é mais adequada para a análise a hipótese de que o país se baseia diretamente no uso da taxa de juros como instrumento de política monetária. É o que ocorre em países que adotaram o sistema de metas de inflação, política vigente no Brasil atualmente.

O modelo é representado pelas seguintes equações:

$$IS: Y = C(Y - T) + I(r) + G + TC(Y, Y^*, \theta)$$

$$MP: r = r(Y)$$

A principal diferença entre o modelo IS-LM-BP tradicional e o modelo de Romer é a curva *monetary policy* (MP). Esta representa não mais o mercado monetário, como a curva LM (equilíbrios no mercado monetário), mas sim as decisões tomadas pelos formuladores de política monetária. A taxa de juros é definida como uma função de reação do banco central baseada em uma regra de Taylor. Em uma regra desse tipo as decisões sobre a taxa real de juros ( $r$ ) de longo prazo dependerão de agregados como a inflação e o produto. As metas traçadas

6. Nosso artigo pode ser pensado como um complemento a Pires (2007). Entretanto, enfatizamos a relação entre juros e câmbio, enquanto Pires estudou a relação entre juros e déficits fiscais. É interessante observar que, no caso do artigo, a proposta delfiniana surge como condição necessária, mas não suficiente para a redução dos juros.

pelos bancos centrais agora não são mais de oferta de moeda, mas sim de uma taxa real de juros de longo prazo. Como não é possível determinar a taxa real de juros, o banco central utiliza como ferramenta de ajuste a taxa nominal de juros. À medida que ocorrem mudanças de expectativa dos agentes, o Banco Central altera a taxa nominal para alcançar a taxa real determinada *ex ante*. As mudanças na meta de juros real são refletidas pela movimentação da linha MP. Na verdade, o crescimento da economia, ou seja, uma elevação de  $Y$ , gera uma resposta de contenção inflacionária da política monetária, isto é, uma elevação de  $r$ . Assim,  $Y$  exerce efeito positivo em  $r$ .

A curva IS (equilíbrios no mercado de bens) conta agora com uma variável  $TC$  (transações correntes), que representa as exportações menos as importações, chamada neste modelo de balança comercial, que é função da renda interna ( $Y$ ), renda externa ( $Y^*$ ) e taxa de câmbio real  $\theta$ ; o investimento é determinado pela taxa real de juros. O setor externo é adicionado ao modelo IS-MP, conforme a equação abaixo, na qual  $X$  são as exportações,  $M$  importações,<sup>7</sup>  $CO$  saídas de capital e  $CI$  entradas de capital:

$$X - M = CO - CI$$

O balanço de pagamentos em equilíbrio é expresso por:

$$TC = MK$$

Como à medida que os juros dos títulos públicos aumentam, atraímos cada vez mais capitais para o país, a relação entre  $CO$  e  $CI$  se torna negativa, tendo assim a taxa real de juros um efeito negativo no movimento de capital. Diferentemente da curva BP de Mundell-Fleming, Romer (2005), como explicado acima, define o movimento de capitais de forma invertida considerando “saída de capitais menos entrada de capitais”. Para diferenciarmos do modelo Mundell-Fleming, consideraremos a nova curva de movimentos de capital como MKR (R de Romer) como sendo o negativo da curva MK.

Adicionalmente, seja a equação de Fisher entre a taxa nominal de juros ( $i$ ), a real ( $r$ ) e a taxa de inflação esperada ( $\pi^e$ ) expressa por:

$$i = r + \pi^e$$

7. Exportações e importações de bens e serviços.

$$MKR = -MK(i - \varepsilon) \rightarrow MKR(r + \pi^e - \varepsilon)$$

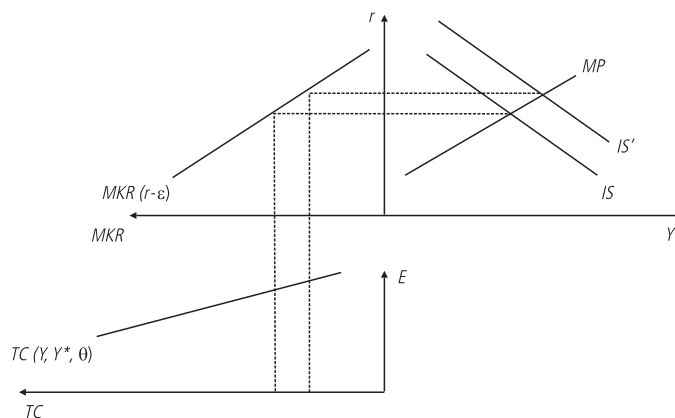
Observe-se que a expressão do movimento de capitais (MKR) não inclui a taxa de juros do resto do mundo, como no IS-LM-BP. Romer (2005) argumenta que diferenças entre as taxas de juros de países sempre existirão no curto prazo ( $\varepsilon$  é a taxa esperada de variação cambial), mas que o equilíbrio só irá acontecer se as diferenças entre as taxas de juros dos países no longo prazo forem iguais a zero (ver ROMER, 2005, p. 24-25). Logo:

$$TC(Y, Y^*, \theta) = MKR(r + \pi^e - \varepsilon)$$

Substituindo-se a igualdade entre  $TC$  e  $MKR$ , obtemos a seguinte IS:

$$Y = C(Y - T) + I(i - \pi^e) + G + MKR(r + \pi^e - \varepsilon)$$

FIGURA 1



A visualização gráfica do modelo de Romer é dada pela figura a seguir, na qual se ilustra, por exemplo, um choque positivo nos gastos do governo ou nas expectativas dos consumidores. Observa-se que um aumento dos gastos do governo desloca a curva IS para cima ocasionando um aumento no produto e na taxa de juros. Com essa taxa de juros mais elevada, torna-se mais atrativo investir no país, havendo um movimento maior de entrada de capitais, reduzindo o MKR. Essa entrada de capital estrangeiro ocasiona um excesso de oferta de moeda internacional, apreciando a taxa de câmbio, que Romer (2005) considera como preços domésticos sobre preços internacionais (ver ROMER, 2005, p. 22).

#### 4 ESTÁTICA COMPARATIVA NO MODELO IS-MP

Hsing (2005a),<sup>8</sup> em estudo sobre a economia alemã, utilizou a estática comparativa derivada do modelo IS-MP-IA.<sup>9</sup> Neste artigo faz-se exercício similar, só que incluindo uma restrição, a do DNZ.

As equações são:

$$IS: Y = C(Y^d) + I(r) + G + MKR(r + \pi^e - \varepsilon)$$

$$MP: r = r(Y)$$

$$BP: TC(Y, Y^*, \theta) = MKR(r + \pi^e - \varepsilon)$$

$$RD^{10}: Y^d = (Y + iB - T(Y + iB))$$

$$\theta = \frac{EP^*}{P}$$

em que:

$Y$  = produto real;

$C$  = consumo privado;

$T$  = impostos;

$I$  = investimento privado;

$r$  = taxa real de juros;

8. Para uma aplicação similar para a economia cingalesa, ver também Hsing (2005b).

9. IA é a curva de ajuste inflacionário.

10. RD = renda disponível. A equação de renda disponível considera o investimento em títulos públicos e, portanto, o conceito de consumo intertemporal que é influenciado pela taxa de juros. O efeito final produzido por uma redução na taxa real de juros depende da magnitude do efeito substituição e efeito renda. Uma redução na taxa de juros, por exemplo, fará com que se torne mais atrativo consumir agora que em um momento futuro (efeito substituição). Por outro lado, haverá uma perda (efeito renda), já que, com a redução da taxa de juros, o retorno financeiro se reduz, reduzindo a renda do indivíduo. Como apontam Nakagawa e Oshima (2000), em geral, o efeito substituição é maior que o efeito renda. A modelagem de RD, aqui, segue Barbosa (1992).

$i$  = taxa nominal de juros;

$G$  = despesas do governo;

$\theta$  = taxa de câmbio real;

$E$  = taxa de câmbio nominal (R\$/US\$);

$P^*$  = preço do produto estrangeiro (US\$);

$P$  = preço do produto nacional (R\$);

$\pi^e$  = inflação esperada;

$TC$  = transações correntes;

$Y^*$  = renda externa;

$\varepsilon$  = taxa esperada de variação cambial;

$Y^d$  = renda disponível; e

$B$  = estoque de títulos em poder do público.

Considerando:

$$i > 0, 0 < C_y < 1, 0 < C_y^d < 1, r_y > 0, I_r < 0, MKR_r < 0, MKR_{\pi^e} < 0, TC_\theta > 0, \\ TC_y < 0, TC_{y^*} > 0, MKR_\varepsilon > 0, T_i < 0, T_B > 0, T_Y > 0$$

Diferenciando em torno do equilíbrio:

$$dY = C_y dY + BC_i di + iC_B dB - (T_y dY + BT_i di + iT_B dB) + I_r dr + dG + \\ + MKR(r + \pi^e - \varepsilon)(dr + d\pi^e - d\varepsilon)$$

$$dr = r_y dY$$

$$TC_y dY + TC_{y^*} dY^* + TC_\theta \left[ \frac{(P^* dE + EdP^*)P - EP^* dP}{P^2} \right] = \\ = MKR(r + \pi^e - \varepsilon)(dr + d\pi^e - d\varepsilon)$$



As variáveis endógenas do modelo são a renda, a taxa de juros real e a taxa de câmbio nominal ( $P = 1$  por hipótese).

$$dY(1 - C_y + T_y) - (I_r + MKR_r)dr = (C_i - T_i)Bdi + (C_B - T_B)idB + dG + \\ + MKR_{\pi^e} d\pi^e - MKR_{\varepsilon} d\varepsilon - r_y dY + dr = 0$$

$$TC_y dY + MKR_r dr + TC_0 P^* dE = -MKR_{\varepsilon} d\varepsilon + MKR_{\pi^e} d\pi^e - \\ - TC_{Y^*} dY^* - TC_0 EdP^*$$

Matricialmente, temos:

$$\begin{bmatrix} (1 - C_y + T_y) & -(I_r + MKR_r) & 0 \\ -r_y & 1 & 0 \\ TC_y & -MKR_r & TC_0 P^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dY \\ dr \\ dE \end{bmatrix} = \\ = \begin{bmatrix} (C_i - T_i)Bdi + (C_B - T_B)idB + dG + MKR_{\pi^e} d\pi^e - MKR_{\varepsilon} d\varepsilon \\ 0 \\ -MKR_{\varepsilon} d\varepsilon + MKR_{\pi^e} d\pi^e - TC_{Y^*} dY^* - TC_0 EdP^* \end{bmatrix}$$

Dessa forma, a solução do sistema é dada por:

$$dY = - \frac{(C_i - T_i)Bdi + (C_B - T_B)idB + dG + MKR_{\pi^e} d\pi^e - MKR_{\varepsilon} d\varepsilon}{r_y I_r + r_y MKR_r - 1 + C_y - T_y}$$

$$dr = - \frac{r_y ((C_i - T_i)Bdi + (C_B - T_B)idB + dG + MKR_{\pi^e} d\pi^e - MKR_{\varepsilon} d\varepsilon)}{r_y I_r + r_y MKR_r - 1 + C_y - T_y}$$

$$dE = - \frac{(r_y MKR_r - TC_y)((C_i - T_i)Bdi + (C_B - T_B)idB + dG + MKR_{\pi^e} d\pi^e - MKR_{\varepsilon} d\varepsilon)}{TC_0 P^* (r_y I_r + r_y MKR_r - 1 + C_y - T_y)} + \\ + \frac{-MKR_{\varepsilon} d\varepsilon + MKR_{\pi^e} d\pi^e - TC_{Y^*} dY^* - TC_0 EdP^*}{TC_0 P^*}$$

Considerando:

$$\underbrace{r_y I_r + r_y MKR_r}_{-} - \underbrace{1 + C_y}_{-} - \underbrace{T_y}_{+} < 0$$

Temos então, por exemplo, para o caso da relação juros-câmbio:

$$\frac{\partial E}{\partial i} = - \frac{(r_y MKR_r - TC_Y)(C_i - T_i)B}{TC_0 P^* [r_y I_r + r_y MKR_r - 1 + C_y - T_y]}$$

O sinal desta expressão é analisado na tabela A.1 do anexo.

Para se avaliar teoricamente a proposta do DNZ, optou-se por incluir uma restrição orçamentária para o governo, em termos nominais, ou seja, considerando o pagamento dos juros dos títulos da dívida pública. Nosso modelo, com a restrição do DNZ, então, fica assim especificado:

$$IS: Y = C(Y^d) + I(r) + G + MKR(r + \pi^e - \varepsilon)$$

$$MP: r = r(Y)$$

$$BP: TC(Y, Y^*, \theta) = MKR(r + \pi^e - \varepsilon)$$

$$DNZ: G = T(Y + iB) - iB$$

$$RD: Y^d = (Y + iB - T(Y + iB))$$

$$\theta = \frac{EP^*}{P}$$

As variáveis endógenas do modelo são renda, taxa real de juros e taxa de câmbio nominal (novamente, supõe-se que  $P = 1$ ). Diferenciando em torno do equilíbrio das variáveis endógenas, temos:

$$dY = C_Y dY + BC_i di + iC_B dB - (T_Y dY + BT_i di + iT_B dB) + I_r dr + T_Y dY + \\ + BT_i di + iT_B dB - (Bdi + idB) + MKR(r + \pi^e - \varepsilon)(dr + d\pi^e - d\varepsilon)$$

$$dr = r_y dY$$

$$TC_Y dY + TC_{Y^*} dY^* + TC_\theta \left[ \frac{(P^* dE + EdP^*)P - EP^* dP}{P^2} \right] =$$

$$= MKR(r + \pi^e - \varepsilon)(dr + d\pi^e - d\varepsilon)$$

$$dY(1 - C_Y) - (I_r + MKR_r) dr = (BC_i - B) di + (iC_B - i) dB + MKR_{\pi^e} d\pi^e -$$

$$- MKR_\varepsilon d\varepsilon - r_Y dY + dr = 0$$

$$TC_Y dY - MKR_r dr + TC_\theta P^* dE = -MKR_\varepsilon d\varepsilon + MKR_{\pi^e} d\pi^e -$$

$$- TC_{Y^*} dY^* - TC_\theta EdP^*$$

Matricialmente:

$$\begin{bmatrix} (1 - C_Y) & -(I_r + MKR_r) & 0 \\ -r_Y & 1 & 0 \\ TC_Y & -MKR_r & TC_\theta P^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dY \\ dr \\ dE \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} (BC_i - B) di + (iC_B - i) dB + MKR_{\pi^e} d\pi^e - MKR_\varepsilon d\varepsilon \\ 0 \\ -MKR_\varepsilon d\varepsilon + MKR_{\pi^e} d\pi^e - TC_{Y^*} dY^* - TC_\theta EdP^* \end{bmatrix}$$

Então:

$$dY = - \frac{(BC_i - B) di + (iC_B - i) dB + MKR_{\pi^e} d\pi^e - MKR_\varepsilon d\varepsilon}{r_Y I_r + r_Y MKR_r - 1 + C_Y}$$

$$dr = - \frac{r_Y ((BC_i - B) di + (iC_B - i) dB + MKR_{\pi^e} d\pi^e - MKR_\varepsilon d\varepsilon)}{r_Y I_r + r_Y MKR_r - 1 + C_Y}$$

$$dE = -\frac{(r_y MKR_r - TC_y)((BC_i - B)di + (iC_B - i)dB + MKR_{\pi^e} d\pi^e - MKR_\varepsilon d\varepsilon)}{TC_0 P^* (r_y I_r + r_y MKR_r - 1 + C_y)} +$$

$$+ \frac{-MKR_\varepsilon d\varepsilon + MKR_{\pi^e} d\pi^e - TC_y \cdot dY^* - TC_0 EdP^*}{TC_0 P^*}$$

Considerando que  $\underbrace{r_y I_r}_{-} + \underbrace{r_y MKR_r}_{-} - 1 + \underbrace{C_y}_{-} < 0$ , a relação entre câmbio e juros é dada por:

$$\frac{\partial E}{\partial i} = -\frac{(r_y MKR_r - TC_y)(C_i - 1)B}{TC_0 P^* (r_y I_r + r_y MKR_r - 1 + C_y)}$$

Como no caso da versão que não leva em conta o DNZ, o exercício de estática comparativa sugere que os sinais de vários multiplicadores devem ser determinados empiricamente, já que teoricamente nem sempre todos apresentam um sinal definido. Na próxima seção discutiremos os resultados e conseqüentemente o desempenho teórico da proposta delfiniana. Dessa forma, podemos perguntar sobre a robustez da relação “virtuosa” entre câmbio e juros preconizada por Delfim Netto.

## 5 AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DE DÉFICIT NOMINAL ZERO

Na seção anterior vimos o modelo IS-MP original em que a variável de política fiscal parte da relação IS é apenas G, os gastos do governo, acrescida de um detalhamento acerca da renda disponível. Em seguida adicionamos a restrição do DNZ e refizemos o exercício.

Em ambos os modelos existem algumas relações que são sempre positivas ou negativas, mas existem casos em que os sinais dependem de algumas hipóteses. As cinco principais são:<sup>11</sup>

$$a) r_y > \text{ou} < \frac{TC_y}{MKR_r}$$

$$b) C_i > \text{ou} < T_i$$

11. Na tabela A.2 do anexo é ilustrado o caso particular em que  $0 < C_b < 1$  e  $C_i < 1$ .

$$c) C_B > \text{ou} < T_B$$

$$d) C_B > \text{ou} < 1$$

$$e) C_i > \text{ou} < 1$$

Nosso principal resultado diz respeito à relação entre taxa de juros e a taxa de câmbio,  $\frac{\partial E}{\partial i}$ , que não possui um sinal definitivo como suposto por Delfim. Para definir o impacto de sua proposta, basta fazermos uma hipótese acerca de (e). Assim, suponha, por exemplo, que  $C_i < 1$ .<sup>12</sup> Reproduzindo o último resultado encontrado, temos:

$$\frac{\partial E}{\partial i} = - \frac{(r_Y MKR_r - TC_Y)(C_i - 1)B}{TC_0 P^* (r_Y I_r + r_Y MKR_r - 1 + C_Y)}$$

Conforme pode ser visto na tabela A.2 do anexo, o sinal desta expressão depende da relação entre  $r_Y$  e  $\frac{TC_Y}{MKR_r}$ , ou seja, depende da sensibilidade da relação taxa de juros–produto comparada com a sensibilidade da relação de TC–produto e MKR–produto. Se  $r_Y > \frac{TC_Y}{MKR_r}$  encontramos para a relação  $\frac{\partial E}{\partial i}$  um valor positivo, ou seja, um aumento da taxa de juros geraria uma depreciação da taxa de câmbio. Nesse caso, o resultado é compatível com a proposta delfiniana. Uma de suas principais preocupações, como já dito anteriormente, é que a crescente taxa de juros básica da economia (Selic) valoriza o real, prejudicando as exportações. Entretanto, a indefinição do sinal permite que  $r_Y \leq \frac{TC_Y}{MKR_r}$  seja uma possibilidade, o que enfraquece o poder da afirmativa de Delfim.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi analisada a proposta delfiniana do DNZ e seu presumido impacto sobre a relação juros–câmbio em uma economia que opera sob metas de inflação na tradição de Romer (2000; 2005).

12. Note-se que, nesse caso, o efeito total de uma variação na taxa de juros sobre o consumo pode ser positivo ou negativo.

Para tanto, optou-se pela utilização do modelo IS-MP, tomando por base Hsing (2005a; 2005b) e Romer (2005). A principal contribuição do artigo foi a inclusão do DNZ no modelo com a subsequente obtenção de subsídios teóricos para se verificar, qualitativamente, uma proposta real de política pública.

Isto foi feito por meio da estática comparativa aplicada ao modelo IS-MP modificado (com a inclusão da restrição delfiniana).

Como resultado principal encontra-se que  $\frac{\partial E}{\partial i}$  não possui um sinal definitivo, como implicitamente suposto na proposta de Delfim. Este resultado depende tanto da reação do banqueiro central a mudanças no produto quanto da relação entre a sensibilidade–produto das transações correntes e da sensibilidade–produto do movimento de capitais, respectivamente,  $r_y$  e  $\frac{TC_y}{MKR_r}$ . Quando  $r_y > \frac{TC_y}{MKR_r}$ ,  $\frac{\partial E}{\partial i} > 0$ , ou seja, um aumento da taxa de juros geraria uma depreciação da taxa de câmbio, o que corrobora a visão otimista de Delfim Netto quanto aos efeitos do DNZ. Entretanto, não se pode afirmar, com certeza, que essa relação prevaleça.

As conclusões deste artigo podem ser melhor estudadas se, por exemplo, o modelo adotado for ampliado, com a adoção de uma curva de oferta agregada com inclinação positiva.<sup>13</sup> Outro ponto importante é a investigação empírica acerca das diversas sensibilidades envolvidas nos cálculos dos multiplicadores, o que poderia nos dar uma idéia mais clara acerca das relações investigadas, mesmo que o governo não tenha, efetivamente, adotado a proposta delfiniana.

## ABSTRACT

This paper analyses two important issues raised by Delfim Netto: the zero nominal deficit proposal and the interest-exchange rate relationship taking into account a theoretical model suitable to the Brazilian reality of inflation targeting. To do so, based on Hsing (2005a; 2005b), we use Romer's IS-MP model with a budgetary constraint. The results suggest that the effects of the interest rates upon the exchange rates, given the context, are not as obvious as defined by Delfim Netto.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, F. de H. *Macroeconomia* (s.d.).

\_\_\_\_\_. *Moeda e produção: teorias comparadas*. 1. ed. Brasília: UnB, 1992. 314p.

GOBETTI, S. Desvinculação ajudaria pouco. *O Estado de S. Paulo*, 07 jul. 2005. Disponível em: <<http://clipping.planejamento.gov.br/Noticias.asp?NOTCod=205193>>. Acesso em: 08 jul. 2005.

13. Ou através de alterações em outras equações do modelo.

HSING, Y. Application of the IS-MP-IA model to the German economy and policy implications. *Economics Bulletin*, v. 15, n. 5, p. 1-10, 2005a.

\_\_\_\_\_. Application of the IS-MP-IA model to the Singapore Economy and policy implications. *Economics Bulletin*, v. 15, n. 6, p. 1-9, 2005b.

KASAHARA, Y. Os cálculos políticos do déficit nominal zero. Disponível em: <<http://neic.iuperj.br/textos/Deficit%20Nominal%20Zero.doc>>. Acesso em: 02 set. 2005.

LAMUCCI, S. Delfim Netto propõe controle de capitais. *Valor Econômico*, São Paulo, 2 ago. 2005.

LORENZI, S.; VELÁSQUEZ, J. Mantega critica déficit zero. *Jornal do Brasil*, 8 jul. 2005. Disponível em: <<http://clipping.planejamento.gov.br/Noticias.asp?NOTCod=205384>>. Acesso em: 10 jul. 2005.

NAKAGAWA, S; OSHIMA, K. *Does a decrease in the real interest rate actually stimulate personal consumption?* Bank of Japan, 2000 (Working Paper Series, n. 00-2).

NAKANO, Y. Não basta déficit zero para reduzir a taxa de juros. *Valor Econômico*, São Paulo, 2 ago. 2005.

NETTO, A. D. É exportação, estúpido! *Valor Econômico*, São Paulo, 25 out. 2005.

OLIVEIRA, K. Proposta fiscal não reduz juro num passe de mágica, diz Palocci. *Gazeta Mercantil*, 7 jul. 2005. Disponível em: <<http://clipping.planejamento.gov.br/Noticias.asp?NOTCod=204893>>. Acesso em: 08 jul. 2005.

PIRES, M. C. de C. Uma análise da proposta de déficit nominal zero. *Revista de Economia Política*, v. 27, n. 4, out./dez. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-31572007000400009&lng=ES&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31572007000400009&lng=ES&nrm=iso)>. Acesso em: 25 mar. 2007.

ROMER, D. Keynesian macroeconomics without the LM curve. *Journal of Economic Perspectives*, v. 14, n. 2, p. 149-169, Spring 2000.

\_\_\_\_\_. *Short run fluctuations*, 2005.

SCARTH, W. M. *Macroeconomics: an introduction to advanced methods*. Cap. 2. (s.d.). Tradução e disponibilização por Sérgio da Silva em: <<http://www.angelfire.com/id/SergioDaSilva/scarth.html>>. Acesso em: 3 out. 2005.

SCHECHTMAN, J; BARROS, R. W. S. Metas de inflação e os preços administrados. *Agência Estado*, 9 ago. 2005. Disponível em: <<http://www.aefinanceiro.com.br/artigos/2005/ago/9/477.htm>>. Acesso em: 3 out. 2005.

**ANEXO**

TABELA A.1

	Modelo sem restrição	Modelo com restrição
Determinante ( $\Delta$ )	$TC_0 P^* [r_Y I_r + r_Y MKR_r - 1 + C_Y]$	$TC_0 P^* [r_Y I_r + r_Y MKR_r - 1 + C_Y - T_Y]$
$\frac{\partial E}{\partial i} = - \frac{(r_Y MKR_r - TC_Y)(C_i - T_i) \beta}{\Delta}$	$\xrightarrow{se} r_Y < \frac{TC_Y}{MKR_r}$	
	$> 0 \xrightarrow{se} C_i > 0$ e $T_i > 0$ e $C_i > T_i$	
	$< 0 \xrightarrow{se} C_i > 0$ e $T_i > 0$ e $C_i < T_i$	
	$> 0 \xrightarrow{se} C_i > 0$ e $T_i < 0$	
	$< 0 \xrightarrow{se} C_i < 0$ e $T_i > 0$ e $C_i > T_i$	
	$> 0 \xrightarrow{se} C_i < 0$ e $T_i > 0$ e $C_i < T_i$	
	$< 0 \xrightarrow{se} C_i < 0$ e $T_i < 0$ e $C_i > T_i$	
	$> 0 \xrightarrow{se} C_i < 0$ e $T_i < 0$ e $C_i < T_i$	
		$\xrightarrow{se} r_Y > \frac{TC_Y}{MKR_r} - e$ $C_i > 1$
		$+ e$ $C_i < 1$
		$\xrightarrow{se} r_Y > \frac{TC_Y}{MKR_r} + e$ $C_i > 1$
		$- e$ $C_i < 1$

TABELA A.2

	Modelo sem restrição	Modelo com restrição
Determinante ( $\Delta$ )	Tal como na tabela A.1	Tal como na tabela A.1
$\frac{\partial E}{\partial i} = - \frac{(r_Y MKR_r - TC_Y)(C_i - 1) \beta}{\Delta}$	Sem determinação: idem tabela 7	$+ \xrightarrow{se} r_Y > \frac{TC_Y}{MKR_r}$
		$- \xrightarrow{se} r_Y < \frac{TC_Y}{MKR_r}$



# DEMANDA POR MOEDA: ABORDAGENS CONCORRENTES, RESULTADOS SEMELHANTES\*

José Coelho Matos Filho\*\*

Neste artigo são discutidas três abordagens monetárias que, apesar de concorrentes, concluem por uma função demanda por moeda comum. Embora isso aponte o fim do debate teórico em economia monetária, permanece o debate empírico sobre que variáveis devem compor o conjunto de argumentos da função demanda por moeda.

## 1 INTRODUÇÃO

Por definição, a função demanda por moeda deve refletir a resolução de um problema de alocação da riqueza entre diferentes ativos, em dado instante no tempo, por um indivíduo hipotético. Essa, no entanto, nem sempre foi a abordagem-padrão. Durante a década de 1950 e de parte da década de 1960, embora já estivessem disseminadas as idéias de HICKS (1935,1939), o debate concentrava-se em torno do conceito de velocidade da moeda (JOHNSON, 1962; LAIDLER, 1970) e da sua estabilidade (ver FRIEDMAN, 1956).

O ponto de partida do debate centrava-se na idéia keynesiana da demanda especulativa por moeda: além de ser demandada para efetuar transações e por motivos precaucionais, a moeda serviria como reserva de valor. Esse aspecto impunha um papel fundamental para a taxa de juros como argumento da função demanda por moeda. Nesse caso, longe de ser constante, a velocidade de circulação da moeda dependeria da taxa de juros. Essa discussão desembocou na assim chamada moderna teoria quantitativa da moeda, desenvolvida em Friedman (1956), onde é admitido um papel de destaque para a taxa de juros na função demanda por moeda pelos indivíduos, mas onde a velocidade da moeda é, pelo menos, estável no sentido de ser previsível.<sup>1</sup>

Assim, no contexto dessa discussão, de um lado, há o ponto de vista de sabor keynesiano sumariado nos modelos de Baumol (1952) e Tobin (1956), em que a moeda é listada como um mecanismo facilitador das transações e é demandada ainda que seja um ativo dominado em retorno e, de outro, há o ponto de vista contido na nova teoria quantitativa da moeda, que trata a demanda por moeda como um problema de escolha de ativos, o chamado enfoque de portfólio,<sup>2</sup> com as mudanças

\* O autor agradece os comentários de Mauro Boianovsky.

\*\* Do Departamento de Teoria Econômica da UFC.

1. Em Friedman (1956), a demanda por moeda depende dos retornos dos seus substitutos (títulos, ações, bens duráveis etc.). Como esses retornos são previsíveis, então a demanda por moeda é previsível e, nesse sentido, é estável, o que torna a velocidade da moeda estável.

2. Tobin (1958) também trata a demanda por moeda como um problema de alocação de portfólio, embora adote uma abordagem diferente daquela desenvolvida por Friedman, ao considerar a moeda apenas como um ativo de um conjunto mais amplo de ativos.

na composição de ativos operando pela criação de discrepâncias entre as demandas desejada e efetiva de moeda (JOHNSON, 1962; MELTZER, 1963).

Essas diferenças podem ser explicitadas em três pontos de vista (JOHNSON, 1962; MELTZER, 1963; JUDD e SCADDING, 1982). O primeiro envolve a definição relevante de moeda, com o enfoque das transações utilizando uma definição restrita, incluindo apenas papel moeda em poder do público e depósitos à vista nos bancos comerciais – o conhecido M1 – enquanto a definição de moeda relevante para o enfoque de portfolio inclui seus substitutos, como poupança e ações e, portanto, um agregado mais amplo do que M1. O segundo ponto de vista relaciona-se à necessidade de uma variável de escala como proxy para as transações: a variável relevante aqui é o consumo ou a renda, como quer o modelo de transações, ou a riqueza é mais apropriada, como quer a abordagem quantitativista de Friedman? Em suma, deve-se utilizar como variável de escala uma medida da renda, uma medida da riqueza ou uma combinação de ambas? O terceiro decorre da necessidade da utilização de uma medida dos custos de oportunidade de reter moeda, com os modelos de inspiração nas transações utilizando taxas de juros de curto prazo, enquanto a abordagem quantitativista não descarta a utilização de rendimentos de títulos de longo prazo, ou mesmo de ações ou capital físico, na medida em que estes podem ser considerados substitutos da moeda. Neste caso, deve-se utilizar uma medida da taxa de juros de curto prazo, uma medida da taxa de juros de longo prazo ou outras medidas de custos de oportunidade?

Embora a literatura inicial sobre a teoria quantitativa da moeda forneça alguma pista sobre o assunto, sua ênfase concentrou-se mais em discutir experimentos de mercado do que em abordar o comportamento individual (PATINKIN, 1965).<sup>3</sup> Em particular, na tradição inglesa, a noção de demanda por moeda torna-se mais forte na análise de equilíbrio parcial da abordagem dos saldos monetários dos economistas de Cambridge, que presumia que a quantidade demandada de moeda dependia principalmente do volume de transações, embora argumentasse que a proporção de saldos reais em relação às transações dependia da taxa de juros (LAIDLER, 1970; MCCALLUM; GOODFRIEND, 1987).<sup>4</sup> No entanto, apesar desses avanços, esses teóricos quantitativistas não estabeleceram as condições de otimalidade a serem atendidas por um indivíduo que deseja consumir, reter moeda e títulos que rendem juros.

Apenas em Hicks (1935) este problema foi, pela primeira vez, abordado com a devida propriedade. Ali, Hicks considerou que o progresso na teoria monetária

3. Segundo McCallum e Goodfriend (1987), das contribuições sobre esse assunto destacam-se autores como Mill, Fisher e Wicksell. Nesse aspecto devem-se destacar as contribuições teóricas de Wicksell, quando da abordagem da velocidade de circulação da moeda e sua vinculação ao crédito. A esse respeito ver Wicksell (1898, 1967, 1906, 1936).

4. A esse respeito, Laidler (1970, p. 49) afirma que “a demanda por moeda, além de depender do volume de transações que um indivíduo planeja realizar, também varia com o nível de sua riqueza e com os custos de oportunidade de reter moeda (...)”.

requeria que a teoria da demanda por moeda fosse tratada como um problema de escolha individual, investigando a decisão de um agente individual qualquer acerca das quantidades relativas de moeda e de títulos a serem retidas em dado ponto no tempo, enfatizando a necessidade de explicar por que tal agente deseja reter moeda quando seu retorno é inferior ao de outros ativos, concluindo que isso ocorre porque a moeda oferece serviços (de liquidez) que outros ativos não oferecem. Além disso, os custos de transação de investir em títulos tornam-nos não lucrativos em períodos muito curtos. Isto posto, concluiu que a riqueza total dos indivíduos influenciará sua demanda por moeda. Este foi o ponto de partida para a moderna teoria da demanda por moeda, que decorre dos modelos chamados por Wallace (2001) de *money-is-productive models*, caracterizados nos trabalhos de Sidrauski (1967), Clower (1967) e Saving (1971), e outros.

O objetivo deste trabalho é apresentar um *survey* das abordagens monetárias mais influentes e mostrar que tais abordagens, apesar de partirem de hipóteses diferentes, resultam em funções de demanda por moeda semelhantes. Para isso, dividimos o trabalho em quatro partes, além desta introdução. Na segunda parte discute-se a introdução da moeda nas funções de utilidade dos indivíduos – *money-in-the-utility-function* (MIUF) –, onde a moeda gera utilidade diretamente pela incorporação dos saldos reais nas funções de utilidade dos agentes (SIDRAUSKI, 1967). Nas terceira e quarta partes, à guisa de crítica à abordagem, são apresentadas as abordagens *shopping time – transaction-costs model* (TC) –, devida inicialmente a Saving (1971), em que a moeda é introduzida indiretamente como mecanismo poupador de tempo, e a *cash-in-advance* (CIA), devida a Clower (1967) e posteriormente aprimorada em Lucas (1978, 1980) e Svensson (1985), em que o papel da moeda é capturado pelo requerimento explícito de seu uso na aquisição de bens de consumo.<sup>5</sup> Por fim, como em geral cada abordagem é um caso particular das demais, vislumbra-se, na parte cinco, o fim do debate teórico acerca da abordagem tradicional da demanda por moeda – demanda por saldos reais em função de uma variável de escala e de um custo de oportunidade – embora continue o debate sobre as variáveis que representam as transações (variáveis de escala) e que representam o custo de oportunidade de reter dinheiro, além do debate acerca de qual a definição de moeda que torna sua demanda mais estável no longo prazo.

---

5. Posteriormente, Stockman (1981) incorporou na restrição CIA o uso da moeda na aquisição de bens de investimento.

## 2 A ABORDAGEM DA MOEDA NA FUNÇÃO UTILIDADE

De acordo com Patinkin (1965), embora a literatura inicial sobre a teoria quantitativa da moeda contivesse *insights* importantes, sua ênfase situava-se mais na comparação de equilíbrios de mercado do que em escolha individual, ou em “experimentos de mercado” em vez de “experimentos individuais”. Nesse sentido, há poucas considerações explícitas sobre o comportamento da demanda por moeda na tradição quantitativista pré-1900, mesmo nos escritos de Mill, Wicksell e Fisher, embora de acordo com estes autores, seja reconhecido que alguma quantidade de saldos reais fosse desejada pelos indivíduos. Além disso, mesmo na literatura econômica de língua inglesa, a noção de demanda por moeda não resultava da solução explícita de um problema de demanda. Em vez disso, resultava da abordagem dos saldos reais de equilíbrio, desenvolvida pelos economistas de Cambridge em análise centrada nos conceitos de oferta e demanda por moeda, em que se presumia que a quantidade de moeda demandada dependia, primariamente, do volume de transações efetuadas (LAIDLER, 1970).

A primeira abordagem consistente com uma teoria de demanda surgiu em Hicks (1935), que argumentava que o progresso na teoria monetária requeria o tratamento da demanda por moeda como um problema de escolha individual, na margem. Ali Hicks investigou a decisão de um agente individual acerca das quantidades relativas de moeda e títulos a serem retidas em um ponto no tempo, enfatizando a necessidade de explicar por que esse indivíduo desejaria reter moeda, quando seu retorno era dominado pelos retornos de outros ativos, concluindo que a moeda fornece um serviço (de liquidez) que os outros ativos não oferecem.

Esta proposição foi abordada formalmente em Sidrauski (1967), em que foi assumido que a posse de saldos reais gerava satisfação para o indivíduo incorporando desse modo os saldos monetários reais nas funções de utilidade individuais.

No modelo desenvolvido por Sidrauski são analisadas as escolhas das trajetórias para o consumo e para os saldos reais de uma família representativa, de modo a maximizar a seguinte função de utilidade total:

$$u(c_t, m_t) + \beta u(c_{t+1}, m_{t+1}) + \beta^2 u(c_{t+2}, m_{t+2}) + \dots \quad (1)$$

sujeita à restrição orçamentária dada por:

$$f(k_{t-1}) + \tau_t + (1 - \delta)k_{t-1} + \frac{m_{t-1}}{\Pi_t} \geq c_t + k_t + m_t \quad (2)$$

onde  $k$ ,  $\tau$ ,  $m$  e  $c$  representam, respectivamente, o estoque de capital, as transferências *lump-sum* do governo, o estoque de moeda e o consumo do indivíduo, todos medidos em termos reais e onde  $\delta$ ,  $\Pi = \frac{P}{P_{-1}} = 1 + \pi$  e  $\beta = \frac{1}{1 + \rho}$  são, respectivamente, a taxa de depreciação do capital, a taxa de crescimento dos preços e o fator de desconto que depende da taxa de preferência intertemporal  $\rho > 0$ . Considerando  $\lambda$  como o multiplicador de Lagrange aplicado sobre a restrição, as condições de primeira ordem para a solução desse problema são:

$$u_c = (c_t, m_t) - \lambda_t = 0 \quad (3)$$

$$u_m = (c_t, m_t) - \lambda_t + \frac{\beta \lambda_{t+1}}{\Pi_{t+1}} = 0 \quad (4)$$

$$-\lambda_t + \beta \lambda_{t+1} [f'_k(k_t) + 1 - \delta] = 0 \quad (5)$$

Usando o fato de que por (3),  $\lambda_{t+1} = u_c(c_{t+1}, m_{t+1})$ , então (4) pode ser reescrita como:

$$u_m(c_t, m_t) + \frac{\beta u_c(c_{t+1}, m_{t+1})}{\Pi_{t+1}} = u_c(c_t, m_t) \quad (6)$$

Além disso, como  $\lambda_{t+1} = u_c(c_{t+1}, m_{t+1})$ , então por (5):

$$\frac{u_c(c_{t+1}, m_{t+1})}{u_c(c_t, m_t)} = \frac{1/\beta}{1 + r_t} \quad (7)$$

onde  $f'_k(k_t) + 1 - \delta = 1 + r_t$  e onde  $r_t$  representa a taxa real de juros.

As equações (3), (4), (6) e (7) implicam

$$\frac{u_m(c_t, m_t)}{u_c(c_t, m_t)} = 1 - \left( \frac{1}{\Pi_{t+1}} \right) \frac{\beta u_c(c_{t+1}, m_{t+1})}{u_c(c_t, m_t)} = 1 - \frac{1}{(1 + r_t) \Pi_{t+1}} = \frac{i_t}{1 + i_t} \quad (8)$$

Essa formulação caracteriza a demanda por saldos reais como função do consumo real *per capita* ( $c_t$ ) e da taxa nominal de juros ( $i_t$ ). Por exemplo, se a função utilidade for do tipo:

$$u(c_t, m_t) = \log(c_t) + \gamma \log(m_t) \quad (9)$$

então  $\frac{u_m(c_t, m_t)}{u_c(c_t, m_t)} = \frac{\gamma c_t}{m_t}$  e a equação (8) pode ser escrita como

$$m_t = \frac{\gamma c_t}{[i_t / (1 + i_t)]} \quad (10)$$

ou, em uma especificação mais comum, em logaritmos

$$\log(m_t) = \log(\gamma) + \log(c_t) - \log\left(\frac{i_t}{1 + i_t}\right) \quad (11)$$

### 3 A ABORDAGEM *SHOPPING TIME*

Como a moeda é um ativo intrinsecamente sem uso e apenas o seu uso como facilitador das transações é que gera serviços valorizáveis, a abordagem acima parece um tanto artificial. Isto é, a inserção direta dos saldos reais na função de utilidade da família representativa parece forçada. Isso deu origem a outras abordagens e, entre estas há uma que justifica uma função demanda por moeda que leve em conta que a quantidade de saldos reais mantidos pelos indivíduos influencia a quantidade de tempo dedicada ao lazer, conhecida como abordagem de *shopping time*, inicialmente discutida em Saving (1971).

Segundo Saving (1971), as discussões teóricas à época tratavam simetricamente moeda e bens nas restrições orçamentárias dos indivíduos, sugerindo que tanto a moeda como os bens podiam ser igualmente utilizados para efetuar transações. Para sanar esse problema, o autor construiu um modelo de economia de troca pura com custos de transação e observou que sua transformação em uma economia monetária apontava uma redução de tais custos. Isto é, como esperado, a moeda servia para reduzir os custos de transação, demonstrando que a teoria da demanda por moeda pode ser derivada dos problemas de maximização de utilidade dos agentes individuais, sem recorrer à inclusão dos seus saldos reais como argumento de suas funções de utilidade.

Para ver como esse resultado emerge, consideremos uma família hipotética que, no período  $t$ , maximiza a seguinte função de utilidade intertemporal:

$$u(c_t, l_t) + \beta u(c_{t+1}, l_{t+1}) + \beta^2 u(c_{t+2}, l_{t+2}) + \dots \quad (12)$$

onde  $c_t$  e  $l_t$  são, respectivamente, o consumo e o lazer no período  $t$ . Em cada período, a função utilidade é bem comportada no sentido de resultar em um único par  $c$  e  $l$  de equilíbrio.

A família tem acesso a uma tecnologia produtiva descrita por uma função de produção homogênea de grau 1, nos fatores capital e trabalho. Assume-se, além disso, que a oferta de trabalho seja inelástica e, em consequência, a função de produção possa ser escrita como  $y_t = f(k_{t-1})$ , onde  $k$  é o estoque de capital real disponível à família. Tal função de produção é, também, bem comportada, admitindo um único valor positivo para  $k_t$  no período seguinte. Por sua vez, o capital é representado pelo produto não consumido, de sorte que o seu preço é o mesmo do bem de consumo e sua taxa de retorno entre os períodos  $t$  e  $t + 1$  é  $f'(k_t)$ .

A existência de apenas um bem nesse arcabouço serve apenas para representar de maneira simplificada uma economia onde a família vende seu produto especializado e faz aquisições, a um preço relativo constante, de um número de bens de consumo distintos. Como a execução dessas aquisições requer uma quantidade de tempo, chamada *shopping time*,  $s_t$ , então o lazer no período  $t$  deve ser medido como  $l_t = 1 - s_t$ . Desse modo, em uma economia monetária a quantidade de tempo requerida para a aquisição de uma dada quantidade de bens de consumo dependerá negativamente da quantidade de saldos reais retidos pela família, até um nível de saciedade. Daí,

$$s_t = \psi(c_t, m_t) \quad (13)$$

onde  $\psi_1 > 0$  e  $\psi_2 \leq 0$ .

A restrição orçamentária da família é dada por:

$$f(k_{t-1}) + \tau_t + (1 - \delta)k_{t-1} + \frac{m_{t-1}}{\Pi_t} \geq c_t + k_t + m_t \quad (14)$$

Dado o objetivo de maximizar (12), sujeita às restrições impostas por (13) e (14) e considerando-se  $\phi$  e  $\lambda$  como os multiplicadores de Lagrange aplicados sobre as restrições, as condições de primeira ordem rendem:

$$u_1(c_t, 1 - s_t) - \phi_t \psi_1(c_t, m_t) - \lambda_t = 0 \quad (15)$$

$$-u_2(c_t, 1 - s_t) + \phi_t = 0 \quad (16)$$

$$-\phi_t \psi_2(c_t, m_t) - \lambda_t + \beta \frac{\lambda_{t+1}}{\Pi_{t+1}} = 0 \quad (17)$$

$$-\lambda_t + \beta \lambda_{t+1} [f'(k_t) + 1] = 0 \quad (18)$$

Observemos que por (18),  $\lambda_t = \beta R_t \lambda_{t+1}$ , onde  $R_t = 1 + r_t$  e  $r_t = f'(k_t) - \delta$ . Assim, em equilíbrio de *steady state*,  $\beta R = 1$ . Portanto a equação (17) pode ser reescrita como:

$$-\phi_t \psi_2(c_t, m_t) - \lambda_t \left( 1 - \frac{\beta}{\Pi_t} \right) = 0 \quad (19)$$

Como  $\beta = \frac{1}{R_t}$  e  $\Pi_t = \frac{1 + i_t}{1 + r_t}$ , então:

$$-\phi_t \psi_2(c_t, m_t) - \lambda_t \left( \frac{i_t}{1 + i_t} \right) = 0 \quad (20)$$

Além disso, de (15) e (16),  $\lambda_t = u_1(c_t, 1 - s_t) - \phi_t \psi_1(c_t, m_t)$  e  $\phi_t = u_2(c_t, 1 - s_t)$ . Assim, substituindo  $\phi_t$  na expressão para  $\lambda_t$  e este último na equação (20), teremos:

$$\frac{-u_2(c_t, 1 - s_t) \psi_2(c_t, 1 - s_t)}{-u_1(c_t, 1 - s_t) - u_2(c_t, 1 - s_t) \psi_1(c_t, m_t)} = \frac{i_t}{1 + i_t} \quad (21)$$



Adicionalmente, usando-se  $\psi(c_t, m_t)$  no lugar de  $s_t$ , esta expressão envolverá apenas as variáveis  $m_t$ ,  $c_t$  e  $i_t$ . Daí, a equação (21) pode ser expressa como

$$\frac{-u_2[c_t, 1 - \psi(c_t, m_t)]\psi_2[c_t, 1 - \psi(c_t, m_t)]}{u_1[c_t, 1 - \psi(c_t, m_t)] - u_2[c_t, 1 - \psi(c_t, m_t)]\psi_1(c_t, m_t)} = \frac{i_t}{1 + i_t} \quad (22)$$

A expressão do numerador corresponde à utilidade marginal da moeda no período  $t$  e a do denominador à utilidade marginal do consumo. Daí, essa expressão se assemelha à equação (8) resultante do modelo de Sidrauski.

#### 4 A ABORDAGEM CASH-IN-ADVANCE

Outra influente abordagem alternativa a Sidrauski (1967) é conhecida como abordagem CIA, que foi originalmente desenvolvida em Clower (1967) e, posteriormente, refinada em Lucas (1978, 1980) e Svensson (1985), onde o papel da moeda como meio de troca é capturado pelo requerimento explícito do uso de moeda na aquisição de bens de consumo. Segundo Walsh (1998) tal requerimento assemelha-se às possibilidades de substituição entre moeda e tempo apontados no modelo de *shopping time*.

Consideremos um modelo de agente representativo, com a seguinte função utilidade intertemporal:

$$u(c_t) + \beta u(c_{t+1}) + \beta^2 u(c_{t+2}) + \dots \quad (22)$$

onde  $\beta = \frac{1}{1 + \rho}$ ,  $\rho > 0$  é a taxa subjetiva de desconto intertemporal do agente representativo e onde  $u(\cdot)$  é bem comportada, no sentido de admitir solução única. O problema do agente representativo é escolher as trajetórias de consumo e retenção de ativos, de modo a maximizar sua função utilidade intertemporal, sujeita a uma seqüência de restrições orçamentárias, medidas em termos reais, da forma:

$$f(k_{t-1}) + (1 - \delta)k_{t-1} + \tau_t + \frac{m_{t-1}}{\Pi_t} \geq c_t + m_t + k_t \quad (23)$$

Adicionalmente, uma segunda restrição é enfrentada pelo agente representativo, conhecida como restrição CIA, que é assim representada:

$$c_t \leq \frac{m_{t-1}}{\Pi_t} + \tau_t \quad (24)$$

Isto é, as despesas de consumo no período  $t$  não podem exceder a quantidade de saldos monetários reais trazidos do período anterior, mais as transferências recebidas no início do período  $t$ .

Considerando  $\lambda$  e  $\mu$  como os multiplicadores de Lagrange aplicados sobre as restrições, as condições de primeira ordem para a solução desse problema são:

$$u_c(c_t) - \lambda_t - \mu_t = 0 \quad (25)$$

$$-\lambda_t + \beta \lambda_{t+1} [f_k(k_t) + (1 - \delta)] = 0 \quad (26)$$

$$-\lambda_t + \frac{\beta \lambda_{t+1}}{\Pi_{t+1}} + \frac{\beta \mu_{t+1}}{\Pi_{t+1}} = 0 \quad (27)$$

Fazendo  $u_c(\cdot) = \lambda + \frac{\mu}{\Pi}$ , então:

$$\frac{u_c(c_t)}{\frac{\mu_t}{\Pi_t}} = \frac{\lambda_t}{\frac{\mu_t}{\Pi_t}} + \Pi_t \quad (28)$$

Pela equação (27) tem-se:

$$\lambda_t = \beta \left( \frac{\lambda_{t+1} + \mu_{t+1}}{\Pi_{t+1}} \right) \quad (29)$$

Como no equilíbrio de *steady state*  $\lambda_t = \lambda_{t+1}$ ,  $\mu_t = \mu_{t+1}$  e  $\Pi_t = \Pi_{t+1}$ , se considerarmos  $\frac{\mu}{\Pi}$  como a utilidade marginal da moeda, então podemos escrever:

$$\frac{u_c}{\beta u_m} = \left(1 + \frac{\lambda_t}{\mu_t}\right) + \frac{\Pi_t}{\beta} \quad (30)$$

Além disso, pela equação (26)  $f_k(k_t) + 1 - \delta = R_t$ , onde  $R_t = 1 + r_t$ , onde  $r_t$  é a taxa real de juros no período  $t$ , podemos concluir que:

$$\lambda_t = \beta R_t \lambda_{t+1} \quad (31)$$

o que, no equilíbrio de *steady state* implica  $\beta R = 1$ . Como  $(1 + r)(1 + \pi) = (1 + i)$ , então  $1 + \pi = \frac{1 + i}{1 + r}$ . Daí, a equação (30) pode ser assim rerepresentada

$$\frac{u_c}{\beta u_m} = \left(1 + \frac{\lambda}{\mu}\right) + (1 + i) \quad (32)$$

ou, alternativamente,

$$\frac{\beta u_m}{u_c} = \frac{1}{\left(1 + \frac{\lambda}{\mu}\right) + (1 + i)} \quad (33)$$

Como  $\frac{\mu}{\lambda} = i^c$ , então

$$\frac{\beta u_m}{u_c} = \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{i^c}\right) + (1 + i)} \quad (34)$$

---

6. Ver Walsh (1998, p. 103)

o que, após breve rearranjo, resulta em:

$$\frac{\beta u_m}{u_c} = \frac{i}{(1+i)^2} \quad (35)$$

Semelhantemente à expressão da equação (8), esta expressão sugere uma função demanda por moeda crescente no consumo e decrescente na taxa de juros.<sup>7</sup>

Uma crítica interessante a essa abordagem decorre das propriedades esperadas da função demanda por moeda. Isto é, espera-se que: *a*) a moeda seja demandada ainda que seja um ativo dominado em retorno; *b*) a demanda por moeda seja positivamente relacionada com uma variável de escala, como produto agregado ou consumo; *c*) a velocidade da moeda seja variável; e *d*) a velocidade da moeda seja positivamente relacionada com a taxa de juros. A equação da função demanda por moeda surgida da abordagem CIA atende às propriedades (*a*) e (*b*), mas não atende (*c*) e (*d*). De fato, pela equação (24), supondo que a restrição seja assegurada com igualdade, temos:

$$c_t = \frac{m_{t-1}}{1 + \pi_t} + \tau_t \quad (36)$$

Como  $\tau_t = \frac{M_t - M_{t-1}}{P_t}$ , onde  $M$  representa o estoque nominal de moeda, então  $c_t = \frac{M_t}{P_t}$ , o que implica uma velocidade da moeda constante e igual à unidade. Isto é,  $\frac{P_t c_t}{M_t} = 1$ . No entanto, esse problema pode ser resolvido ou pela introdução de incerteza no modelo – se os saldos monetários são escolhidos antes da realização da incerteza, pode ser que o nível desejado de consumo seja menor do que a quantidade de saldos reais retidos (WALSH, 1998) – ou pela distinção dos bens de consumo entre bens de *cash* e bens crédito (BOHN, 1991). Nesse caso, a substituição entre os dois tipos de bens gera uma demanda por moeda elástica em relação à taxa de juros.

## 5 CONCLUSÃO

A conclusão geral da análise precedente é que abordagens monetárias rivais apontam formas funcionais semelhantes para as funções de demanda por moeda. Isso não é surpreendente se considerarmos que diversos trabalhos têm apontado razoável semelhança entre as diversas abordagens (FEENSTRA, 1986; WANG; YIP, 1992;

7. Como  $\beta = \frac{1}{1+\rho}$ , para que esta expressão seja equivalente à expressão contida na equação (8), basta que  $\rho = i$ .

FARMER, 1993). Feenstra (1986) usa a análise de equivalência funcional e estabelece uma dualidade entre as abordagens com moeda na função utilidade (MIUF) – e *shopping time* (TC), transformando os custos de consumo e de liquidez em uma variável chamada “consumo bruto”, de sorte que tanto a função objetivo quanto a restrição orçamentária exibam formas funcionais idênticas. Wang e Yip (1992), observando que a equivalência funcional decorrente da redefinição de variáveis de escolha afeta a natureza de um modelo, um resultado nem sempre bem aceito entre os economistas, desenvolveram o que chamaram “equivalência qualitativa”, restringindo-se às condições que conduzem a resultados de estática comparativa semelhantes para as diferentes abordagens (Miuf, TC e CIA), concluindo que as ocorrências de: *a*) Pareto complementaridade entre consumo e lazer; *b*) Pareto complementaridade entre consumo e moeda; *d*) Pareto substituíbilidade entre lazer e moeda; e *e*) crescimento monetário com efeitos fracamente dominantes sobre o consumo, se comparados com os efeitos dos saldos reais, garantem a equivalência das abordagens Miuf, TC e CIA.<sup>8</sup>

Outra noção de equivalência interessante é apontada em Feenstra (1986) e Farmer (1993), ao sugerir que com uma função de utilidade de Leontief, a abordagem Miuf comporta-se como a restrição CIA com igualdade,<sup>9</sup> isto é, se os agentes individuais maximizarem funções de utilidade – *Constant Elasticity of Substitution* (CES) – com elasticidade de substituição nula entre bens e moeda, os saldos reais e o consumo de mercadorias são complementares perfeitos. Nesse caso, o agente representativo escolherá reter exatamente a quantidade de moeda necessária para adquirir a quantidade de bens desejada.

O que se pode concluir do exposto acima? A pergunta que emerge é: acabou o debate em teoria monetária? Pelo menos no que se refere ao debate iniciado com o surgimento da Teoria Geral, de Keynes, em 1936, a resposta parece ser afirmativa. No entanto, resta responder adequadamente: *a*) qual é a melhor definição de moeda a ser utilizada e *b*) quais as variáveis ou argumentos que tornam a função demanda por moeda estável no longo prazo.

As razões para isso são, em primeiro lugar, que o que passa por moeda pode rapidamente modificar-se: as inovações e a desregulamentação financeiras tiveram grandes implicações para a definição de moeda (GOLDFELD; SICHEL, 1990). Note-se que a agenda de pesquisas pré-1973 sugere um agregado menos amplo (M1) como medida adequada de meios de pagamento (GOLDFELD, 1973, 1976; GOLDFELD; SICHEL, 1990; JUDD; SCADDING, 1982; SPINDT, 1985).

8. Segundo McCallum (1983, 1990), a abordagem CIA é um caso particular do modelo TC, em que o *shopping time* é zero se  $\frac{M}{P} \geq c$  e infinito se  $\frac{M}{P} < c$ .

9. Segundo Boianovsky (2002), essa idéia já havia sido abordada em Simonsen (1964).

No entanto, a tarefa de identificar a medida do estoque de moeda que mais proximamente corresponde às transações realizadas tem sido dificultada pelo fato de que os ativos considerados nas definições mais usuais de moeda são híbridos no sentido de possuírem atributos de meios de pagamento e investimentos.

Em segundo lugar, há os problemas relativos às variáveis de escala e aos custos de oportunidade apropriados à correta estimação da função demanda por moeda. Até recentemente consideravam-se o Produto Nacional Bruto (PNB) e a renda permanente ou a riqueza, todos medidos em termos reais, como *proxies* adequadas das variáveis de escala na explicação da demanda por moeda, com o PNB utilizado nos modelos de transação à Baumol-Tobin e a renda permanente (ou a riqueza) utilizada nos modelos de portfólio preferidos pelos chamados teóricos quantitativistas modernos, entre eles Milton Friedman e Allan Meltzer, embora para Goldfeld e Sichel (1990) essa separação seja desnecessária, uma vez que não há impedimento para o uso da riqueza como variável nos modelos de transação: “Dado que as transações financeiras podem gerar demanda por moeda, o uso da riqueza é também consistente com a visão de transações” (p. 318).

Esse panorama foi profundamente alterado durante a década de 1970, com o episódio conhecido como *missing money*, no sentido de: *a*) construir medidas de transação mais compreensíveis e *b*) desagregar tais medidas de transações, levando em conta o fato de que nem todas as transações são igualmente intensivas no uso de moeda. Porque as medidas de PNB são menos inclusivas do que sugerem – não levam em conta as vendas de bens intermediários, transferências, compras de bens preexistentes, transações financeiras etc., que contribuem para a demanda por moeda – necessitava-se de medidas de transações mais acuradas, com uma tentativa promissora nessa direção contida em Howells e Hussein (1997), ao concluir que as transações totais são melhor *proxy* como variável de escala do que o Produto Interno Bruto (PIB) ou PNB real e o consumo. Adicionalmente, é possível separar uma variável de escala básica, como o PNB real, em vários componentes que geram diferentes necessidades de pagamento. Nesse particular, Mankiw e Summers (1986) concluem que o consumo é mais intensivo em moeda do que outros componentes do PNB.

Adicionalmente, como a demanda por moeda aponta as possíveis soluções de um problema de alocação de riqueza de um indivíduo típico, entre diferentes ativos, dado um vetor de retornos, a medida do custo de oportunidade para uma dada definição de moeda envolve o retorno sobre a moeda e o retorno sobre os outros ativos. Daí, para resolver o problema dos custos de oportunidade basta identificar o retorno sobre a moeda, uma vez que os detentores de depósitos à vista, no caso de utilizarmos uma definição menos ampla, ganham retornos implícitos ou explícitos, seja pela redução de taxas em função dos níveis desses depósitos, seja pela remuneração sobre os mesmos. Como não é fácil explicitar os retornos

implícitos, o problema é ignorado e é assumido que o retorno sobre a moeda é nulo (GOLDFELD; SICHEL, 1990).

Desse modo, o uso de uma ou de outra definição de moeda, de uma ou de outra medida de escala para transações e de uma ou de outra medida de custos de oportunidade permanece uma questão em aberto, dependendo do período analisado, do gosto do pesquisador, da sofisticação das técnicas econométricas e da acurácia dos resultados.<sup>10</sup> Afinal, como nota Lucas (1988), não existe teoria que aponte uma medida de moeda ou de riqueza particularmente superior às demais.

## ABSTRACT

This paper argues that three competitive monetary approaches conclude for a common money demand function. Although the results suggest for the end of the theoretical debate on the demand for money, the empirical debate about what variables compound the arguments set for the money demand function remains open.

## 6 REFERÊNCIAS

- BAUMOL, W. J. The transactions demand for cash. *Quarterly Journal of Economics*, v. 67, n. 4, Nov. 1952.
- BOHN, H. On cash-in-advance models of money demand and asset pricing. *Journal of Money Credit and Banking*, v. 23, Issue 2, May 1991.
- BOIANOVSKY, M. Simonsen and the early history of the cash-in-advance approach. *European Journal of the History of Economic Thought*, v. 9, n. 1, spring 2002.
- CLOWER, R. W. A reconsideration of the microfoundations of monetary theory. *Western Economic Journal*, v. 6, Dec. 1967.
- FARMER, R. E. A. *The macroeconomics of self-fulfilling prophecies*. Cambridge: MIT Press, 1993.
- FRIEDMAN, M. The quantity theory of money: a restatement. In: FRIEDMAN, M. (Ed.). *Studies in the quantity theory of money*. Chicago: University of Chicago Press, 1956.
- FEENSTRA, R. C. Functional equivalence between liquidity costs and the utility of money. *Journal of Monetary Economics*, v. 17, 1986.
- GOLDFELD, S. M. The demand for money revisited. *Brooking Papers on Economic Activity*, v. 1973, Issue 3, 1973.
- \_\_\_\_\_. The case of the missing money. *Brooking Papers on Economic Activity*, v. 1976, Issue 3, 1976.
- GOLDFELD, S. M.; SICHEL, D. E. The demand for money. In: FRIEDMAN, B.; HAHN, F. (Eds.). *The Handbook of Monetary Economics*. New York: North-Holland, 1990. v. 1.

10. A esse respeito, a leitura de Goldfeld (1976) é ilustrativa: diante da performance pobre das estimativas da função demanda por moeda, deve-se explorar outras possibilidades no que se refere às variáveis representativas da escala de transações, custos de oportunidade de reter moeda etc.

HICKS, J. R. A suggestion for simplifying the theory of money. In: HICKS, J. R. (Ed.). *Critical essays in monetary theory*. Oxford: Clarendon Press, 1935.

JOHNSON, H. G. Monetary theory and policy. *American Economic Review*, v. 3, n. 3, 1962.

JUDD, J.; SCADDING, J. L. The search for a stable money demand function: a survey of the post-1973 literature. *Journal of Economic Literature*, v. XX, Sep. 1982.

LUCAS, R. E. Asset prices in an exchange economy. *Econometrica*, v. 45, Nov. 1978.

\_\_\_\_\_. Equilibrium in a pure currency economy. *Economic Inquiry*, v. 18, 1980.

\_\_\_\_\_. Money demand in the United States: a quantitative review. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, v. 29, North-Holland, 1988.

MANKIW, N. G.; SUMMERS, L. H. Money demand and the effects of fiscal policies. *Journal of Money, Credit, and Banking*, v. 18, n. 4, Nov. 1986.

MCCALLUM, B. T. *Monetary economics: theory and policy*. New York: MacMillan Publishing Company, 1989.

\_\_\_\_\_. Inflation: theory and evidence. In: FRIEDMAN, B.; HAHN, F. (Eds.). *Handbook of Monetary Economics*. New York: North-Holland, 1990. v. 2.

MCCALLUM, B. T.; GOODFRIEND, M. S. Demand for money: theoretical studies. *The new palgrave dictionary of economics*. London: Macmillan, 1987.

MELTZER, A. H. The demand for money: the evidence from the time series. *Journal of Political Economy*, v. 71, June 1963.

PATINKIN, D. *Money, interest, and prices*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Harper & How, 1965.

SAVING, T. R. Transactions costs and the demand for money. *American Economic Review*, v. 61, n. 3, June 1971.

SIDRAUSKI, M. Rational choice and patterns of growth in a monetary economy. *American Economic Review*, v. 71, n. 2, maio 1967.

SIMONSEN, M. H. A Lei de Say e o efeito liquidez real. *Revista Brasileira de Economia*, v. 18, p. 41-66, 1964.

\_\_\_\_\_. *Teoria microeconômica*. 11<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, v. I, 1993.

SPINDT, P. A. Money is what money does: monetary aggregation and the equation of exchange. *Journal of Political Economy*, v. 93, n. 1, 1985.

STOCKMAN, A. C. Anticipated inflation and the capital stock in a cash-in-advance economy. *Journal of Monetary Economics*, v. 8, p. 387-393, 1981.

SVENSSON, L. Money and asset prices in a cash-in-advance economy. *Journal of Political Economy*, v. 93, Oct. 1985.

TOBIN, J. The interest elasticity of the transactions demand for cash. *Review of Economic and Statistics*, v. 38, n. 3, Aug. 1956.

\_\_\_\_\_. Liquidity preference as behavior toward risk. *Review of Economic Studies*, n. 2, 1958.



WALLACE, N. Absence-of-double-coincidence models of money: a progress report. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, v. 21, n. 1, winter 1997.

WALSH, C. E. *Monetary theory and policy*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1998.

WANG, P; YIP, C. K. alternative approaches to money and growth. *Journal of Money, Credit, and Banking*, v. 24, n. 4, Nov. 1992.

WICKSELL, K. Interest and prices. In: KELLEY, A. M. (Ed.). New York: *Reprints of Economic Classics*, (1898) 1936.

\_\_\_\_\_. Lectures on political economy. In: KELLEY, A. M. (Ed.). New York: *Reprints of Economic Classics*, (1906) 1967.



# UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PREÇOS HEDÔNICOS NO SETOR SANEAMENTO: O PROJETO DE SÃO BENTO DO SUL-SC\*

Ricardo Coelho de Faria\*\*

Benjamin Miranda Tabak\*\*\*

Ademilton Pereira Lima\*\*\*\*

Sinara Danísia Pinheiro Silva Pereira\*\*\*\*\*

Este artigo utiliza o método de preços hedônicos para estimar o impacto do Projeto de Investimento em Pavimentação e Esgotamento Sanitário em bairros selecionados no município de São Bento do Sul, em Santa Catarina (SC). Em especial, visou-se analisar a valorização dos imóveis residenciais localizados naquela área em decorrência da presença do projeto. Para isso, foram utilizados três modelos competitivos que pudessem identificar os atributos que mais interferem na formação do preço dos imóveis, comparando a importância relativa de cada um. Este procedimento gerou um resultado importante. A pavimentação implica um aumento de 10% nos preços dos imóveis, apontando para a viabilidade do projeto nesse componente. Já para o componente esgoto, previsto no projeto, não foi possível concluir se a existência ou não de um sistema público de coleta afeta de forma significativa o valor dos imóveis. A explicação para esse resultado pode estar associada ao fato de que em todos os bairros analisados utiliza-se o sistema de fossa como destino do esgoto.

## 1 INTRODUÇÃO

Do ponto de vista privado, a decisão de um investimento pode ser tomada com base no valor presente líquido (VPL) e/ou na taxa interna de retorno (TIR) do projeto, ambos calculados com base no fluxo de caixa dos recursos gerados pelo empreendimento. No setor saneamento, por conta de suas especificidades, muitas vezes tais projetos não apresentam retorno privado a ponto de ser atrativo para muitos empreendedores. No entanto, do ponto de vista social, esse mesmo projeto pode apresentar um retorno muito grande, o que justifica sua implementação. Naturalmente, nesses casos, o referido projeto precisa ser subsidiado pelas esferas governamentais.

Um problema inerente a esse tipo de análise é justamente a dificuldade de se estimar os custos e os benefícios sociais desses empreendimentos, questão essa

---

\* Este artigo é uma versão revisada do trabalho de monografia de Sinara Danísia Pinheiro Silva Pereira e fruto de um projeto avaliado por Prisma Consultoria LTDA, para o município de São Bento do Sul, Santa Catarina. O referido projeto foi financiado pelo Fondo Financiero para el Desarrollo de la Cuenca del Plata (FONPLATA). As opiniões expressas neste artigo são de responsabilidade dos autores e não representam as opiniões do Banco Central do Brasil. Benjamin M. Tabak agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa.

\*\* Professor e pesquisador da Universidade Católica de Brasília (UCB).

\*\*\* Consultor do Banco Central do Brasil (BCB) e professor da UCB.

\*\*\*\* Analista e consultor da TC/BR.

\*\*\*\*\* Economista pela UCB.

tratada dentro da literatura da análise de custos e benefícios (ACB). Tradicionalmente, essa literatura inclui as abordagens sugeridas por Dasgupta, Sen e Marglin (1972), Little e Mirrlees (1975) e Habegger (1968, 1971, 1972, 1978).<sup>1</sup> No entanto, em geral, essas abordagens necessitam do conhecimento mais detalhado das condições de oferta e demanda do bem que está sendo avaliado, o que muitas vezes torna sua aplicação trabalhosa.

Como alternativa metodológica, este artigo propõe o uso do método de preços hedônicos (MPH) para estimar os benefícios sociais decorrentes de um projeto de investimento no setor saneamento. Esse método estima a disposição a pagar que está implícita na valorização dos imóveis por conta da existência da infra-estrutura de saneamento. A hipótese básica do método é que as pessoas, ao adquirirem propriedades imóveis, levam em conta vários atributos destas, entre eles as características locacionais e ambientais.

Segundo Freeman (1993), o conceito e o uso de preços hedônicos certamente são provenientes ainda de Court (1941). Posteriormente, em especial a partir da década de 1970, muitos outros trabalhos teriam contribuído com a teoria de preço hedônico, tais como Ridker e Henning (1967), Griliches (1971) e Rosen (1974). Esta literatura, tanto em nível internacional como no Brasil, tem sido aplicada em diferentes estudos com o objetivo de valorar atributos como paisagens naturais, áreas de lazer, poluição do ar e da água, entre outros. Sob pena de omitir alguns desses trabalhos, podem ser mencionados como ilustração, no Brasil, os estudos de Aguirre e Faria (1997), Batalhone (2000), Luppe e Angelo (2005), Maia, Carrera e Oliveira (2005), Teixeira e Serra (2006), entre outros. O presente artigo contribui com essa literatura ao aplicar o MPH para avaliar o projeto de saneamento no município de São Bento do Sul.

O artigo está apresentado em quatro seções, incluindo esta introdução. Na próxima seção alguns aspectos metodológicos são apresentados e na terceira os resultados são discutidos. Por fim, a última seção resume as conclusões do trabalho.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Especificação econométrica da equação de preços hedônicos

A literatura de preços hedônicos assume que os preços de imóveis podem ser descritos por um vetor de variáveis contínuas e *dummies* tal que:

$$P = \beta_0 + \beta_1 Idade + \beta_2 IPTU + \beta_3 Asfalto + \beta_4 Esgoto + \beta_5 Alagamentos + \beta_6 Quartos + u \quad (1)$$

1. Contador (1997) faz uma boa revisão dessa literatura.

onde a variável  $P$  corresponde aos preços de residências; os termos  $\beta_0$  e  $u$  correspondem à constante da regressão e ao termo aleatório que reflete componentes não observados nos preços de residências. As variáveis contínuas são: Idade, que corresponde ao número de anos do imóvel; Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), que é o valor do imposto sobre propriedade territorial urbana; e Quartos, que consiste no número de quartos da residência. As variáveis *dummies* são Asfalto, Esgoto e Alagamentos. Estas variáveis valem 1 no caso de a residência ter sido construída em área com asfalto, com esgoto e na presença de alagamentos, respectivamente.

Do ponto de vista teórico é de se esperar que os sinais dos coeficientes sejam positivos para as variáveis IPTU, Asfalto, Esgoto e Quartos, e negativos para Idade e Alagamentos.

Não existe consenso na literatura sobre qual é a relação funcional apropriada entre preços de residências e características/atributos das mesmas. A relação apresentada em (1) é denominada modelo linear. Outros dois modelos são comumente estimados na literatura. Os modelos semi-log e log, que são:

$$\log(P) = \beta_0 + \beta_1 Idade + \beta_2 IPTU + \beta_3 Asfalto + \beta_4 Esgoto + \beta_5 Alagamentos + \beta_6 Quartos + u \quad (2)$$

$$\log(P) = \beta_0 + \beta_{11} \log(Idade) + \beta_2 \log(IPTU) + \beta_3 Asfalto + \beta_4 Esgoto + \beta_5 Alagamentos + \beta_6 \log(Quartos) + u \quad (3)$$

Os modelos (2) e (3) são competidores do modelo (1), e como não se conhece *a priori* a forma funcional da equação de preços hedônicos, esses três modelos são comparados. A grande vantagem do modelo log corresponde ao fato de que os coeficientes podem ser facilmente interpretados e correspondem às elasticidades no caso de variáveis contínuas.

## 2.2 Dados e procedimentos

Foi aplicado um questionário em 390 condomínios no município de São Bento do Sul com a finalidade de estimar o possível impacto na valorização dos imóveis por conta do projeto. A amostra foi estratificada em dois grupos: área do projeto e grupo de controle, ou seja, uma área com características semelhantes à área do projeto, mas que se diferencia essencialmente pelo fato de já possuir as benfeitorias propostas pelo projeto de investimento.

A partir da amostra coletada em campo, algumas observações foram eliminadas. Em primeiro lugar, entendeu-se que a informação referente ao valor pago em IPTU

seria uma importante variável de controle. Sendo assim, alguns questionários que não dispuseram dessa informação foram eliminados. Em segundo lugar, algumas residências foram edificadas em lotes relativamente grandes, perdendo a característica de uma área urbana. Então, optou-se por eliminar aquelas observações referentes a construções em lotes superiores a 1.000 m<sup>2</sup>. Com esse filtro, restaram 233 observações, sendo 192 na área do projeto e 41 na área de controle.

Nesse tipo de valoração, via questionário, é comum ocorrer algum tipo de viés relacionado ao valor do imóvel, já que esse valor é solicitado diretamente ao proprietário. Para reforçar a consistência do trabalho, informações adicionais sobre o valor dos imóveis foram obtidas junto à prefeitura local. Com isso, as equações de preços hedônicos foram estimadas considerando-se os dois valores disponíveis: aquele obtido via questionário e aquele obtido diretamente junto à prefeitura.

### 3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

#### 3.1 Caracterização da população local

Esta seção tem como objetivo apresentar uma caracterização geral da população a ser beneficiada pelo projeto de investimento. Como o MPH requer o levantamento de informações numa área de controle para efeitos de comparações, as estatísticas descritivas estão apresentadas de acordo com esta segregação: área afetada pelo projeto e área de controle.

A tabela 1 resume os dados relacionados com o grau de escolaridade dos chefes de família entrevistados. Como foi dito, foram entrevistados 192 chefes de família na área do projeto e 41 chefes de família na área de controle (grupo de controle). Algumas diferenças não importantes podem ser observadas. Por exemplo, mais de 58% dos chefes de família do grupo de controle possuem apenas o 1º grau incompleto, contra aproximadamente 41% dos chefes de família na área do projeto. No entanto, se considerarmos uma amplitude um pouco maior da distribuição, verifica-se que, em ambos os casos, a maior parte dos chefes de família possuem entre 1º grau incompleto e 2º grau completo.

A tabela 2 apresenta a distribuição de frequência da renda familiar dos domicílios pesquisados. Nos dois grupos, o intervalo de renda mais frequente é de R\$ 1.404,00 a R\$ 2.200,00, sendo que a média é de R\$ 1.581,00 e de R\$ 1.501,39 na área do projeto e do grupo de controle, respectivamente. Esta informação nos revela uma homogeneidade importante para avaliação aqui pretendida.

Outras características dos chefes de família que foram levantadas na pesquisa de campo estão resumidas na tabela 3. A idade média dos chefes de famílias é ligeiramente próxima entre a área do projeto e o grupo de controle. De forma semelhante, a proporção de chefes de famílias com rendimentos é marginalmente

diferente entre os dois grupos. Embora esta variável possa ter alguma relação com os preços dos imóveis, não foi utilizada na regressão de preços hedônicos.<sup>2</sup>

TABELA 1  
**Grau de escolaridade dos chefes de família**  
(Em % de entrevistados)

Grau de escolaridade	Área do projeto	Grupo de controle
Sem escolaridade	6,8	0,0
1ª grau incompleto	40,6	58,5
1ª grau completo	20,3	14,6
2ª grau incompleto	5,7	4,9
2ª grau completo	18,2	22,0
Superior incompleto	1,6	0,0
Superior completo	5,2	0,0
Pós-graduação	1,6	0,0
Total (%)	100,0	100,0
Total absoluto (chefes de família)	192	41

Fonte: Pesquisa de campo.

TABELA 2  
**Distribuição de frequência da renda familiar**

Intervalos de renda (R\$)	Área do projeto (%)	Grupo de controle (%)
Até 350	2,1%	4,9%
351 a 700	14,1%	9,8%
701 a 1.050	16,1%	12,2%
1.051 a 1.400	18,2%	26,8%
1.401 a 2.200	30,7%	29,3%
2.201 a 3.500	15,1%	14,6%
Acima de 3.500	3,6%	2,4%
Frequência total	100,0%	100,0%
Média*	1.581,00	1.501,39
Desvio-padrão	965,91	796,74

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: \* Esta média foi obtida diretamente da base de dados e não coincide necessariamente com a média que pode ser obtida na distribuição da tabela.

2. A princípio, pode-se esperar alguma relação que faça sentido. Por exemplo, o fato de existir somente indivíduos com renda alta num determinado bairro ou rua, pode ser um atributo que valorize um imóvel particular. Ou seja, as pessoas podem estar dispostas a pagar um pouco mais por uma mesma casa se ela estiver localizada num bairro de classe alta. De qualquer forma, outros atributos podem estar correlacionados com a renda, gerando problemas de multicolinearidade.

TABELA 3  
**Outras características dos chefes de família**

Características	Área do projeto	Grupo de controle
Idade do chefe de família		
Média	46,0	48,8
Desvio-padrão	12,4	11,3
Número de observações	192	41
Proporção de chefes de família com rendimentos		
Proporção	0,84	0,88
Desvio-padrão	0,37	0,33
Número de observações	192	41

Fonte: Pesquisa de campo.

Algumas características básicas do sistema de abastecimento de água em São Bento do Sul estão na tabela 4. Em torno de 90% dos domicílios pesquisados na amostra possuem um sistema de abastecimento de água via rede pública, tanto na área do projeto quanto na área de controle. Uma minoria possui um sistema misto, incluindo, além da rede pública de abastecimento, um poço particular como fonte de água.

TABELA 4  
**Características do sistema de abastecimento de água, segundo a fonte**

Fontes de abastecimento	Área do projeto	Grupo de controle
Rede pública	89,6	90,0
Vizinho	0,0	0,0
Poço coletivo	2,1	0,0
Poço na casa	2,6	0,0
Chafariz	0,0	0,0
Misto (rede e poço)	5,7	10,0
Outros	0,0	0,0
Total	100,0	100,0

Fonte: Pesquisa de campo.

Quanto ao sistema de esgoto, existe também certa homogeneidade entre a área do projeto e domicílios do grupo de controle, conforme indicam os dados da tabela 5. Isto é, praticamente ninguém possui um sistema de esgoto ligado a uma rede pública. A grande maioria, nas duas áreas consideradas, utiliza o sistema de fossa como destino do esgoto de seus domicílios. Outra parcela utiliza fossa e vala. Sendo assim, é razoável esperar que este atributo seja pouco significativo na diferenciação dos preços dos imóveis nessas duas áreas de estudo, hipótese tratada adiante.



TABELA 5  
**Características do sistema de esgoto, segundo o destino**

Fontes de abastecimento	Área do projeto	Grupo de controle
Proporção de domicílios ligados à rede pública de esgoto	0,08	0,03
Destino do esgoto		
Rede coletora	1,69	0,00
Fossa	83,15	76,92
Galeria de água da chuva	2,81	5,13
Fossa e vala	11,24	17,95
Vala a céu aberto	1,12	0,00
Outro	0,00	0,00
Total	100,0	100,0

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: \* Estatística-t calculada sem assumir igualdade de variâncias.

A tabela 6 mostra algumas condições gerais de infra-estrutura nos bairros pesquisados. Em muitos aspectos, os bairros selecionados na amostra apresentam boas condições, a saber: serviço de água, coleta de lixo, iluminação pública, energia elétrica, telefone público e ponto de ônibus. O sistema de drenagem da água da chuva é um pouco melhor na área de controle, segundo opiniões dos moradores. Já o sistema de drenagem da água de esgoto não foi bem avaliado em ambos os casos. Quanto à pavimentação, praticamente não existe na área do projeto e quando existe não foi bem avaliada pelos moradores.<sup>3</sup>

Quanto aos problemas de alagamento, parecem afetar igualmente as duas áreas, embora numa proporção muito pequena dos imóveis. Nas duas áreas, a proporção de domicílios afetados por alagamentos fica entre 6,3% e 7,3% do total dos imóveis. Na maioria dos casos, esses alagamentos ocorrem apenas quando chove, conforme demonstrado na tabela 7.

Por fim, a tabela 8 apresenta algumas características dos imóveis propriamente ditos, segundo a área de controle e do projeto. Por um lado, cabe destacar a homogeneidade entre diversos atributos selecionados. Ou seja, a área construída, o tamanho do lote, o número de quartos, a proporção de residências com alto padrão e a distância média de estabelecimentos comerciais não apresentam diferenças significativas de uma área para outra, conforme pode ser constatado pela estatística-t. De certa forma, essa igualdade de características demonstra que a área de controle foi muito bem definida no plano amostral.

Por outro lado, é razoável intuir que o valor médio dos imóveis localizados na área de controle seja ligeiramente superior, já que o atributo “existência de

3. É importante destacar que, mesmo na área do projeto, existem algumas ruas parcialmente pavimentadas com paralelepípedo ou pedra poliédrica. Sendo assim, é factível que alguns moradores atribuam conceitos bons, mesmo que a área seja objeto de nova pavimentação.

pavimentação” seria um fator diferenciador de preços.<sup>4</sup> No entanto, a estatística-t calculada indica que as diferenças observadas nos preços dos imóveis não são significativas. Mas este ponto ilustra a importância de se estimar uma equação de preços hedônicos. Ou seja, diversos atributos podem contribuir para a formação do preço de um imóvel, negativamente ou positivamente. Então, a combinação desses atributos pode, inclusive, tornar a diferença observada pouco significativa. A vantagem da equação de preços hedônicos é que torna possível isolar a contribuição marginal de cada um desses tributos, bem como testar se tal contribuição é significativa ou não.

TABELA 6

**Condições da residência, segundo serviços de infra-estrutura**

Fontes de abastecimento	Conceitos		
	Bom	Ruim	Não tem
<b>Grupo de controle</b>			
Serviço de água	95,1	4,9	0,0
Coleta de lixo	95,1	4,9	0,0
Iluminação pública	100,0	0,0	0,0
Drenagem/escoamento da água da chuva	78,0	14,6	7,3
Drenagem/escoamento da água de esgoto	29,3	2,4	68,3
Fornecimento de energia elétrica	97,6	0,0	2,4
Pavimentação de rua	65,9	31,7	2,4
Segurança pública	68,3	29,3	2,4
Telefone público	85,4	4,9	9,8
Ponto de ônibus	92,7	0,0	7,3
Varrição	26,8	9,8	63,4
<b>Área do projeto</b>			
Serviço de água	93,8	2,6	3,6
Coleta de lixo	96,9	3,1	0,0
Iluminação pública	91,1	8,9	0,0
Drenagem/escoamento da água da chuva	49,0	20,8	30,2
Drenagem/escoamento da água de esgoto	17,2	8,9	74,0
Fornecimento de energia elétrica	98,4	1,0	0,5
Pavimentação de rua	10,9	23,4	65,6
Segurança pública	55,2	39,1	5,7
Telefone público	65,1	14,6	20,3
Ponto de ônibus	80,2	7,3	12,5
Varrição	22,9	15,1	62,0

Fonte: Pesquisa de campo.

4. Vale lembrar que os atributos “existência de alagamentos” e “existência de esgoto” são igualmente distribuídos entre as duas áreas.

Em suma, pode-se dizer que os domicílios que fizeram parte da amostra pesquisada apresentam alguns bons aspectos, tais como fornecimento de água, energia elétrica, coleta de lixo, tamanho considerável do lote, entre outros. Por outro lado, as condições de pavimentação, especialmente na área do projeto, parecem um problema latente. O problema de esgoto parece não ser substancialmente diferente entre as duas áreas analisadas, já que em ambos os casos predomina o uso de fossa como alternativa de destino do esgoto doméstico. Por fim, o problema relacionado com alagamentos parece também não preocupar a maioria dos moradores locais.

TABELA 7

**Problemas associados com o alagamento**

Fontes de abastecimento	Área do projeto	Grupo de controle
Proporção de afetados por alagamentos (%)	6,3	7,3
Frequências dos alagamentos (%)		
Toda vez que chove	8,3	0,0
Apenas quando chove	75,0	100,0
Raramente	16,7	0,0
Outra periodicidade	0,0	0,0
Total	100,0	100,0

Fonte: Pesquisa de campo.

TABELA 8

**Características dos imóveis**

Itens selecionados	Área do projeto	Grupo de controle	Estatística-t*
Área construída	113,9	126,6	-1,287
Tamanho do lote	484,1	452,6	1,138
Número de quartos	3,0	3,1	-0,968
Percentual de entrevistados proprietários	97,4	100,0	-
Percentual de imóveis com escritura	88,8	75,6	-
Percentual de imóveis com termo de posse	9,1	24,4	-
Percentual de imóveis sem escritura e sem termo de posse	2,1	0,0	-
Proporção de residências com alto padrão de construção	0,1	0,1	-1,153
Distância média de estabelecimentos comerciais	1.879,5	1.855,6	0,165
Valor do IPTU	132,3	149,8	-0,979
Valor do aluguel	429,3	464,6	-0,997
Valor do imóvel obtido pela pesquisa	78.823,2	88.048,8	-1,024
Valor do imóvel obtido na prefeitura	77.083,8	85.165,0	-1,311
Número de observações	192	41	-

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: \* Estatística-t calculada sem assumir igualdade de variâncias.

### 3.2 Valorização dos imóveis pela função de preços hedônicos

Como foi dito na seção de metodologia, os preços dos imóveis foram levantados de duas formas: primeiramente por meio das entrevistas já descritas, quando o chefe

de família era solicitado a dizer qual o valor de seu imóvel. Adicionalmente, os preços desses imóveis foram levantados com base em informações disponibilizadas pela prefeitura local.

A tabela 9 apresenta as regressões de preços hedônicos para os valores de imóveis obtidos pela pesquisa. Foram estimados três modelos: o modelo linear, o modelo semi-log e o modelo logarítmico com todas as variáveis em logaritmos naturais. Os painéis A, B e C apresentam os resultados para cada especificação.

TABELA 9

**Variável dependente – valor do imóvel obtido na pesquisa**

Modelos/variáveis	Coefficiente	Erro-padrão	Estatística-t	Valor-p
<b>Painel A: modelo linear</b>				
Constante	25.245,52	10.921,50	2,31	0,0217
Asfalto	12.596,78	6.828,72	1,84	0,0664
Alagamentos	-14.503,45	10.409,95	-1,39	0,1649
Esgoto	194,29	10.116,79	0,02	0,9847
Quartos	6.995,36	3.476,19	2,01	0,0454
IPTU	242,40	30,61	7,92	0,0000
R <sup>2</sup> ajustado	0,26			
<b>Painel B: modelo semi-log</b>				
Constante	10,51	0,14	76,44	0,00
Asfalto	0,15	0,09	1,75	0,08
Alagamentos	-0,22	0,13	-1,69	0,09
Esgoto	-0,11	0,13	-0,89	0,37
Quartos	0,08	0,04	1,87	0,06
IPTU	0,00	0,00	7,43	0,00
R <sup>2</sup> ajustado	0,24			
<b>Painel C: modelo log</b>				
Constante	8,76	0,26	33,37	0,00
Asfalto	0,15	0,08	1,80	0,07
Alagamentos	-0,21	0,13	-1,63	0,10
Esgoto	0,02	0,13	0,19	0,85
Quartos	0,25	0,12	2,13	0,03
IPTU	0,45	0,05	8,58	0,00
R <sup>2</sup> ajustado	0,29			

Fonte: Estimativas obtidas com base na pesquisa de campo.

Como se pode perceber, o modelo logarítmico é o que melhor se ajusta aos dados. Não obstante, todas as variáveis são significantes com exceção da *dummy* para presença de esgoto na casa. Contudo, como já foi dito, a maioria das casas que participaram da entrevista possui fossa. Dessa forma, o resultado é bastante razoável. Ainda pelo modelo log é possível inferir que a presença de asfalto na

residência aumenta o valor dos imóveis em aproximadamente 15%. A presença de alagamentos, por outro lado, contribuiu para a redução do valor dos imóveis como se pode observar do sinal do coeficiente (negativo). Outras variáveis importantes utilizadas nas regressões foram o valor pago em IPTU e o número de quartos da residência.

A tabela 10 apresenta os resultados para estimação de preços hedônicos quando se utiliza como variável dependente os valores dos imóveis obtidos junto à prefeitura local. Pode-se perceber que os resultados qualitativos não se alteram. Contudo, o ajuste das regressões melhorou bastante, pois os  $R^2$  ajustados aumentaram em 12%, 20% e 25% para os modelos linear, semi-log e log, respectivamente. Nesse caso, o melhor modelo é o log, com  $R^2$  ajustado igual a 37%. Ainda neste modelo, a presença de asfalto contribui positivamente para os preços de residências em 10,8% enquanto a presença de alagamentos contribui negativamente em 15%.

TABELA 10

**Variável dependente – valor do imóvel obtido na prefeitura**

Modelos/variáveis	Coefficiente	Erro-padrão	Estatística-t	Valor-p
<b>Painel A: modelo linear</b>				
Constante	28.863,7	7.775,4	3,71	0,0003
Asfalto	8.869,4	4.861,6	1,82	0,0694
Alagamentos	-9.491,5	7.411,2	-1,28	0,2016
Esgoto	-3.059,0	7.202,5	-0,42	0,6715
Quartos	8.288,0	2.474,8	3,35	0,0009
IPTU	176,5	21,8	8,10	0,0000
$R^2$ ajustado	0,29			
<b>Painel B: modelo semi-log</b>				
Constante	10,547	0,098	107,88	0,0000
Asfalto	0,114	0,061	1,87	0,0627
Alagamentos	-0,169	0,093	-1,81	0,0709
Esgoto	-0,060	0,091	-0,67	0,5061
Quartos	0,114	0,031	3,65	0,0003
IPTU	0,002	0,000	7,86	0,0000
$R^2$ ajustado	0,30			
<b>Painel C: modelo log</b>				
Constante	9,159	0,182	50,26	0,0000
Asfalto	0,108	0,058	1,86	0,0641
Alagamentos	-0,153	0,088	-1,73	0,0843
Esgoto	0,045	0,087	0,52	0,6019
Quartos	0,334	0,081	4,15	0,0000
IPTU	0,350	0,036	9,72	0,0000
$R^2$ ajustado	0,37			

Fonte: Estimativas obtidas com base na pesquisa de campo.

Em suma, dentre os modelos estimados, o que melhor se ajusta aos dados é aquele que utiliza a especificação com as variáveis em logaritmos. Com base nesse modelo é possível obter as seguintes inferências: *a*) a presença de rede pública de esgoto não afeta os preços dos imóveis; *b*) a presença de alagamentos reduz os preços dos imóveis em 15%; e *c*) a presença de asfalto aumenta, em média, em 10% os preços desses imóveis.

#### 4 CONCLUSÃO

Este artigo resumiu os principais resultados da pesquisa de campo realizada em São Bento do Sul-SC, com o intuito de avaliar o impacto do projeto de investimento em esgoto sanitário e pavimentação de ruas em bairros selecionados.

Para estimar o benefício social do projeto em termos de valorização dos imóveis por conta do projeto foi utilizada uma função de preços hedônicos. As formas funcionais linear, semi-log e log foram comparadas, sendo esta última a que melhor se ajustou aos dados. Nesse caso, os resultados demonstraram que o projeto de pavimentação incrementa, em média, 10,8% no valor dos imóveis. Quanto ao esgoto não foi possível concluir se a existência ou não de um sistema público de coleta afeta de forma significativa o valor dos imóveis. A explicação para este resultado pode estar associada ao fato de que em todos os bairros analisados utiliza-se o sistema de fossa como destino do esgoto.

#### REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, A.; FARIA, D. M. C. P. de. A utilização de preços hedônicos na avaliação social de projetos. *Revista Brasileira de Economia*, v. 51, n. 3, jul./set. 1997.
- BATALHONE, S. A. *Valoração econômica: uma abordagem empírica sobre o método de preços hedônicos e o valor dos imóveis residenciais*. Tese (mestrado em economia) – Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2000.
- CONTADOR, C. R. *Projetos sociais: avaliação e prática*. São Paulo: Atlas, 1997.
- COURT, L. M. Entrepreneurial and consumer demand theories for commodities pectra. *Econometrica*, v. 9, n. 1, p.135-162, 1941.
- DASGUPTA, P.; SEN, A.; MARGLIN, S. *Guidelines for project evaluation*. New York: United Nations Industrial Development Organization/Unido, 1992.
- FREEMAN III, A. M. *The measurement of environmental and resource values: theory and methods*. Washington, D. C.: Resources for The Future, 1993. 516 p.
- GRILICHES, Z. *Price, indexes and quality change*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1971.
- HARBERGER, A. (Org.). *Project evaluation: collected papers*. Chicago: Markham, 1972.
- \_\_\_\_\_. On the use of distributional weights in social cost-benefit analysis. *Journal of Political Economy*, v. 86, n. 2, Apr. 1978.

\_\_\_\_\_. *Survey of literature on cost-benefit analysis for industrial project evaluation. Evaluation of industrial projects*. New York: United Nations, 1968.

\_\_\_\_\_. Three basic postulates for applied welfare economics. *Journal of Economic Literature*, n. 9, p. 785-798, Sep. 1971.

LITTLE, I. M. D.; MIRRLEES, J. A. *Manual of industrial project analysis in developing countries*. Paris: OECD, 1968.

LUPPE, M. R.; ANGELO, C. F. Componentes dos preços dos vinhos brasileiros, argentinos e chilenos: uma análise de preços hedônicos. *Revista de Gestão USP*, São Paulo, v. 12, n. 4, out./dez. 2005.

MAIA, J. A. F.; CARRERA, J. F.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, A. L. S. Viabilidade econômica através da função de preços hedônicos: o caso do Programa Viver Melhor, na Bahia. *Bahia Análise & Dados*, Salvador, v. 15, n. 2-3, set./dez. 2005.

RIDKER, R. G.; HENNING, J. A. The determinants of residential property values with special reference to air pollution. *Review of Economics and Statistics*, v. 49, n. 2, p. 246-257, 1967.

ROSEN, S. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, n. 82, p. 34-55, 1974.

TEIXEIRA, E. C.; SERRA, M. A. O impacto da criminalidade no valor da locação de imóveis: o caso de Curitiba. *Economia e Sociedade*, Campinas, v. 15, n. 1 (26), jan./jun. 2006.





# ENERGIA ELÉTRICA E POLÍTICAS PÚBLICAS: O CASO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS *BOTOX* NOS LEILÕES DE ENERGIA\*

Erik Eduardo Rego\*\*

Virgínia Parente\*\*\*

Este trabalho tem o objetivo de relatar e analisar a história dos projetos hidrelétricos que ficaram conhecidos como *botox*, expressão cunhada para definir aquelas usinas providas de empreendimentos de geração existentes que tivessem obtido outorga de concessão ou autorização até a data da edição da Lei nº 10.848 de 2004; iniciado operação comercial depois de 1º de janeiro de 2000; e não contratado sua energia até a data da publicação da mesma lei. Traça-se a evolução desses projetos desde sua origem, ainda na primeira reforma do setor elétrico brasileiro em 1998, até seu desfecho, no leilão de energia nova de 2007, já no âmbito da segunda reforma do setor elétrico iniciada em 2004. O artigo prossegue com a descrição das alterações regulatórias, principalmente no que se refere ao critério de licitação de concessões de aproveitamentos hidrelétricos, caracterizando e identificando como se formou essa categoria de empreendimentos *botox*. Por fim, após a conceituação teórica de leilões, são analisadas as participações desse tipo de projeto nos cinco leilões de energia nova, ocorridos entre 2005 e 2007.

## 1 INTRODUÇÃO

Na alteração da regulamentação para a outorga de concessões de geração e para a comercialização de energia elétrica no país – ou seja, da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998 (aqui referida como primeira reforma do setor elétrico brasileiro, ou modelo RE-SEB), para a Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004 (aqui referida como segunda reforma do SEB, ou modelo reestruturado) – foram instituídas mudanças significativas no desenho regulatório setorial. Esse último formato institucional herdou muitos projetos de geração de energia hidrelétrica, licitados no modelo anterior pelo critério de maior pagamento pelo uso do bem público (UBP) e sem qualquer licenciamento ambiental outorgado, de extrema dificuldade de viabilização tanto sob o ponto de vista econômico-financeiro como ambiental e regulatório.

Nesse contexto, pelos artigos 17 e 18 da Lei nº 10.848 de 2004, o poder concedente atribui a esses projetos tratamento diferenciado. Sem serem caracterizados como aproveitamentos de energia existente (conhecidos como “energia velha”), nem como novos empreendimentos de geração (“energia nova”) para efeito de contratação no ambiente de comercialização regulada (ACR), eles foram equiparados à dita energia nova apenas até o ano de 2007. Mesmo assim, esses projetos apresentariam

---

\* Este trabalho deriva da dissertação de Mestrado desenvolvida pelo primeiro autor, sob a orientação do segundo, junto ao Programa Interinidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (PIPGE/USP).

\*\* Engenheiro de Produção, Economista, Mestre em Energia pelo PIPGE/USP.

\*\*\* Professora do PIPGE/USP.

características peculiares que viriam a reduzir sua competitividade nos leilões de contratação de energia elétrica, dificultando, dessa forma, sua potencial contribuição para o aumento da geração de energia elétrica nacional.

Sem uma terminologia oficial própria, esses projetos foram apelidados pelos agentes do setor como usinas *botox*, o que na linguagem coloquial do mercado significava projeto “velho” com “cara de novo”. Velho, porque as concessões já haviam sido outorgadas quando da edição da Lei nº 10.848 de 2004, e cara de novo pela equiparação desses projetos à energia nova oriunda daqueles projetos que seriam outorgados após essa lei nos leilões de contratação.

São cerca de 46 projetos de usinas *botox*, com potência equivalente a 10.017 megawatts (MW) ou 5.278 MW médios (MWm) de energia assegurada. Voltando-se a março de 2004, quando da edição da segunda reforma do setor elétrico, havia 29 dessas hidrelétricas cujas obras não tinham sido iniciadas ou estavam paralisadas. Em termos energéticos eram 5.956 MW de capacidade e 3.305 MWm de energia assegurada, números que podem ser comparáveis ao do grandioso projeto do complexo do rio Madeira.<sup>1</sup>

Em outubro de 2007, após a realização do último leilão de energia *botox*, e passados três anos e sete meses da edição da segunda reforma, o número de hidrelétricas *botox* cujas obras ainda não haviam sido iniciadas reduziu-se para 12 usinas, que juntas representam 2.235 MW de capacidade instalada. Em outras palavras, durante o período da segunda reforma, para 17 usinas, equivalentes a 3.721 MW de potência, ou 62,5% da potência de março de 2004, foram encontradas soluções para que estas saíssem do papel, demonstrando-se que houve evolução não desprezível. Entretanto, por alguns motivos, que serão examinados neste artigo, ainda restaram projetos com muitas dificuldades para serem viabilizados.

Diante do exposto, este artigo se propõe fazer um *relato* da origem dos projetos hidrelétricos conhecidos por *botox* e sua concomitante *análise*, com o objetivo de investigar por que houve tão longo período de impasse para tantos projetos, diagnosticar as razões pelas quais alguns deles encontraram viabilidade e outros não, identificando quais *estratégias* os agentes e o governo poderiam adotar de forma a viabilizar aqueles que ainda continuam inviáveis.

## 2 ORIGEM DAS USINAS HIDRELÉTRICAS BOTOX

### 2.1 Critério de licitação de novos empreendimentos

A Lei nº 8.987 de 1995, com nova redação dada pela Lei nº 9.648 de 1998, estabeleceu nos três primeiros incisos do artigo 15 que a concessão de serviços públicos

1. O complexo do rio Madeira é composto pelos projetos de usinas hidrelétricas (UHEs) Santo Antônio e Jirau, com 3.150 MW (2.050 MWm) e 3.300 MW (2.193 MWm) de capacidade, respectivamente.

seria precedida de prévia licitação, a ser implementada pelos seguintes critérios de julgamento: *a*) o menor valor da tarifa do serviço público a ser prestado; *b*) a maior oferta, nos casos de pagamento ao poder concedente pela outorga da concessão; e *c*) a combinação desses dois critérios.

Com fundamento nisso, o poder concedente – à época representado mais de perto pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (Dnaee), cujas competências foram atribuídas à Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) quando de sua criação por meio da citada Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1966 – elegeu o critério da maior oferta de pagamento pelo uso do bem público para julgamento nas licitações para geração de energia, ou seja, o critério baseado na maior remuneração pela utilização do potencial hidroenergético nele empregado.

Neste novo regime a exploração de potenciais hídricos para a geração de energia hidrelétrica deixou de ser considerada como serviço público para se caracterizar como concessão de UBP, outorgada para as finalidades de produção independente de energia elétrica ou autoprodução

## 2.2 Leilões de concessão

Uma vez que a liberalização da comercialização de energia entre agentes de geração e as concessionárias de distribuição teria como consequência natural o estímulo da concorrência entre os primeiros, inevitavelmente resultaria também na inibição de novos investimentos na atividade de geração, pois no regime da livre comercialização, baseado no binômio oferta-demanda, não seria do interesse dos fornecedores o excesso de oferta desse produto no mercado.

Essa percepção gerou justificada preocupação dos grandes consumidores, isto é, empresas mineradoras, produtoras de cimento, papel, alumínio etc., cuja atividade industrial depende do abastecimento regular e intenso de energia elétrica, na medida em que a escassez desse produto resultaria em aumento incontrolável do seu preço no mercado, o que viria dificultar ou mesmo inviabilizar a subsistência empresarial desses consumidores, pela falta de suprimento de insumo imprescindível à sua atividade industrial.

Tal circunstância levou esse grupo de grandes consumidores a optar pela construção de seus próprios empreendimentos na condição de autoprodutores, para o que, seguindo as regras estabelecidas na legislação então vigente, vieram a participar, em conjunto com investidores que desejavam atuar na comercialização de energia (produtores independentes), de licitações abertas pelo poder concedente, com base no critério da maior oferta de pagamento à União pelo UBP (os potenciais hidroenergéticos).

Isso resultou na outorga de novas concessões a autoprodutores e produtores independentes mediante leilões de concessão promovidos pela Aneel. A tabela 1

apresenta uma amostra de usinas outorgadas nesses leilões, lembrando que a proposta vencedora foi aquela que então ofereceu o maior pagamento pelo UBP. O ágio referido na tabela é justamente a diferença entre o valor mínimo estipulado pelo poder concedente e o valor da proposta vencedora.

TABELA 1

**Exemplos de ágios pagos nos leilões de concessão pelo critério de maior UBP**

Leilão	Usina	MW	Ágio (%)	Acionistas
Junho/2000	Quebra-Queixo	120,0	1.106	Cia. Energética Chapecó
Abril/2000	Barra Grande	690,0	627	Baesa, Alcoa, DME <sup>a</sup> , CCC <sup>b</sup>
Novembro/2000	Picada	50,0	772	Votorantim
Junho/2001	Foz do Chapecó	855,0	554	CVRD <sup>c</sup> , Foz Energia
Junho/2001	Serra do Fação	210,0	3.090	Alcoa, CBA <sup>d</sup> , DME, VC <sup>e</sup>
Novembro/2001	Salto Pilão	181,0	2.437	Alcoa, CCC, DME, VC
Novembro/2001	São Salvador	241,0	1.868	Grupo Rede
Novembro/2001	Pedra do Cavalo	160,0	2.638	Votorantim
Novembro/2001	Couto Magalhães	150,0	3.089	Grupo Rede
Novembro/2001	Santa Isabel	1.087,0	1.694	Bilton, CVRD, CCC, Alcoa, VC

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados junto à Aneel (2007).

Notas: <sup>a</sup> Departamento Municipal de Eletricidade de Poços de Caldas.

<sup>b</sup> Construção e Comércio Camargo Corrêa.

<sup>c</sup> Companhia Vale do Rio Doce.

<sup>d</sup> Companhia Brasileira de Alumínio.

<sup>e</sup> Votorantim Cimentos.

O pagamento de valores astronômicos pelo uso dos potenciais hidroenergéticos (UBP) chegou a até 3.000% de ágio sobre o valor mínimo fixado pelo poder concedente. Esse valor representava até 30% do valor da energia gerada. No regime legal então vigente, era o único modo de os autoprodutores assegurarem a energia necessária ao desenvolvimento da sua atividade social e de os produtores independentes assegurarem a geração de energia necessária para ser comercializada no mercado em que pretendiam atuar.

### 2.3 Alteração do modelo regulatório

No entanto, não demorou muito para que se tornasse perceptível o fracasso do regime de outorga de concessão para a geração de energia elétrica na modalidade de maior pagamento pelo UBP, combinado com a abertura do mercado programada pela Lei nº 9.648 de 1998, levando o Congresso Nacional, dentro da perspectiva do novo governo, o do presidente Lula, a editar a Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, criando nova regulamentação para a outorga de concessões de geração e para a comercialização de energia no país.

Esse novo diploma criou as figuras do ACR e do “ambiente de contratação livre (ACL)”, definindo o primeiro como sendo a compra e venda de energia elétrica por concessionárias, permissionárias e autorizadas do serviço público de distribuição de energia elétrica; e o último como sendo a comercialização direta de energia pelos mesmos agentes de geração aos consumidores livres definidos nos artigos 14 e 15 da Lei nº 9.074 de 1995.

A partir dessa nova norma, a aquisição de energia elétrica pelas concessionárias de distribuição de energia para venda aos consumidores cativos em seus respectivos mercados passou a ser feita por meio de licitações; nestas procurava-se garantir, entre outros aspectos, a observância da modicidade tarifária e das condições e limites de repasse do custo de aquisição desse produto para os consumidores finais, sendo as contratações reguladas por meio de contratos bilaterais denominados contratos de comercialização de energia no ambiente regulado (Ccear).

Além disso, as licitações para a concessão de geração de energia deixaram de ser realizadas pelo critério da maior oferta pela utilização dos potenciais hidroenergéticos para seguir o critério da menor tarifa da energia a ser produzida para comercialização ACR. O objetivo desse tipo de contratação é propiciar economia de escala na licitação para a nova energia, repartir os riscos e os benefícios dos contratos e equalizar as tarifas de suprimento dos distribuidores.

Nesse contexto, haverá um preço único de repasse da energia nova para todas as empresas distribuidoras de energia elétrica, dado pela média ponderada dos preços dos leilões realizados no ACR.

Essas licitações deveriam contemplar tanto a energia elétrica provinda de empreendimentos existentes (energia velha) como a de novos empreendimentos de geração (energia nova) e de fontes alternativas, entendendo-se por energia nova aquela oriunda de empreendimentos não detentores da outorga de concessão, permissão ou autorização para geração até o início do respectivo processo de licitação para compra de energia no ACR.

O artigo 17 da Lei nº 10.848 de 2004 equiparou à energia nova aquela provinda de empreendimentos de geração existentes (ou de projetos de ampliação) que atendessem cumulativamente aos seguintes requisitos: *a*) que tivessem obtido outorga de concessão ou autorização até a data da edição da lei; *b*) que tivessem iniciado operação comercial depois de 1º de janeiro de 2000; e *c*) que não tivessem contratado sua energia até a data da publicação da mesma lei (energia *botox*).

No que se refere a essa energia equiparada à energia nova pelo citado artigo 17, provinda de empreendimentos que receberam concessões para geração pelo critério de maior pagamento pelo uso do bem público na vigência da Lei nº 9.648 de 1998, o artigo 18 seguinte da mesma lei estatuiu que as respectivas usinas concorreriam em igualdade de condições com os demais empreendimentos (energia

nova) na comercialização do produto no ambiente regulado, inclusive quanto ao valor estabelecido como referência para pagamento do UBP fixado pelo poder concedente.

Para isso, dispôs esse artigo 18 que a diferença entre o valor efetivamente contratado ou pago na licitação feita pelo regime da maior oferta pelo UBP e o valor de referência do UBP estabelecido para a licitação que viria a se realizar sob o novo modelo (de menor tarifa na venda no ACR), seria incorporada à receita do agente de geração de energia, limitado este benefício ao custo marginal da energia resultante de cada licitação, definido como sendo o correspondente ao maior valor da energia elétrica expresso em reais por megawatt-hora (MWh) nas propostas vencedoras.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO: TEORIA DE LEILÕES

Existem relatos de prática de leilões desde a Babilônia, há cerca de 2.500 anos, sendo esta uma das mais antigas formas de mercado; entretanto, apenas recentemente iniciou-se a análise formal desse mecanismo de transação, à luz da teoria dos jogos. De acordo com Varian (2000, p. 329), os primeiros estudos para o planejamento de leilões, por economistas, aconteceram na década de 1970, quando ocorreram os choques do petróleo e houve interesse do governo dos Estados Unidos em leiloar o direito de perfurar áreas com potenciais reservas de petróleo.

Os leilões têm sido considerados como instrumentos bem-sucedidos de política pública; Varian (2000) destaca os leilões de faixas do espectro de ondas de rádio para uso da telefonia celular nos Estados Unidos; para as privatizações de usinas elétricas estatais na Austrália; e para o sistema telefônico na Nova Zelândia. No Brasil, o mecanismo de leilões foi largamente utilizado nos processos de privatização a partir da década de 1990; no setor elétrico, também vêm sendo muito utilizados para as outorgas de concessões de UHEs e dos sistemas de transmissão, assim como de compra de energia elétrica.

Inicialmente, Varian (2000, p. 330) classifica os leilões quanto à natureza do bem em *leilão de valor privado* e *leilão de valor comum*. No leilão de valor privado, os participantes atribuem valores diferentes para o bem em pauta, dependendo de suas necessidades e preferências. Por exemplo, um objeto de arte, cujo valor para um colecionador pode ser diferente do que para um simples comprador.

Já no leilão de valor comum, o bem em questão tem o mesmo valor para todos os participantes. Um exemplo típico de leilão de valor comum é o de concessão de áreas de exploração de petróleo, em que o valor da *commodity* é dado pelo mercado e de conhecimento comum, sendo que o valor dos lances mede as expectativas de volume de petróleo que seria encontrado.

Independentemente da natureza do bem leiloado, a classificação de um leilão depende de suas *regras*, isto é, um conjunto de especificações que determina: *a*) quem pode apresentar lances; *b*) que lances podem ser aceitos; *c*) a maneira como os lances são feitos; *d*) quais informações serão de domínio público; *e*) como o leilão termina; *f*) como determinar o vencedor; e *g*) qual preço que o vencedor deve pagar pelo bem que foi leiloado (BIERMAN; FERNANDEZ, 1998, cap. 14).

O contexto em que é realizado, ou melhor, o *ambiente do leilão*, é definido como o conjunto que envolve os potenciais participantes que poderão apresentar lances, assim como as análises feitas por eles a respeito dos bens que serão leiloados. Isso também abrange as percepções de risco e das informações que cada um deles possui a respeito das valorações e atitudes frente ao risco dos demais (BIERMAN; FERNANDEZ, 1998, cap. 14).

Os leilões podem ser de dois tipos, *aberto* ou *fechado*. No aberto não são estabelecidas regras ou pré-requisitos para participar; já no fechado, o interessado deve ser habilitado pelo organizador, o qual pode definir pré-requisitos, tais como licenças, depósito de garantia, características técnicas mínimas etc.

Já com relação aos lances no leilão, esses podem ser de duas naturezas, *selado* ou *oral*. No primeiro caso, os lances são feitos de forma secreta, os participantes escrevem seus lances e os entregam em envelopes fechados, os quais só serão de conhecimento comum após abertura dos envelopes, quando encerrada a fase de entrega das propostas, para então se declarar o vencedor do certame. Com relação ao lance oral, os participantes oferecem, pública e sucessivamente, seus lances até o encerramento do leilão; conseqüentemente, são de conhecimento de todos os participantes os lances de seus adversários.

Há três formas de se darem os lances no leilão: *ascendente*, *descendente* e *simultânea*. No primeiro caso, os participantes oferecem, sucessivamente, lances sempre mais altos que o lance imediatamente anterior, normalmente por algum incremento mínimo. Já no caso do descendente, não mais o participante, mas o leiloeiro é quem anuncia uma sucessão de preços para o bem leiloado, normalmente por um decremento mínimo, até que se atinja um valor que venha a ser declaradamente aceito por algum participante, encerrando-se o leilão. Por último, tem-se o leilão de lance simultâneo, que está diretamente associado ao tipo de lance selado (BIERMAN; FERNANDEZ, 1998, cap. 14).

Independentemente da forma de se dar o lance, ascendente ou descendente, não necessariamente a regra de determinação do valor do lance vencedor é a que determinará o preço final do bem leiloado. Isso ocorre apenas no chamado *leilão de primeiro preço*. Entretanto, existe também o chamado *leilão de segundo preço*, cujo bem fica com quem ofereceu o melhor lance; no entanto, esse participante vencedor pagará o preço ofertado pelo segundo melhor lance. Esse segundo tipo

de determinação do valor a ser pago pelo bem leiloado também é conhecido como *leilão do filatelista*<sup>2</sup> ou *leilão de Vickrey*.<sup>3</sup>

Por fim, há dois tipos mais comuns de leilões, o *inglês* e o *holandês*. O primeiro é um leilão de primeiro preço, com lances orais e ascendentes, em que o leiloeiro estabelece um preço de reserva,<sup>4</sup> que é o menor preço pelo qual o vendedor aceita desfazer-se de seu bem; o leilão é encerrado pelo leiloeiro quando não houver mais nenhum lance. No caso do holandês, assim denominado em função de seu uso na Holanda para vender queijos e flores, assim como no inglês, o leilão é de primeiro preço, porém, a forma de anúncio de preços é descendente, e se encerra quando o primeiro participante aceita o último lance proposto.

Quando se inicia o planejamento do leilão, deve-se determinar o mecanismo de modelagem econômica, se com o objetivo de *eficiência de Pareto*<sup>5</sup> ou de *maximização do lucro* para o vendedor.

No caso em que o vendedor de um bem apresenta conhecimento dos lances de cada um dos interessados, o problema da modelagem é simples:

No caso de maximização do lucro o vendedor deveria entregar o bem à pessoa que lhe atribui o maior valor e cobrar esse preço. Se o objetivo desejado for a eficiência de Pareto, o bem deveria, ainda, caber a quem lhe atribui o maior valor, mas o preço poderia situar-se entre esse valor e zero, uma vez que a distribuição do excedente não tem qualquer relevância do ponto de vista da eficiência de Pareto (VARIAN, 2000, p. 332).

Para maximizar o lucro no leilão, a estratégia proposta por Varian (2000) é estabelecer um preço de reserva. Caso o interesse seja alcançar resultado eficiente de Pareto, Varian (2000) recomenda adotar o leilão de segundo preço (ou leilão de Vickrey).

Duas podem ser as naturezas dos jogadores participantes, *não-cooperativos* e *cooperativos*. Quando não há a possibilidade de acordos, ou quando não há como garantir que acordos firmados sejam honrados, os jogadores são classificados como não-cooperativos. Entretanto, quando os jogadores podem tomar decisões coordenadas, mediante representação por acordos de classes ou associações de interesses, são classificados como cooperativos (BIERMAN; FERNANDEZ, 1998).

2. Foi dada essa denominação por ser originalmente utilizada por colecionadores de selos.

3. Homenagem a William Vickrey, ganhador do Nobel de 1996, por seu trabalho na análise de leilões.

4. Quando do estabelecimento de um preço de reserva em um leilão, se o melhor preço oferecido estiver abaixo do preço declarado, o vendedor reserva-se o direito de comprar o item ele mesmo. Na prática, indica o valor pelo qual alguém está disposto a comprar ou vender alguma coisa.

5. Uma determinada situação 1 envolvendo um grupo de indivíduos é dita ser melhor ou superior em relação a outra situação 2, se, na situação 1, nenhum desses indivíduos estiver com menor bem-estar do que na situação 2, e pelo menos um deles estiver com maior nível de bem-estar.



Na teoria dos jogos, as ações dos jogadores podem ocorrer em duas dimensões temporais, sendo elas *estáticas* ou *dinâmicas*. O jogo é tido como simultâneo ou estático, quando cada jogador tem de decidir que ação tomar sem conhecer as decisões dos demais jogadores. Por outro lado, o jogo é tido como dinâmico, quando as ações de cada jogador são seqüenciais, a partir de uma ordem preestabelecida (BIERMAN; FERNANDEZ, 1998).

Dependendo da quantidade de informações disponíveis e/ou de conhecimento de cada jogador, os jogos podem ser classificados como de *informação completa* ou *incompleta*. Quando todos os jogadores envolvidos têm ciência de toda e qualquer informação relevante para sua tomada de decisão – tais como a correta difusão de todas as regras do jogo; quem são os jogadores participantes; o que cada jogador pode tomar de ação; os possíveis resultados do jogo; e as preferências dos jogadores em função dos possíveis resultados –, o jogo é classificado como de informação completa. Entretanto, basta que um único jogador não tenha acesso às informações relevantes para a sua tomada de decisão que o jogo é classificado como de informação incompleta (BIERMAN; FERNANDEZ, 1998).

Em leilão que não vale a hipótese de valor privado independente, ou seja, leilão em que o bem em pauta tem o mesmo valor para todos os jogadores, por já ser definido no mercado, aplica-se o conceito de leilão com valor comum. Bierman e Fernandez (1998) citam como exemplos: ativos financeiros, imóveis e bens em geral para os quais existem mercados para transação.

Entretanto, Varian (2000, p. 335) alerta que “cada participante pode ter uma estimativa diferente desse valor”, em função de crenças e informações distintas a respeito do bem, por participante.

De acordo com Bierman e Fernandez (1998) e Varian (2000), o jogador racional só ganha o leilão se oferecer um valor pelo bem superior ao que ele vale e a qualquer outro lance de um concorrente. Esse fato é denominado a maldição do ganhador, assim sintetizado por Bierman e Fernandez (1998): “Em ambientes com valor comum, o vencedor do leilão será aquele que fizer, inicialmente, a maior superestimação do bem leiloado. E participantes racionais sabem disso e levam em conta esse fato para escolher os valores dos seus lances.”

Bierman e Fernandez (1998) finalizam a análise de leilões no âmbito da teoria dos jogos, concluindo que: *a*) em leilões selado e oral do tipo holandês vale o teorema de equivalência de receita, ou seja, a receita esperada pelo vendedor é a mesma tanto em lance de primeiro preço como em lance de segundo preço; *b*) já em leilão oral do tipo inglês, como os jogadores vão revelando suas avaliações do bem a cada rodada, eles tendem a fazer ofertas mais agressivas, possibilitando ao vendedor obter um preço final esperado maior do que nos casos dos leilões selado e oral do tipo holandês, justificando a popularidade desse tipo de leilão.

## 4 ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO DAS BOTOX NOS LEILÕES DE ENERGIA

### 4.1 Sistemática

Os leilões foram todos fechados, segundo o modelo holandês, isto é, lances “orais” (no caso, eletrônicos), descendentes e de primeiro preço, com diversas rodadas, sendo que a cada uma os vendedores davam seus lances informando a quantidade de energia ofertada para o preço válido naquela rodada.

Não se discute a preferência pela sistemática adotada, inglês ou holandês, de primeiro ou segundo preço, até porque, em leilões do tipo holandês há equivalência de receita, independentemente da sistemática de preço (primeiro ou segundo) e de lance (selado ou oral).

Isto posto, ganham força os constantes questionamentos feitos pelos agentes do setor quanto ao estabelecimento de preços-teto próximos aos preços de fechamento. Se, por um lado, essa prática tem por objetivo minimizar o poder de mercado, por outro, tem levado ao desestímulo ao investimento e à conseqüente fraca concorrência nos certames.

### 4.2 Pagamento pelo uso do bem público nos leilões de novos empreendimentos

Na definição do valor de pagamento pelo UBP, para cada novo empreendimento licitado, o poder concedente definiu como seu objetivo encontrar o ponto de equilíbrio entre a maximização dos pagamentos à União e a minimização do impacto sobre o preço da energia elétrica aos consumidores regulados.

Assim, foi definido que esse valor seja variável em função da atratividade do empreendimento, dada pela razão entre a tarifa de referência baseada no custo de produção (CP), e o custo marginal de expansão (CME), ambos em reais/MWh. Essa razão resulta no valor percentual (VP) aplicado sobre a receita anual do empreendimento.

Quanto mais próximo estiver o CP do CME, menor a atratividade do empreendimento; assim, o cálculo do VP foi definido em função da razão CP/CME. Quando essa razão for superior a 1,0, o VP será igual a 0,5%; já quando for menor ou igual a 1/3, o VP será igual a 1,0%; e quando estiver entre 1/3 e 1,0, deverá ser adotada a seguinte equação:

$$VP = \frac{5 - 3 \times \frac{CP}{CME}}{4} \quad (1)$$

Equação (1): valor percentual

O valor do pagamento anual pelo UBP relativo a empreendimento de geração hidrelétrica qualquer pode ser então calculado, ao término do leilão, multiplicando-se o valor de seu VP (%) pela sua garantia física (GF, em MWm), e pelo respectivo preço ofertado (PO, em R\$/MWh) final, ou seja:

$$UBP = \left( \frac{8.760}{100} \right) \times VP \times GF \times PO \quad (2)$$

Equação (2): cálculo do UBP de referência

Já para os empreendimentos que obtiveram concessões com base no máximo pagamento de UBP (usinas *botox*), em relação aos procedimentos licitatórios para contratação de energia no ACR, o artigo 2º, § 5º, inciso I, da Lei nº 10.848 de 2004, possibilita sua oferta de energia elétrica junto aos novos empreendimentos de geração. Em complementação, o artigo 18 da mesma lei, regulamentado pelo artigo 23 do Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004, ratifica esse critério, conferindo tratamento específico a esses empreendimentos, o que pode ser descrito da seguinte forma:

- concorrem eles nas mesmas condições dos demais participantes da licitação para contratação de energia no ACR, inclusive quanto ao valor de referência do UBP relativo ao empreendimento licitado, a ser definido pelo poder concedente;

- a diferença entre o UBP efetivamente pago à União, definido na respectiva licitação original, da qual resultou a concessão ou autorização dos empreendimentos *botox*, e o UBP de referência, conforme equação (3), deverá ser incorporada à receita do gerador, ou seja:

$$UBP_{\text{pago}} - UBP_{\text{referencia}} + lance\_vencedor = receita\_do\_gerador \quad (3)$$

Equação (3): receita adicional do gerador

- o valor a ser incorporado à receita do gerador, somado ao lance vencedor da licitação, não poderá ultrapassar o custo marginal da energia resultante desse processo, conforme regulamentação, ou seja:

$$UBP_{\text{pago}} - UBP_{\text{referencia}} + lance\_vencedor \leq custo\_marginal\_de\_energia \quad (4)$$

Equação (4): limite da receita adicional ao gerador

### 4.3 Primeiro leilão de energia nova: dezembro de 2005

O leilão de contratação de energia proveniente de novos empreendimentos de geração e dos empreendimentos enquadrados nos termos do artigo 17 da Lei nº 10.848 de

2004 (usinas *botox*), para entrega da energia no ambiente de contratação regulada, mais conhecido por primeiro leilão de energia nova, teve participação predominantemente de usinas termelétricas. Foram contratados 3.286 MWm de energia, sendo 2.278 de fonte termelétrica, ou seja, aproximadamente 70% da energia contratada, conforme demonstra a tabela 2:

TABELA 2  
Participação por fonte no primeiro leilão de energia nova

Fonte	Energia (MWm) para entrega a partir de				Participação (%)
	2008	2009	2010	Total	
Hidrelétrica	71,0	46,0	891,0	1.008,0	30,7
Termelétrica	561,0	855,0	862,0	2.278,0	69,3

Fontes: EPE (2007) e CCEE (2007).

Desses 2.278 MWm de contratação termelétrica, 1.391 MWm (61%) advêm de geração que utiliza como combustível principal o gás natural, conforme indicação da tabela 3.

TABELA 3  
Participação entre as fontes termelétricas no primeiro leilão de energia nova

Fonte	Energia (MWm) para entrega a partir de				Participação (%)
	2008	2009	2010	Total	
Biomassa	31,0	66,0	-	97,0	4,3
Carvão	-	254,0	292,0	546,0	24,0
Gás natural	352,0	469,0	570,0	1.391,0	61,0
Óleo	178,0	66,0	-	244,0	10,7

Fontes: EPE (2007) e CCEE (2007).

No balanço final do leilão, as participações de cada fonte foram: 42% do total utilizam como combustível o gás natural; 17% o carvão; 7% o óleo (combustível ou diesel); e 3% a biomassa (bagaço de cana-de-açúcar), além de 31% serem de hidroeletricidade, conforme indica a figura 1.

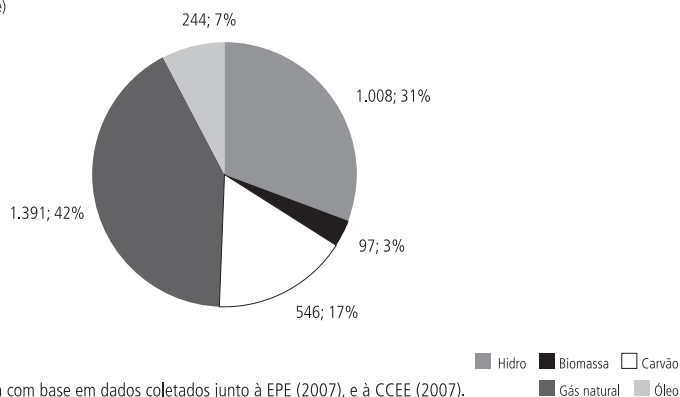
As hidrelétricas *botox*, em especial as de elevado UBP, demonstraram plena falta de competitividade frente às demais fontes. Analisando-as somente perante os novos empreendimentos hidrelétricos, já se percebe o quanto o pagamento pelo uso do bem público pode inviabilizá-las.

A partir da metodologia de cálculo do UBP para novos empreendimentos, apresentada na subseção 4.2 deste trabalho, e de que o item 12.16 do Edital de Leilão nº 002/2005-Aneel estipulou o custo marginal de referência em R\$ 116,00/MWh – definido no próprio edital, item 2.26, como “o valor em reais por megawatt-hora (R\$/MWh), calculado pela EPE e aprovado pelo MME, da maior estimativa de

custo de geração dos empreendimentos a serem licitados, considerados suficientes para o atendimento da demanda conjunta do ACR e ACL” – e dos resultados do leilão, tem-se os seguintes valores de pagamento pelo uso do bem público, já em R\$/MWh, para os projetos licitados:

FIGURA 1  
Participação no 1º leilão de energia nova

(Em MWm e percentualmente)



Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados junto à EPE (2007), e à CCEE (2007).

TABELA 4  
UBP de novos empreendimentos no leilão de dezembro de 2005

Usina	MWm	CP	CME	CP/CME	VP (%)	R\$/MWh
Foz do Rio Claro	41,0	108,20	116,0	0,93276	0,550	0,60
São José	30,0	115,80	116,0	0,99828	0,501	0,58
Baguari	77,0	115,10	116,0	0,99224	0,506	0,58
Passo São João	37,0	112,55	116,0	0,97026	0,522	0,59
Paulistas	47,0	114,37	116,0	0,98595	0,511	0,58
Simplicio	185,0	115,38	116,0	0,99466	0,504	0,58
Retiro Baixo	36,0	114,86	116,0	0,99017	0,507	0,58

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados junto à EPE (2007) e à CCEE (2007).

Nota-se que esses valores se situam entre R\$ 0,58 e R\$ 0,60/MWh; por outro lado, as usinas *botox* habilitadas para esse leilão apresentam valores de UBP com outra ordem de grandeza, conforme demonstra a tabela 5.

Além da menor competitividade em função dessa diferença de valor do encargo, os empreendimentos *botox* só conheceriam o diferencial do UBP que seria incorporado a sua receita ao final do leilão, quando estivesse definido o preço marginal resultante do certame. Na prática, significou adicional de risco a projetos já pouco competitivos. O exemplo a seguir ilustra melhor essa problemática.

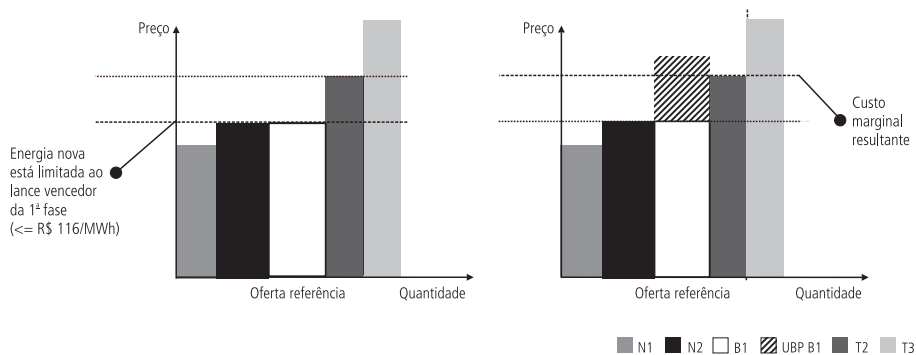
TABELA 5  
**UBP em R\$/MWh das usinas *botox* habilitadas para o leilão de dezembro de 2005**

Usina	MWm habilitados	MWm comercializados	UBP R\$/MWh
14 de julho (Ceran)	10,6	10,0	4,56
Barra Grande	252,36	0	4,45
Cachoeirinha (São João)	23,2	0	5,26
Caçu	42,9	0	1,21
Campos Novos	289,49	0	0,46
Cana Brava	273,50	0	5,63
Castro Alves (Ceran)	13,57	13,0	4,56
Estreito	584,67	0	1,80
Foz do Chapecó	258,89	0	7,78
Itá	278,34	116,0	-
Itacoara	110,0	0	3,65
Jauru	9,46	0	
Luis Eduardo Magalhães		12,0	
Machadinho		84,0	-
Manso		90,0	
Mascarenhas		23,0	
Monte Claro (Ceran)	12,51	12,0	4,56
Murta	58,00	0	1,41
Pai Querê	186,60	0	1,17
Pedra do Cavalo	56,40	0	31,40
Picada	27,00	0	12,28
Porto Primavera	230,00	148,0	23,08
Quebra Queixo			8,76
Queimado	10,15	9,0	0,66
Salto Pilão	104,40	0	28,75
São João (Cachoeirinha)	30,70	0	5,26
São Salvador	147,80	0	22,58
Serra do Facão	182,40	0	38,59

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados junto à Aneel (2005).

Sendo N1 e N2 novos empreendimentos de geração hídrica, B1 usina *botox* (custo não inclui a diferença do UBP), e T2 e T3 empreendimentos termelétricos, o empreendedor estava sujeito ao risco de o projeto *botox* B1, somado ao seu custo de UBP, ultrapassar o custo marginal resultante, isto é, o preço máximo de comercialização atingido no leilão, e assim não receber toda a diferença, e tampouco saber quanto dessa diferença seria incorporada a sua receita.

FIGURA 2  
Simulação do leilão de dezembro de 2005



Fonte: Elaboração própria.

Além da perda de competitividade em função do UBP, o estabelecimento do preço teto de R\$ 116,00/MWh inviabilizou muitos projetos *botox* até mesmo aqueles cujo valor do UBP não é tão significativo.

#### 4.4 Segundo leilão de energia nova: junho de 2006

Em 29 de junho de 2006, foi realizado o leilão de compra de energia elétrica A-3, isto é, para atendimento do mercado a partir do ano de 2009. Aproximadamente 11 mil MWm foram habilitados, sendo apenas 1.682 MWm contratados, na proporção indicada na tabela 6.

Pela tabela nota-se que 893 MWm de energia proveniente de empreendimentos *botox* habilitados não foram negociados. Forte razão está no fato de que o valor da diferença que poderia ser incorporada à receita das geradoras ficou limitado a R\$ 9,42 por MWh,<sup>6</sup> enquanto os valores do encargo do UBP resultantes da licitação original variavam entre R\$ 0,54 e R\$ 38,59 por MWh. Abaixo da diferença máxima permitida, enquadravam-se 1.342 MWm.

Não obstante, aproximadamente 51% dessa energia habilitada foram contratados, mas é importante destacar ainda que, dos 940 MWm vendidos, 419 MWm (45%) referem-se a projetos cujos vendedores são estatais – Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e Companhia Energética de São Paulo (Cesp) –, que costumam trabalhar com taxas de retorno inferiores às de empresas de capital privado.

6. Custo marginal resultante *menos* preço-teto da fonte hidro: R\$ 134,42 – R\$ 125,00 = R\$ 9,42/MWh.

TABELA 6  
**Quadro de potência do leilão A-3 de 2006**

Fonte	A Número	B Potência (MW)	C Disponibilidade (MWm)	D Vendidos (MWm)	D/C %	Participação (%)
Usinas hidrelétricas	12	5.849	1.833	940	51,3	55,9
Pequenas centrais hidrelétricas (PCHs)	27	491	320	88	27,5	5,2
Bagaço de cana	20	739	263	58	22,1	3,4
Biogás	1	20	20	10	51,3	0,6
Cavaco de madeira	1	4	3	2	60,6	0,1
Carvão mineral	1	650	556	-	0,0	0,0
Gás natural - bicomustível	8	4.068	3.724	10	0,3	0,6
Gás de processo	1	431	397	-	0,0	0,0
Óleo combustível	31	2.512	2.438	402	16,5	23,9
Óleo diesel	24	1.525	1.371	172	12,5	10,2
Total	126	16.288,2	10.924,5	1.682,0	-	100

Fonte: CCEE (2007).

TABELA 7  
**Usinas hidrelétricas *botox* de baixo UBP**

Empreendimento	MWm habilitados	UBP original (R\$/MWh)	MWm negociados
Aimorés	172,00	-	84,00
Barra Grande	252,36	4,45	10,00
Cana Brava	273,50	5,63	273,00
Eng. Sérgio Motta	82,00	-	82,00
Funil Grande	89,00	-	
Irapé	206,30	0,54	206,00
Itá	220,00	-	220,00
Queimado	47,00	0,66	47,00
Total	1.342,16		922,00

Fonte: Elaboração própria.

Por outro lado, os empreendimentos listados na tabela 8, responsáveis pela habilitação de 490,4 MWm, apresentavam valor do UBP acima da diferença máxima que poderia ser incorporada à receita.

Praticamente não houve comercialização dessa energia, apenas a Cemig vendeu 18 MWm da UHE Porto Estrela.



TABELA 8  
Usinas hidrelétricas *botox* de elevado UBP

Empreendimento	MWm habilitados	UBP original (R\$/MWh)	MWm negociados
Porto Estrela	55,80	23,08	18,00
Salto Pilão	104,40	28,75	-
São Salvador	147,80	22,58	-
Serra do Facão	182,40	38,59	-
Total	490,40	-	18,00

Fonte: Elaboração própria.

Como se vê, apesar da flexibilização da sistemática adotada com o intuito de aumentar a competitividade da energia *botox*, essa iniciativa revelou-se necessária, porém não suficiente, uma vez que alguns empreendimentos hidrelétricos ainda continuariam com ônus desproporcional em relação a outros. Isto porque, mesmo com a receita adicional que seria auferida, esses empreendimentos continuariam com diferença de custo que pode chegar a R\$ 29,17/MWh.<sup>7</sup>

Soma-se a isso o preço-teto estipulado para esse leilão, pois embora tenha havia avanço ao elevá-lo de R\$ 116,00/MWh (preço-teto do primeiro leilão de energia nova) para R\$ 125,00/MWh, ainda não se mostrou suficiente para a plena viabilização das usinas *botox*.

Com relação aos principais vendedores do leilão, a Petrobras manteve expressiva participação, embora tenha reduzido sua influência, enquanto no leilão de dezembro de 2005 a empresa havia comercializado 42% de todo o volume negociado (1.391 MWm); em junho de 2006, representou 19% do total (318 MWm), tendo participação inferior somente à da Cemig.

TABELA 9  
Vendedores do leilão A-3 de junho de 2006

Empreendedor	MWm	%
Cemig	355,00	21,1
Petrobras Distribuidora	318,00	18,9
Companhia Energética Meridional (CEM)	273,00	16,2
Tractebel Energia	220,00	13,1
Termomanaus	116,00	6,9
Cia. Energética de Petrolina	84,00	5,0
CESP	82,00	4,9
Termoelétrica Potiguar (TEP)	56,00	3,3
Outros	178,00	10,6

Fonte: CCEE (2007).

7. Tomando o caso extremo da UHE Serra do Facão, cujo pagamento pelo UBP é de R\$ 38,59/MWh, valor que, subtraído da diferença de R\$ 9,42/MWh, ainda fica com um déficit de R\$ 29,17/MWh.

#### 4.5 Terceiro leilão de energia nova: outubro de 2006

Em 10 de outubro de 2006 realizou-se o terceiro leilão de energia nova, para entrega da energia elétrica no ambiente de contratação regulada a partir de 2011, assim denominado leilão A-5/2006.

Foram habilitados 107 projetos, totalizando 19.177 MW de capacidade, ou 9.013 MWm de energia assegurada. Entretanto, o processo de habilitação das usinas ocorreu antes da publicação do edital, e, portanto, sem conhecimento dos preços-teto para cada fonte.

Já o depósito de garantias para pré-qualificação ocorreu quando do conhecimento desses preços (R\$ 140,00/MWh para a fonte termelétrica e R\$ 125,00/MWh para a fonte hidrelétrica), e o resultado visto foi a diminuição da oferta de energia de 9.013 MWm para 3.596 MWm, redução de 60%. Foi clara demonstração de que o preço-teto mais uma vez não agradou, nem mesmo à Petrobras, que retirou 646 MWm.

Do volume qualificado, apenas 1.104 MWm de energia foram contratados, na proporção indicada pela tabela 10. O preço médio do certame foi de R\$ 128,90/MWh, sendo que os 535 MWm de fonte termelétrica foram comercializados na média de R\$ 137,44/MWh – Índice de Custo Benefício (ICB) máximo de R\$ 138,00/MWh –, e os 569 MWm de fonte hidrelétrica na média de R\$ 120,86/MWh (preço máximo de R\$ 135,98/MWh – incluído o diferencial do UBP acrescido à receita do gerador *botox*).

TABELA 10  
Potência habilitada e contratada

Fonte	A Número	B Potência (MW)	C Disponibilidade (MWm)	D Vendidos (MWm)	D/C %	Participação (%)
Hidrelétrica nova	4	752,0	441,5	339,0	76,8	30,7
Hidrelétrica <i>botox</i>	7	2.827,1	1.541,2	230,0	14,9	20,8
PCH	5	99,6	54,5	-	0,0	0,0
Bagaço de cana	11	363,6	142,1	61,0	42,9	5,5
Gás natural	2	1.428,7	763,3	200,0	26,2	18,1
Gás de processo	1	490,0	419,8	200,0	47,6	18,1
Óleo combustível	6	586,3	357,8	5,0	1,4	0,5
Óleo diesel	1	174,3	69,8	69,0	98,9	6,3
Total	37	6.721,60	3.790,00	1.104,00	29,1	100,0

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados junto à CCEE (2007).

Com relação aos novos empreendimentos de fonte hidrelétrica licitados na primeira etapa do leilão, apenas os projetos UHE Dardanelos e UHE Mauá foram outorgados, enquanto UHE Barra do Pomba e UHE Cambuci não encontraram viabilidade, conforme demonstra a tabela 11.

TABELA 11  
Novos empreendimentos de fonte hidro

Projeto	Potência (MW)	Energia (MWm)	Investimento (R\$ mil)	Energia vendida (MWm)	Preço-teto (R\$/MWh)	Preço de venda (R\$/MWh)
Barra Pomba	80,0	53,1	256.571	-	125,41	-
Cambuci	50,0	35,8	217.725	-	152,54	-
Dardanelos	261,0	154,9	534.059	147,0	120,00	112,68
Mauá	361,0	197,7	821.255	192,0	116,35	112,96

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados junto à CCEE (2007).

A não contratação das usinas Barra do Pomba e Cambuci é positiva do ponto de vista econômico, já que os custos indicativos de viabilidades desses projetos, calculados pela própria Empresa de Pesquisa Energética (EPE), indicavam valores de R\$ 125,41/MWh e R\$ 152,54/MWh, respectivamente, frente ao preço-teto de R\$ 125,00/MWh. Por outro lado, para o sistema elétrico é ruim, porque esse preço-teto inviabilizou a contratação dessas usinas, mas permitiu que usinas térmicas comercializassem energia a até R\$ 138,00/MWh, valor que viabilizaria a UHE Barra do Pomba, mais barata e menos poluidora.

Com relação às UHEs *botox*, o resultado foi de certa forma surpreendente, pois justamente duas usinas de grande diferencial de pagamento pelo UBP, São Salvador e Salto Pilão, comercializaram energia, enquanto outros projetos de diferencial de UBP pequeno não venderam, conforme demonstra a tabela 12.

TABELA 12  
Resultado dos projetos *botox*

Empreendimento	MWm habilitados	UBP orig. (R\$/MWh)	MWm negociados	Preço de venda (R\$/MWh)
Estreito	584,9	1,2	-	-
Foz do Chapecó	432,0	8,1	-	-
Funil	43,6	0,0	-	-
Monjolinho	43,1	10,2	42,0	122,63
Salto Pilão – CC	106,7	29,2	20,0	133,34
– DME	-	-	20,0	135,98
São Salvador	148,5	22,9	148,0	135,01
Serra do Facão	182,4	39,2	-	-
Total	1.541,2		230,0	

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados junto à CCEE (2007).

A não comercialização de 1.311 MWm de energia *botox* tem causa similar à do segundo leilão de energia nova: preço-teto que não viabilizava a maioria dos projetos *botox*. Entretanto, o cenário foi ainda mais crítico, pois o preço-teto, sem UBP, das usinas *botox*, foi definido como o maior valor de venda de energia elétrica pelos novos empreendimentos (realizado em fase preliminar). Perante amostra ínfima de dois projetos, que não necessariamente representam o custo marginal de expansão de UHE, as *botox* não puderam ofertar sua energia a um valor superior aos R\$ 112,96/MWh comercializados pela UHE Mauá.

Bem que o preço-teto resultante para as usinas *botox* poderia ter sido melhor, caso o preço-teto do leilão viabilizasse a UHE Barra do Pomba, estimado pela EPE em R\$ 125,41/MWh. Nessa condição, as usinas *botox* poderiam ofertar lances sem a diferença do UBP, a esse preço-limite, ampliando assim o universo de projetos viáveis.

Já com relação aos empreendimentos térmicos, as condições oferecidas continuaram melhores, e na tabela 13 estão listados os preços de comercialização, dados pelo ICB para cada projeto.

A tabela 13 demonstra ainda o ganho adicional que as usinas de bagaço de cana-de-açúcar têm devido à metodologia de cálculo do ICB. Da média no ICB de R\$ 137,10/MWh, as usinas obtêm receita anual média de R\$ 141,49/MWh: ganho médio de R\$ 4,39/MWh somente pela metodologia do ICB. Situação pior para o consumidor final é a contratação de termelétricas movidas a óleo, pois embora seu ICB seja inferior a R\$ 140,00/MWh, esse valor só é alcançado porque as usinas declaram inflexibilidade “zero”, frente a custos variáveis superiores a R\$ 400,00/MWh.

TABELA 13  
Resultados dos empreendimentos térmicos

Empreendimento	Combustível	MWm habilitados	MWm negociados	ICB (R\$/MWh)	Receita fixa (R\$/MWh)
Baia Formosa	Bagaço de cana	11,00	11,00	137,70	145,94
Boa Vista	Bagaço de cana	36,20	11,00	134,99	139,07
Ferrari	Bagaço de cana	8,20	8,00	138,00	140,65
Quatá	Bagaço de cana	10,50	10,00	137,00	141,16
Usina Bonfim	Bagaço de cana	23,40	21,00	137,60	140,91
Macaé Merchant	Gás natural	403,30	200,00	138,00	n.d.
Do Atlântico	Gás de processo	419,80	200,00	136,88	136,88
Bahia I	Óleo combustível	19,00	5,00	138,00	n.d.
Palmeiras de Goiás	Óleo Diesel	69,80	69,00	137,70	n.d.
Total		1.001,2	535,0		

Fonte: EPE (2007).

Obs.: n.d. = não-disponível.

Com relação à participação de usinas a gás natural, em função da crise na Bolívia e conseqüente aumento dos preços, e da insegurança quanto ao suprimento do combustível, a participação dessa fonte caiu significativamente. Enquanto no leilão de dezembro de 2005 a Petrobras comercializou 1.391 MWm, em junho de 2006 comercializou 318 MWm. Já em outubro de 2006 foram tão-somente 200 MWm. Essa queda demonstra também que essa empresa já está com praticamente toda sua energia termelétrica a gás natural contratada. Mesmo assim, voltou a ser a principal geradora do leilão, conforme demonstra a tabela 14:

TABELA 14  
**Resultados dos empreendimentos térmicos**

Empreendedor	MWm habilitados	Participação (%)
Petrobras	205	18,6
Thyssenkrupp CSA	200	18,1
Cons. Ener. Sul (UHE Mauá)	192	17,4
Companhia Energética de São Salvador (Cess) (UHE São Salvador)	148	13,4
Aripuana (UHE Dardanelos)	147	13,3
Empresa de Energia do Brasil (Engebra)	69	6,3
Monel	42	3,8
Outros	101	9,1
Total	1.101	100,0

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados junto à CCEE (2007).

Comparando-se os resultados das fontes térmicas frente às hidráulicas, pela determinação dos preços-teto para elas, nota-se a preferência do organizador do leilão pelas mais caras e poluentes, em detrimento das UHEs *botox*.

#### 4.6 Quarto leilão de energia nova: julho de 2007

Realizado em 26 de julho de 2007, após dois adiamentos, o leilão de energia nova A-3/2007, isto é, para início de suprimento a partir de 2010, contratou energia elétrica somente de fontes térmicas, em específico, de óleo. Não somente as UHEs *botox* não comercializaram sua energia, como nenhuma outra fonte hidrelétrica encontrou viabilidade nesse certame. A tabela 15 resume a participação das fontes nesse leilão:

Conforme demonstra a tabela 15, 11 projetos hidrelétricos *botox* se cadastraram, desses, sete entregaram a documentação necessária para sua respectiva habilitação após a declaração do preço-teto, e somente três entregaram as garantias para serem pré-qualificados, sendo que nenhum deles deu lance para venda de energia.

TABELA 15  
Resumo do resultado do leilão A-3/2007

Fonte	Cadastrados		Habilitados			Pré-qualificados			Vencedores		
	Número	MW	Número	MW	MWm	Número	MW	MWm	Número	MW	MWm
PCH	29	481	18	294	178						
UHEs	11	2.926	7	2.734	1.545	3	442	336			
Eólica	11	885	7	765	289						
Biomassa	54	1.995	22	693	301	5	195	83			
Gás natural	6	3.542	3	2.032	1.633	3	2.032	1.633			
Gás natural/óleo diesel	5	2.161	3	1.977	1.568	1	500	369			
Gás de processo	1	25									
Gasolina natural	1	180									
Carvão mineral	1	350	1	350	333						
Óleo combustível	59	6.757	27	2.938	2.141	18	2.421	1.737	9	1.367	992
Óleo diesel	5	754	1	20	16	1	140	105	1	140	105
Óleo especial	2	272	2	275	209	2	275	209	2	275	207
Total	185	20.327	91	12.078	8.212	33	6.005	4.472	12	1.782	1.304

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados junto à CCEE (2007).

Em função dos valores divulgados de ICB, receita fixa, inflexibilidade e garantia física das termelétricas contratadas no quarto leilão de energia nova, foi possível estimar os custos variáveis desses projetos, custos que serão cobrados do consumidor cativo quando essas geradoras forem despachadas:

Mesmo apresentando esses elevados custos variáveis, em torno de R\$ 450,00/MWh, e sendo fonte mais poluidora que a fonte hidrelétrica, a história se repetiu: o organizador do leilão manteve sua preferência por fontes de geração mais caras e poluentes ao estipular, novamente, o preço-teto de R\$ 125,00/MWh para as UHEs, afastando os empreendedores detentores de concessão de projetos *botox*.

TABELA 16

**Estimativa de custo variável das usinas termelétricas no leilão A-3/2007**

Empreendimento	Energia assegurada (MWh)	ICB (R\$/MWh)			Estimativa do custo variável (R\$/MWh)
		Receita fixa (R\$/MWh)	Receita variável (R\$/MWh)	ICB total (R\$/MWh)	
Campina Grande	123,60	62,25	70,58	132,83	450,62
Global I	105,30	65,33	70,57	135,90	450,81
Global II	109,30	65,29	70,61	135,90	450,13
Itapebi	103,70	62,79	70,81	133,60	441,15
Maracanaú I	122,90	62,70	70,43	133,13	416,45
Monte Pascoal	104,80	62,26	70,54	132,80	428,12
Nova Olinda	120,80	64,89	71,11	136,00	437,88
Termocabo	38,00	63,96	70,84	134,80	432,36
Termonordeste	123,80	65,20	70,77	135,97	445,23
Termoparaíba	123,90	65,14	70,78	135,92	445,03
Tocantinópolis	120,80	64,79	71,11	135,90	437,88
Viana	121,50	59,91	73,30	133,21	453,31

Fonte: Elaboração própria.

**4.7 Quinto leilão de energia nova: outubro de 2007****4.7.1 Antecedentes**

Se, por um lado, o preço-teto de R\$ 125,00/MWh já havia demonstrado nos leilões anteriores não ser suficiente para que os empreendedores comercializassem a energia de seus projetos *botox*, por outro, tratava-se do último leilão em que essas usinas podiam vender sua energia (para o mercado regulado) na condição de energia nova, já que a partir de 2008 ficam com o carimbo de energia velha.

Posto isso, o investidor defrontou-se com o seguinte *trade-off*:

1) Comercializar a energia elétrica com antecedência de até cinco anos nesse leilão de energia nova. As duas maiores vantagens dessa opção são: *a*) pulverização do risco do contrato de compra e venda de energia elétrica, uma vez que a energia da usina é rateada entre todas as distribuidoras participantes do certame; e *b*) possibilidade de ressarcimento de parte do pagamento do UBP até o preço-teto do leilão.

2) Iniciar a construção de usina, por sua conta e risco, para comercializar a energia com antecedência de um ano em algum dos próximos leilões de energia velha. Vantagem é a qualidade dos contratos de compra e venda, conforme mencionado acima.

3) Comercializar a energia no mercado livre, no momento em que pratique preços e prazos de contratação que viabilizem seus projetos.

Se essa situação de incerteza expôs desfavoravelmente o investidor, por outro lado, também é desfavorável ao governo, já que as UHEs *botox* são cada vez mais importantes para o atendimento do mercado, cujo risco de déficit para 2011 atingiu 14%, segundo o estudo “Programa energia transparente”, do Instituto Acende Brasil, publicado em julho de 2007 e revisado em outubro do mesmo ano.

Comparando-se as opções (1) e (2) anteriores, isto é, entre comercializar a energia como *botox* no leilão A-5/2007, ou como velha no A-1/2011, o investidor não pode esperar nenhuma vantagem quanto ao preço de comercialização, posto que o artigo 19 do Decreto nº 5.163 de 2004 define o preço-teto do leilão A-1/2011 como o valor médio do leilão A-5/2007:

Artigo 19.(...)

§ 3º. A partir de 2009, o preço máximo referido no § 2.º não poderá superar o valor médio resultante dos leilões de compra de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos realizados no ano “A-5”, cujo início do suprimento coincida com o ano do leilão de que trata o inciso II do § 1º.

Economicamente, o investidor irá analisar o *trade-off* entre as opções (1) e (3), ou seja, entre comercializar no mercado regulado ou aguardar melhores condições no mercado livre.

#### 4.7.2 O leilão

Com frustração da expectativa dos agentes do mercado, foi fixado o preço-teto para a fonte hidrelétrica em R\$ 126,00/MWh, o que, em termos reais, significa valor inferior ao praticado no leilão A-5/2006. Após dois adiamentos, em 16 de outubro de 2007 foi realizado o leilão A-5/2007, ou seja, a contratação de energia nova para atendimento do mercado a partir de 2012.

Sete UHEs *botox* estavam habilitadas para o leilão, aptas a vender até 1.276 MWm. Destas, cinco comercializaram sua energia ao preço médio de R\$ 129,14/MWh, já se considerando o ressarcimento pelo UBP, conforme demonstra a tabela 17.

A participação das hidrelétricas *botox* foi bastante positiva, vez que 56% da energia habilitada foi contratada, e que três grandes projetos (Foz do Chapecó, Serra do Facão e Estreito) comercializarão sua energia, com destaque para a UHE Serra do Facão, usina de maior UBP pelo modelo da primeira reforma do setor, que vendeu sua energia pelo valor líquido de R\$ 90,05/MWh.



TABELA 17  
**Empreendimentos hidrelétricos vendedores no leilão A-5/2007**

Usina hidrelétrica	MWm habilitados	MWm contratados	Preço de venda (R\$/MWh)	Valor do UBP (R\$/MWh)	Preço líquido (R\$/MWh)
Funil	43	43	125,90	0,0	125,90
São Domingos	36	36	125,57	0,57	126,00
Foz do Chapecó	259	259	131,49	8,40	123,09
Serra do Facão	182	121	131,49	41,44	90,05
Estreito	635	256	126,57	0,57	126,00
Salto	63	0			
Salto do Rio Verdinho	58	0			
Total	1.276	715			

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados no portal da CCEE (2007).

Essa situação leva à conclusão de que o governo venceu a queda-de-braço que disputava com os empreendedores, pois enquanto o governo estava preocupado com o atendimento do mercado cativo, o empreendedor queria condições comerciais melhores para construir suas usinas.

Além disso, as UHEs Foz do Chapecó e Serra do Facão contaram com a entrada de Furnas como sócia dos projetos. Na UHE Foz do Chapecó, a CVRD vendeu seus 40% de participação que detinha no projeto para a Chapecoense Geração, empresa pertencente a Furnas Centrais Elétricas S.A. com 49,43% de participação e à Pentágono S.A. DTVM com 50,54%.

Na UHE Serra do Facão, o cenário não foi muito diferente: as empresas CBA, VC e Cimento Itambé venderam a totalidade de suas participações no projeto para a empresa Serra do Facão Participações S.A. Seguindo o mesmo caminho, a Alcoa também transferiu 10% do controle do projeto para a mesma Serra do Facão Participações, empresa formada por Furnas, com 49,9% de participação, e Oliveira Trust Servicer S.A. com 50,1%.

Confirmando a tendência dos outros leilões de energia nova, a participação em termelétricidade foi predominante, representando 69,1% dos 2.312 MWm de energia contratada, isto é, 1.597 MWm distribuídos entre duas termelétricas a carvão, duas a óleo combustível e uma a gás natural, na proporção apresentada pela tabela 18.

A surpresa “positiva”, pelo menos do ponto de vista econômico, foi a participação de 930 MWm de usinas termelétricas movidas a carvão importado, ou seja, sem o subsídio da Conta de Desenvolvimento Energético, superando, inclusive, a participação das UHEs e “sujando” a matriz energética nacional, em país com abundância de recursos hídricos.

TABELA 18

**Empreendimentos termelétricos vendedores no leilão A-5/2007**

Usina termelétrica	Combustível	MWm contratados	ICB (R\$/MWh)
MPX	Carvão	615	125,95
Termomaranhão	Carvão	315	128,95
Santa Cruz Nova	Gás natural	351	129,34
Maracanau II	Óleo combustível	51	130,95
Suape II	Óleo combustível	265	131,49
Total		1.597	

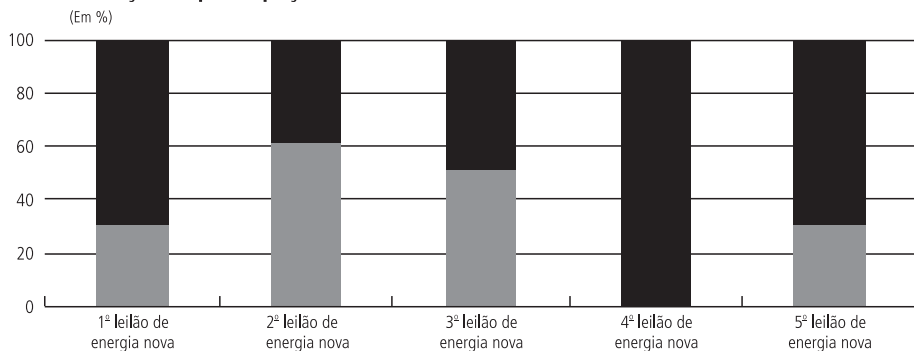
Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados no portal da CCEE (2007).

Concluindo, esse leilão encerra o ciclo das UHEs *botox* que, a partir de 2008, assumem a condição de energia velha para efeito de contratação no ambiente regulado.

## 5 CONCLUSÕES

A forte presença térmica nos leilões de novos projetos mostra ser uma tendência, chegando-se ao ápice de 100% de participação no quarto certame, conforme demonstra o gráfico 1.

GRÁFICO 1

**Evolução da participação das fontes em cada leilão**

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados no portal da CCEE (2007).

■ Hidrelétrica ■ Termelétrica

Em termos energéticos, os cinco leilões contrataram 9.688 MWm de energia, distribuídos de acordo com o indicado pela tabela 19.

Por outro lado, a matriz energética brasileira é predominantemente hídrica. Segundo dados constantes no *site* da Aneel, 74,4% da capacidade instalada brasileira (considerando-se a parcela de importação de Itaipu) provêm dessa fonte.

TABELA 19  
Participação das fontes nos leilões

Fonte	MWm	%
Hidrelétrica nova	918	9,5
Hidrelétrica <i>botox</i>	2.402	24,8
Termelétrica	6.368	65,7
Total	9.688	100,0

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados no portal da CCEE (2007).

Adicionalmente, a geração de energia elétrica por fonte hidráulica é ainda mais significativa do que sua própria potência instalada: no ano de 2006, 91,8% da energia gerada dentro do Sistema Interligado Nacional (SIN) vieram dessa fonte, segundo dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Posto isso, verifica-se que os resultados das licitações são contrários ao da matriz energética nacional, enquanto nos leilões a predominância é térmica, na matriz é hídrica. Por outro lado, os leilões poderiam apresentar a sinalização de que a capacidade hídrica brasileira está se esgotando e/ou a fonte térmica está mais competitiva.

Entretanto, de acordo com a segunda edição do *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*, elaborado pela Aneel (2005), apenas 23% do potencial hidrelétrico brasileiro estimado já foram aproveitados, negando-se a primeira hipótese, e recorrendo-se a Moreira, Rocha e David (2004, p. 98), sistema baseado em termelétricas seria econômico se o custo de investimento em hidrelétrica fosse mais de três vezes superior ao custo de construção de termelétrica, o que o próprio autor demonstra não ser a realidade, apontando o custo de investimento em planta hidrelétrica de US\$ 1.500/kW e em planta termelétrica de US\$ 650/kW; adicionalmente, o autor ainda afirma que a operação inflexível da termelétrica reduz sua competitividade. Dessa forma, nega-se, também, a segunda hipótese do parágrafo anterior.

Esse contexto antagônico de participação preponderante de fonte térmica nos leilões de energia nova, em contraste com a matriz energética e a disponibilidade hidrelétrica nacional, demonstra a falta de competitividade das UHEs, em especial das *botox* de elevado UBP, em função das regras de comercialização, em especial do preço-teto praticado nos certames.

Entretanto, como em leilão selado e oral do tipo holandês vale o teorema de equivalência de receita (ou seja, a receita esperada pelo vendedor é a mesma tanto em lance de primeiro preço como em lance de segundo preço), levantou-se a hipótese de que a preocupação em minimizar o poder de mercado pelo estabelecimento de preços-teto próximos ao preço de fechamento dos leilões tenha implicado desestímulo ao investimento.

Recorrendo-se a Grobman e Carey (2001, p. 550), a introdução do modelo de preço-teto em mercado de energia elétrica reestruturado pode impactar significativamente investimentos de longo prazo e o preço de curto termo da energia. No caso de modelo de maximização dos benefícios sociais, justamente um dos pilares do modelo regulatório brasileiro, os autores defendem que o sistema de preço-teto não reduz os preços médios e ainda pode significar aumento dos mesmos devido ao seu efeito deteriorante nos investimentos.

A crítica ao estabelecimento de valores baixos de preço-teto também é feita por Cramton e Stoft (2007, p. 7), que defendem que, em leilões do tipo holandês, “é importante que o preço-teto estabelecido seja suficientemente alto para criar significativo excesso de oferta”. O estabelecimento de preço-teto alto causará pouco dano ao consumidor, vez que a própria competição entre projetos determinará o preço justo e final do certame, derrubando o preço-teto anteriormente estabelecido, mas estimulando a concorrência pela maior quantidade de jogadores. Já o estabelecimento de preço-teto baixo pode causar maiores danos ao consumidor, tanto pela inadequada oferta quanto pela baixa competição, levando aos problemas apontados também por Grobman e Carey (2001).

Larsen *et al.* (2004), ao fazerem sugestões sobre a metodologia que poderia ser aplicada em leilões de novos empreendimentos na Colômbia, país cuja matriz também é predominantemente hidráulica, defendem que o preço-teto dos leilões seja estipulado como o dobro do preço médio final do leilão anterior, como forma de estimular a participação de investidores, aumentar a concorrência e, assim, derrubar o preço.

Recorrendo-se a caso real brasileiro, tem-se a licitação da UHE Serra da Mesa, de 1.275 MW, realizado em 1997, que pertencia à Dynamis Energética (antiga Nacional Energética – empresa do extinto Banco Nacional S.A., para negócios em energia elétrica). A primeira tentativa de venda, pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), ocorreu em setembro de 1996, com a fixação de preço mínimo de R\$ 168 milhões pela Dynamis, acionista de 51,48% da hidrelétrica. O preço mínimo foi considerado muito alto pelos potenciais compradores, inibindo suas participações no leilão, e, como resultado, nenhuma proposta de compra foi apresentada, conforme relata Said de Brito (informação verbal),<sup>8</sup> então membro do conselho de administração da VBC Energia.<sup>9</sup>

Depois disso, novo leilão foi marcado para março de 1997, e, como forma de atrair investidores e promover a concorrência no leilão, o BNDES reduziu o preço mínimo para R\$ 100 milhões. Esse preço, de acordo com Said de Brito, despertou o interesse pela usina, justificando a mobilização de profissionais para

8. Entrevista realizada com José Said de Brito em agosto de 2007.

9. Empresa criada pelos grupos econômicos Votorantim, Bradesco e Camargo Corrêa para investimentos no setor de energia elétrica.

avaliar a atratividade do negócio. A empresa foi disputada pela Escelsa, Banco Bozano, Simonsen, a belga Tractebel e a VBC Energia, que venceu o leilão após oferecer R\$ 181 milhões, R\$ 3,4 milhões a mais que a Tractebel.

O caso da UHE Serra da Mesa representa a aplicação prática do que defendem Grobman e Carey (2001); Cramton e Stoft (2007); Larsen *et al.* (2004) e os agentes do setor elétrico brasileiro.

Por fim, fechando o balanço da energia *botox*, praticamente metade da energia assegurada referente a esses projetos foi comercializada ao longo dos cinco leilões do ambiente regulado, enquanto cerca de 1.200 MWm de projetos *botox* ainda não tiveram iniciada sua construção, por inviabilidade ambiental ou econômica. Por diferença, ou como forma de proteção contra risco de déficit pelos autoprodutores, outros 1.700 MWm de energia oriundos de projetos em operação ou construção encontraram sua viabilidade comercial no ambiente de contratação livre.

## ABSTRACT

This article aims to discuss and analyze the history of a particularly hydroelectric power plants group, nicknamed as "botox". This expression comes from the fact that those projects were old ones, which have been previously conceived, that were treated as brand new by the Brazilian regulatory framework. Its history has begun from the Brazilian electricity industry reform in the 1990s. This history reaches its final step in the 2007 auction, already under the revised power sector model launched in 2004, which marked the last opportunity of the so-called "botox" projects to participate closing deals to sell long term energy in a specially designed auction. The article also discusses the last two power sector reforms, particularly addressing the shifts hydro-plants investors faced on having access to concession auctions for new projects. After providing the background of the auction mechanism theory, it is examined the newly designed electricity auction adopted in Brazil as well as the results of the auctions that took place between 2004 up to 2007.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 2007.

BIERMAN, H. S.; FERNANDEZ, L. *Game theory with economic applications*. 2<sup>nd</sup> ed. Addison-Wesley, 1998.

BRASIL. Presidência da República. Ministério de Minas e Energia. Lei n.º 8.631, de 4 de março de 1993. *Diário Oficial da União* (DOU), Brasília, 5 de março de 1993.

\_\_\_\_\_. Lei n.º 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. *DOU*, Brasília, 14 de fevereiro de 1995.

\_\_\_\_\_. Lei n.º 9.074, de 7 de julho de 1995. *DOU*, Brasília, 8 de julho de 1995.

\_\_\_\_\_. Lei n.º 9.427, de 26 de dezembro de 1996. *DOU*, Brasília, 27 de dezembro de 1996.

\_\_\_\_\_. Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997. *DOU*, Brasília, 9 de janeiro de 1997.

- \_\_\_\_\_. Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. *DOU*, Brasília, XXX, 7 de agosto de 1997.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998. *DOU*, Brasília, 28 de maio de 1998.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 10.433, de 24 de abril de 2002. *DOU*, Brasília, 25 de abril de 2002.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. *DOU*, Brasília, 29 de abril de 2002.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003. *DOU*, Brasília, 12 de novembro de 2003.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004. *DOU*, Brasília, 16 de março de 2004.
- \_\_\_\_\_. Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. *DOU*, Brasília, 30 de julho de 2004.
- \_\_\_\_\_. Resolução Aneel nº 77, de 18 de agosto de 2004. *DOU*, Brasília, 19 de agosto de 2004.
- \_\_\_\_\_. Resolução Aneel nº 109, de 26 de outubro de 2004. *DOU*, Brasília, 29 de outubro de 2004.
- \_\_\_\_\_. Resolução Aneel nº 234, de 31 de outubro de 2006. *DOU*, Brasília, 8 de novembro de 2006.
- CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.org.br>>. Acesso em: 2007.
- CRAMTON, P.; STOFT, S. *Colômbia firm energy market*. IEEE, 2007.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Leilão de energia nova 2005 – empreendimentos hidrelétricos – *metodologia de cálculo do pagamento pelo uso de bem público (UBP)*. Brasília, 2005 (EPE-DEE-RE, 029/2005-R2).
- \_\_\_\_\_. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 2007.
- GROBMAN, J. H.; CAREY, J. M. Price caps and investment: long-run effects in the electric generation industry. *Energy Policy*, v. 29, 2001.
- GUERREIRO, A. *A EPE e o planejamento da expansão do setor elétrico no novo modelo*. Apresentação realizada no Ciclo de Seminário sobre o Setor Elétrico. Rio de Janeiro: EPE, 2005.
- LARSEN, E. R.; DYNNER, I.; BEDOYA, L.; FRANCO, C. J. Lessons from deregulation in Colombia: successes, failures and the way ahead. *Energy Policy*, v. 32, 2004.
- LOCK, R. The new electricity model in Brazil: an institutional framework in transition. *The Electricity Journal*, p. 52-61, Jan./Feb. 2005.
- MME. Ministério de Minas e Energia. *Proposta de modelo institucional do setor elétrico*. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 2006.
- \_\_\_\_\_. *Cartilha: o novo modelo do setor elétrico*. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 2007.
- \_\_\_\_\_. *Modelo institucional do setor elétrico: relatório técnico*. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 2007.
- MOREIRA, A.; ROCHA, K.; DAVID, P. Thermopower generation investment in Brazil – economic conditions. *Energy Policy*, v. 32, n. 1, Jan. 2004.
- PAIXÃO, L. E. *Memórias do Projeto RE-SEB: a história da concepção da nova ordem institucional do setor elétrico brasileiro*. Lis Gráfica, 2000.
- PIRES, J. C. L. O processo de reformas do setor elétrico brasileiro. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 12, p. 137-168, dez.1999.

PIRES, J. C. L.; PICCINI, M. S. *Mecanismos de regulação tarifária do setor elétrico: a experiência internacional e o caso brasileiro*. Rio de Janeiro, jul. 1998 (Textos para Discussão BNDES, n. 64).

ROSA, L. P. Equívocos sobre o leilão de energia. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 13 de janeiro de 2005.

ROSA, L. P.; D'ARAUJO, R. P. A nova estruturação do setor elétrico brasileiro. *Apud* SAUER, I. L. *et al.* (Orgs.). *A reconstrução do setor elétrico no Brasil*. Campo Grande, MS: Ed. UFMS; São Paulo: Paz e Terra, 2003.

SAUER, I. L. *et al.* *A reconstrução do setor elétrico brasileiro*. Campo Grande, MS: Ed. UFMS; São Paulo: Paz e Terra, 2003.

SIL, A. C. *A hora da queda-de-braço: fornecedores reclamam do aperto por causa dos baixos preços ofertados no leilão de energia nova*. *Revista Brasil Energia*, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.brasilenergia.com.br>>. Acesso em: maio de 2006.

VARIAN, H. R. *Microeconomia: princípios básicos*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

## **Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

### **Editorial**

#### **Coordenação**

Iranilde Rego

#### **Supervisora**

Andrea Bossle de Abreu

#### **Revisão**

Lucia Duarte Moreira

Alejandro Sainz de Vicuña

Eliezer Moreira

Elisabete de Carvalho Soares

Míriam Nunes da Fonseca

#### **Editoração**

Roberto das Chagas Campos

Aeromilson Mesquita

Camila Guimarães Simas

Camila Oliveira de Souza (estagiária)

Carlos Henrique Santos Vianna

#### **Brasília**

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES,

9º andar – 70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5090

Fax: (61) 3315-5314

Correio eletrônico: [livraria@ipea.gov.br](mailto:livraria@ipea.gov.br)

#### **Rio de Janeiro**

Av. Nilo Peçanha, 50, 6º andar — Grupo 609

20044-900 – Rio de Janeiro – RJ

Fones: (21) 3515-8522 – 3515-8426

Fax (21) 3515-8585

Correio eletrônico: [editrj@ipea.gov.br](mailto:editrj@ipea.gov.br)



