A DEMANDA DE SERVIÇO DE TELEX NACIONAL: UM ESTUDO ECONÔMETRICO*

Helio Lechuga Arteiro**

RESUMO

O objetivo deste artigo é desenvolver uma especificação de um modelo econométrico para o melhor conhecimento das variáveis que determinam a demanda de serviços de Telex no Brasil.

* Este artigo é resultado de um trabalho apresentado em dezembro de 1986 na Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas.

** Economista da área de Preços e Tarifas da Empresa Brasileira de Telecomunicações - EMBRATEL.

ABSTRACT

This article aims to develop a specification of an econometric model in order to understand better the variables that determine the demand for Telex service in Brazil.

1. Introduction; 2. Theoretical model; 3. Empirical results;
4. Concluding remarks.

1. INTRODUÇÃO

Apesar do importante papel desempenhado pelos serviços públicos de infraestrutura econômica no processo de desenvolvimento do País, muito pouco se tem escrito sobre a demanda destes serviços no Brasil. No setor das telecomunicações, por exemplo, podemos citar o serviço telex que nos últimos anos atingiu um alto grau de penetração no território nacional, interligando hoje mais de 70000 terminais, dispersos por cerca de 1800 localidades.

Neste artigo serão apresentadas algumas contribuições para o melhor conhecimento das variáveis que determinam a demanda de serviços de telex no Brasil, obtidas através da especificação de um modelo econométrico com base na teoria econômica. Nos EUA, os estudos para determinação de curvas de demanda na área de telecomunicações,

existência de significativas diferenças entre o perfil da demanda de telefonia e telex, que impede o aproveitamento de metodologia já existente, o presente artigo dedica-se a desenvolver nova metodologia, adaptada às características da exploração deste serviço no Brasil.

Por suas características, o Telex destina-se basicamente ao atendimento do mercado empresarial, não havendo casos de usuários residenciais entre seus assinantes. Deste modo, tal serviço atua na qualidade de insumo, participando dos processos produtivos das empresas usuárias. Por esta razão, é desenvolvida uma análise com base na teoria existente para o tratamento do mercado de fatores de produção.

Restam ainda dois pontos importantes a considerar antes de ser iniciada a especificação do modelo: o primeiro é que a demanda pe-

la instalação de linhas de acesso e por terminais teleimpressores; o segundo consiste no fato de que o processo de ajustamento entre a quantidade desejada de linhas de acesso e a existente não é imediata, devido à característica de longa duração dos projetos para expansão da capacidade da planta. A ocorrência de um desequilíbrio entre a quantidade desejada de linhas de acesso e a existente impede que a quantidade total de mensagens que seus usuários desejam transmitir seja atingida.

De posse de tais informações poderá ser dado início à apresentação do modelo teórico, conforme veremos a seguir.

2. MODELO TEÓRICO

2.1 A Demanda pelo Serviço

Considerando que os serviços de telecomunicações são utilizados pelas empresas como insumos em seus processos produtivos, a demanda pelo Serviço Telex deve-se à necessidade destas firmas em transmitir e receber mensagens na forma de texto. Com base na teoria existente para o tratamento do mercado de fatores de produção, sabe-se que para realização de seus processos produtivos, as empresas utilizam uma relação técnica que combina uma certa dotação de insumos, de forma a maximizar o produto final.

Seja Q a quantidade a ser produzida, e $X_1, X_2, \dots, X_n$, a quantidade dos n insumos utilizados. A função de produção resultante pode ser expressa por:

$$Q = Q(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Considerando que os empresários procuram produzir ao menor custo possível, temos que a quantidade demandada de um determinado fator de produção, X_1 , é função da quantidade Q a ser produzida, além, do preço de X_1 e do preço dos demais fatores complementares ou substitutos de X_1 .

$$X_1 = X_1(r_1, r_2, \dots, r_n, Q)$$

sendo r_i = o preço do fator i , para $i = 1, 2, \dots, n$.

Seja dd a demanda desejada por mensagens telex, sendo esta uma função do custo unitário da mensagem, do custo de serviços substitutos e da quantidade desejada de bens e serviços finais a serem produzidos pelas empresas.

$$dd = g(P_m, P_s, Q)$$

onde: P_m = Preço da mensagem telex
 P_s = Preços de serviços substitutos
 Q = Quantidade desejada a ser produzida

A variável preço da mensagem engloba também os custos de assinatura e do terminal teleimpressor. Com base na Teoria Econômica espera-se que o sinal do coeficiente desta variável seja negativo, enquanto que o sinal dos coeficientes das duas outras seja positivo.

Como a demanda por mensagens origina as demandas pelos respectivos meios que possibilitam tal transmissão, ou seja, os teleimpressores e linhas de acesso, a demanda desejada pelo estoque de linhas de acesso, KD , poderá ser expressa pelo total das inscrições de usuários para o serviço telex, menos as desistências. A demanda desejada por linhas de acesso englobará, portanto, as inscrições atendidas e as pendentes.

O modelo considera as demandas por teleimpressores e meios físicos como aproximadamente iguais, uma vez que, salvo em raras exceções, não se justifica a existência de um teleimpressor, sem a disponibilidade de uma linha de acesso, permitindo que as considerações apresentadas para uma, sejam também válidas para a outra.

Tendo em vista que a procura por linhas de acesso é proporcional à demanda desejada por mensagens, temos que:

$$KD = j \times g(P_m, P_s, Q)$$

É importante observar que j representa o inverso da variável número médio de mensagens transmitidas por terminal, dm , sendo esta última expressa pela seguinte função:

$$dm = z(P_m, P_s, Q, KE)$$

Os sinais dos coeficientes das variáveis explicativas da função apresentada acima, são os mesmos da função demanda desejada por mensagens, dd , com exceção obviamente de KE que representa o estoque existente de linhas de acesso. Nesta função o coeficiente de KE pode assumir um sinal indeterminado uma vez que, por um lado, quanto maior o tamanho da Rede Pública, maiores serão as possibilidades de tráfego para um determinado terminal, enquanto que, por outro, quanto maior o número de terminais em um mesmo escritório, menor é a concentração das mensagens transmitidas por terminal, o que faria o tráfego médio cair. Deste modo, KD pode ser expresso por:

$$KD = \frac{g(P_m, P_s, Q)}{z(P_m, P_s, Q, KE)}$$

Em termos de uma única função, teremos:

$$KD = f(P_m, P_s, Q, KE)$$

Como pode-se observar, os coeficientes das variáveis P_m , P_s e Q assumem sinais indeterminados, enquanto que o coeficiente de KE assume um valor inverso ao apresentado na equação de número médio de mensagens por terminal.

Demonstraremos no próximo item que KE é uma função de KD . Sendo assim, teremos:

$$KD = f(P_m, P_s, Q, m(KD))$$

Pode-se esperar que a derivada de KD em relação a KE seja menor do que um, neste caso a função KD será expressa apenas em termos de P_m , P_s e Q , e os sinais dos coeficientes destas variáveis não se alteram.

$$KD = f(P_m, P_s, Q)$$

Por motivos óbvios, suporemos que $KE \leq KD$, neste caso teremos que $dr \leq dd$. A demanda realizada de mensagens, dr , que é expressa pelo total de pulsos gerados na Rede Pública em um determinado mês, deve-se à impossibilidade de efetivação da quantidade desejada de mensagens, tendo em vista a restrição quanto ao estoque ativado de teleimpressores e de linhas de acesso. A demanda realizada de mensagens será expressa então por:

$$dr = dd - \phi(KD - KE)$$

Pela equação anterior, pode-se concluir que quando $KD = KE$, teremos então $dr = dd$. Desenvolvendo tal equação, temos:

$$dr = dd - \phi KD + \phi KE$$

$$dr = g(P_m, P_s, Q) - \phi f(P_m, P_s, Q) + \phi KE$$

Sendo assim, a demanda realizada por mensagens será dada pela seguinte função:

$$dr = h(P_m, P_s, Q, KE)$$

2.2 O Estoque Existente de Linhas de Acesso

A EMBRATEL como empresa estatal, vinculada ao Ministério das Comunicações, torna-se muito sensível a objetivos governamentais de natureza social, não se constituindo a rentabilidade em critério único em suas decisões de investimentos. Os níveis de atendimento à demanda e sua abrangência geográfica, muitas vezes, são determinantes maiores para a ampliação, até mesmo de serviços cuja rentabilidade é insatisfatória.

Outrossim, pode-se afirmar que o processo de ajustamento entre o estoque desejado de linhas de acesso e o existente não costuma ser imediato, uma vez que no caso de ausência de meios físicos, os prazos de maturação de projetos para expansão da capacidade da

planta são freqüentemente de longa duração. Deste modo, para a ativação de um novo terminal, é necessário, primeiramente, a existência de capacidade de comunicação nas centrais públicas, e de concentradores que permitam a maximização da utilização destas centrais, além da existência de linhas de acesso que interliguem um teleimpressor de usuário a uma Central Pública. Havendo a necessidade de instalação de uma nova central de comutação, o prazo de ativação de um novo usuário atinge em média de dois a três anos. Havendo, também, a necessidade da instalação de concentrador, são necessários aproximadamente 12 meses. No caso da ativação de uma linha de acesso, pode-se tornar necessário um período de até seis meses.

Nas situações em que os meios físicos necessários estiverem disponíveis, o atendimento a uma determinada inscrição poderá ser feito quase que imediatamente.

Devido às características da exploração do serviço, realizaremos alguns testes sobre a adaptabilidade do modelo desenvolvido por Jorgenson (1965), para explicação da estrutura temporal do processo de investimento.

Partiremos da hipótese de que no momento em que um certo usuário se inscreve para o serviço, é iniciado um processo para sua ativação, cujo período de duração variará em função da disponibilidade de meios físicos. Além disso, sabe-se que a ocorrência de desistências de usuários anteriormente inscritos, mas não atendidos, pode representar a antecipação no atendimento de inscrições mais recentes. Neste caso o número de novos projetos de atendimento a usuários, iniciados no mês t , seria dado pelo total das inscrições no mês t , menos as desistências no próprio mês. Deste modo, teremos então que:

$$KD_t - KD_{t-1} = IN_t$$

onde: $KD_t - KD_{t-1}$ = Variação líquida do total das inscrições no mês t .

IN_t = O somatório dos novos projetos de atendimento às inscrições, iniciados no mês t .

Seja IE_t o total dos projetos de ativação de novos usuários realizados no mês t , o que é igual ao número de ativações efetuados no mês t .

$$IE_t = KE_t - KE_{t-1}$$

onde: $KE_t - KE_{t-1}$ = Variação física do estoque existente de terminais ativados.

Sabendo-se que apenas uma parcela dos projetos de atendimento iniciados no mês t , podem ser finalizados no mês t , enquanto que uma parcela dos projetos iniciados em $(t-1)$, são atendidos no mês t , e assim sucessivamente. Temos então que:

$$IE_t = U_0 IN_t + U_1 IN_{t-1} + U_2 IN_{t-2} + \dots + U_n IN_{t-n}$$

U_k = a proporção dos projetos iniciados em $(t-k)$ e finalizados no mês t , para $K = 0, 1, 2, \dots, n$

Em outras palavras o total dos terminais ativados no mês t , IE_t , é decorrente de uma parcela das inscrições líquidas realizadas nos meses t , $t-1$, $t-2$, ..., $t-n$.

Em nosso modelo, admitimos a hipótese de que todo projeto para atendimento a um novo usuário é concluído mais cedo ou mais tarde; estamos admitindo, também, que o atendimento às inscrições assume um comportamento regular. Deste modo, pode-se esperar que o somatório dos coeficientes desta equação seja igual à unidade.

$$U_0 + U_1 + U_2 + \dots + U_n = 1$$

2.3 O Modelo Completo

Pelo que foi apresentado até o momento, chegamos a um modelo composto por três equações resultantes da função de demanda realizada por mensagens, da função de demanda desejada por linhas de acesso e da equação explicativa do fluxo de ativações de novos terminais.

Partimos do pressuposto da existência de relações não lineares entre as variáveis dependentes das equações de demanda e suas respectivas variáveis explicativas. Para simplificar os métodos de estimação, optamos por utilizar funções log-lineares na primeira e terceira equação do modelo, deste modo, a letra L introduzida na frente das variáveis destas duas equações representa o logaritmo neperiano destas variáveis. O modelo completo pode ser representado por:

$$Ldr_t = a_0 + a_1 LPM_t + a_2 LPS_t + a_3 LQ_t + a_4 LKE_t + e_t$$

$$KE_t - KE_{t-1} = b_1 (KD_t - KD_{t-1}) + \dots + b_n (KD_{t-n} - KD_{t-n-1}) + S_t$$

$$LKD_t = C_0 + C_1 LPM_t + C_2 LPS_t + C_3 LQ_t + V_t$$

Sendo assim, as variáveis endógenas do modelo são:

dr_t = demanda realizada de mensagens

KE_t = estoque ativado de terminais

KD_t = estoque desejado de terminais

Pelo que se pode observar, estamos diante de um sistema recursivo, uma vez que a terceira equação de nosso modelo possui apenas variáveis exógenas no conjunto de suas variáveis explicativas. Desse modo, o curso das influências segue apenas uma direção, ou seja, o resultado da terceira equação interfere na segunda, enquanto que esta por sua vez interfere no resultado da primeira equação. Além disto, para que o modelo seja recursivo, assumiremos que a matriz de variância e covariância seja diagonal.

Apresentaremos, a seguir, os resultados dos testes realizados com o modelo.

3. RESULTADOS EMPÍRICOS

3.1 Demanda por Mensagens

Partamos da primeira equação de nosso modelo, ou seja, a demanda realizada por mensagens, que em termos funcionais é:

$$dr = h (P_m, P_s, Q, KE)$$

onde: dr = demanda realizada de mensagens

P_m = preço médio da mensagem telex

P_s = preço de serviço substituto

Q = nível de atividade produtiva do usuário

KE = terminais ativados

E tomemos, para simplificar, os métodos de cálculo, o total de pulsos gerados na rede pública em um determinado mês, como uma medida representativa do número de mensagens transmitidas. Analisaremos a seguir as variáveis que participam na função de demanda realizada por mensagens.

3.1.1 Preço Médio da Mensagem

Para expressar a variável preço médio da mensagem, construímos um índice representativo do valor do pulso, incluindo em sua composição as despesas com equipamentos e meios necessários à transmissão de mensagens. Além da tarifa média por pulso, utilizamos também o valor médio por pulso da tarifa de assinatura e do preço do aluguel ou aquisição de um teleimpressor.

No caso de aquisição de teleimpressor diretamente ao fabricante, realizamos uma transformação do valor a vista, para uma série mensal, utilizando para isto uma taxa de depreciação linear de 0,83% ao mês, considerando o período de vida útil de 10 anos, além de uma taxa de juros real equivalente a 1% ao mês a título de remuneração do custo oportunidade do capital investido.

A equação do preço médio da mensagem é dada por:

$$P_m = PP + \frac{PA + (\alpha + PL) + (\beta \times (PT + PM))}{TRAM}$$

onde: PP = preço por pulso

PA = preço de assinatura

PL = preço de aluguel e manutenção de teleimpressores

PT = preço do terminal

PM = preço de manutenção

TRAM = pulsos médios por terminal

α = percentual do total dos terminais alugados a terceiros

β = percentual do total dos terminais de propriedade de terceiros

sendo: $\alpha + \beta = 1$, $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$

Pela formulação da equação de pulsos totais, estamos admitindo que o tráfego de mensagens gerados no período t é explicado pelos preços em vigor no próprio período. Tal hipótese pressupõe que os usuários possuem um perfeito conhecimento sobre as tarifas vigentes no momento das transmissões, bem como de previsões sobre o total de mensagens a serem enviadas no período, tendo em vista suas necessidades e os meios existentes.

3.1.2 Preço de um Serviço Substituto

Na composição da variável preço do serviço substituto, utilizamos dois serviços, o REPARTE e o Aluguel de Circuitos Telegráficos, que analisaremos a seguir.

O REPARTE consiste na utilização de um microcomputador de propriedade da EMBRATEL, exercendo as funções de uma central de comutação, podendo interligar até 32 terminais ou 99 terminais no caso de uma configuração expandida. O serviço permite a formação de redes fechadas de usuários, com a possibilidade de interligação com a Rede Nacional de Telex.

Em termos tarifários, é cobrada uma tarifa fixa para cada teleimpressor conectado ao microcomputador, além de uma tarifa que remunere os circuitos interurbanos, nos casos em que um terminal e o microcomputador estiverem em diferentes áreas de tarifação.

Adicionalmente, é cobrada uma tarifa pelo número de entroncamentos com a rede pública, quando solicitados pelo usuário. Neste caso, as mensagens destinadas à rede pública estão sujeitas às mesmas tarifas de utilização adotadas no serviço telex. O fluxo de mensagens entre terminais de uma mesma configuração Reparte, não são tarifadas.

Outra característica importante é o fato de a EMBRATEL ter alugado teleimpressores para usuários deste serviço até março de 1986; o que certamente poderá ter influenciado as decisões de alguns potenciais usuários do telex, dado o alto preço de mercado destes equipamentos.

Como não é possível quantificar as mensagens trafegadas entre os terminais de um mesmo usuário REPORTE, consideraremos, como variável de nosso modelo, a despesa mensal de um terminal Reparte e não o preço por mensagem, deste modo:

$$DRP = PAU + DMC + DMU + DME + PL$$

onde:

DRP = despesa mensal média por terminal REPORTE

PAU = preço por acesso urbano

DMC = despesa média por terminal dos circuitos interurbanos utilizados

DMU = despesa mensal média das mensagens destinadas à Rede Pública

DME = despesa mensal média de entroncamentos com a Rede Pública

PL = preço de aluguel e manutenção de teleimpressores

Supomos, também, que todos os terminais são de propriedade da EMBRATEL e estão alugados aos usuários do serviço.

Já o Serviço de Aluguel de Circuitos Telegráficos consiste basicamente em uma interligação direta entre dois terminais, sem a intermediação de uma central de comutação. Tal serviço destina-sea usuários com perfil de alto tráfego entre pontos claramente determinados, habitualmente dois.

Neste serviço, é utilizado um sistema de tarifação no qual se cobra apenas um valor fixo pelo aluguel do circuito utilizado, variando em função da distância entre os terminais.

Assim como no caso anterior, a EMBRATEL também adotou o critério de alugar teleimpressores para os usuários deste serviço. Além disso, considerando que um mesmo circuito serve a dois terminais, a variável despesa média mensal por terminal será dada por:

$$DCT = \frac{PMCR}{2} + PL$$

sendo:

- DCT = despesa média mensal por terminal
- PMCR = preço médio por circuito
- PL = preço de aluguel e manutenção de teleimpressores

3.1.3 Nível de Atividade Produtiva dos Usuários

Para expressar a variável representativa do nível de atividade econômica dos usuários, foi utilizado o valor total dos empréstimos concedidos pelo setor bancário para os demais setores da economia, uma vez que a maior parcela do tráfego total da rede pública tem sua origem no setor financeiro. Foi testado também a significância das variáveis ICM e IPI (Índice de Produção Industrial), para expressar o nível de atividade econômica.

3.1.4 Resultados Obtidos

Apresentaremos, a seguir, os resultados obtidos pelo método dos mínimos quadrados ordinários para um espaço amostral variando entre ABR/1980 e MAR/1985. Todas as variáveis utilizadas foram transformadas para logarítmos.

Tabela 1
DEMANDA DESEJADA POR MENSAGENS

VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEIS EXPLICATIVAS									R ²	DW	F (*)	R ² AJUSTADO
	CONSTANTE	PREÇO TELEX	EMPREST. BANCOS	I C M	I P I	TERMINAIS ATIVADOS	DESPESA REPARTE	DESPESA ACT	ONZE DUMMYS				
PULSOS	-23,967 -7,062	-0,644 -8,711	0,961 8,270	- -	- -	1,450 22,663	0,010 2,961	0,268 3,927	- -	0,985	1,588	710,9	0,984
PULSOS	2,398 1,229	-0,418 -3,960	- -	-0,0001 -0,004	- -	1,407 13,878	0,001 0,244	0,152 1,452	- -	0,966	1,116	307,5	0,965
PULSOS	-24,361 -6,953	-0,653 -8,564	0,965 8,228	0,006 0,509	- -	1,461 21,445	0,011 2,694	0,278 3,891	- -	0,985	1,578	584,1	0,984
PULSOS	1,700 0,869	-0,400 -3,800	- -	- -	0,083 0,781	1,434 14,134	0,0013 0,265	0,160 1,587	- -	0,966	1,22	311,1	0,965
PULSOS	-24,714 -7,199	-0,626 -8,327	0,962 8,315	- -	0,086 1,225	1,478 21,838	0,009 2,913	0,277 4,048	- -	0,985	1,746	597,9	0,984
PULSOS	-25,358 -7,124	-0,636 -8,288	0,967 8,308	0,095 1,324	0,008 0,727	1,497 20,542	0,011 2,786	0,293 4,068	- -	0,986	1,745	508,1	0,984
PULSOS	-20,916 -5,946	-0,541 -6,311	0,891 7,445	- -	- -	1,394 21,706	0,011 3,223	0,197 2,795	S S	0,98	1,536	250,8	0,973

(*) para k-1 e n-k graus de liberdade, sendo n igual a 60 e k igual ao número de parâmetros estimados.

Na tabela anterior, destaca-se que a inclusão das onze dummies não provocou efeitos significativos nos resultados da equação; tendo a variável empréstimos bancários demonstrado ser um bom indicador do nível de atividade produtiva dos usuários. Conseqüentemente selecionamos a primeira equação como aquela que apresentou os melhores resultados tanto quanto aos valores das estatísticas t de Student, quanto ao valor apresentado pelo coeficiente de determinação e pelo teste de Durbin Watson. Adicionalmente, os sinais dos coeficientes estimados por esta equação, são os previstos pela Teoria Econômica.

Ainda dentro do item de Demanda por Mensagem, realizaremos alguns testes com a equação de pulsos por terminal. Para tanto, utilizamos as mesmas variáveis explicativas testadas na equação anterior.

Nesta equação, a variável terminais ativados assume um papel que merece ser comentado. No caso anterior, esta variável representava uma restrição quanto ao potencial máximo de geração de tráfego na rede pública. Nesta, cada novo terminal ativado na rede representa uma ampliação das possibilidades de tráfego entre os demais. Melhor explicando: suponhamos um caso hipotético de uma rede composta por apenas dois terminais, A e B. Nesta situação, o fluxo de mensagens na rede segue apenas dois caminhos, ou seja, de A em direção a B e de B em direção a A. Com a ativação de mais um terminal, digamos C, o terminal A poderá enviar mensagens para B e C, e assim sucessivamente, para cada novo terminal ativado, as possibilidades de tráfego para um já existente se elevam. Deste modo, espera-se que o tráfego médio aumente à medida que a rede cresce.

O quadro seguinte apresenta os resultados obtidos nos testes realizados com esta equação.

Tabela 2
DEMANDA DE PULSOS POR TERMINAL

VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEIS EXPLICATIVAS									R ²	DW	F (*)	R ² AJUSTADO
	CONSTANTE	PREÇO TELEX	EMPREST. BANCOS	I C M	I P I	TERMINAIS ATIVADOS	DESPESA REPARTE	DESPESA ACT	ONZE DUMMYS				
PULSOS POR TERMINAL	-23,991	-0,644	0,962	-	-	0,450	0,010	0,269	-	0,886	1,583	83,9	0,884
	-7,082	-8,727	8,291	-	-	7,046	2,985	3,944	-				
PULSOS POR TERMINAL	-20,923	-0,541	0,892	-	-	0,394	0,011	0,198	S	0,919	1,513	30,6	0,888
	-5,962	-6,318	7,463	-	-	6,151	3,249	2,813	S				
PULSOS POR TERMINAL	-22,107	-0,537	0,898	-	0,135	0,432	0,010	0,198	S	0,923	1,614	29,5	0,892
	-6,158	-6,338	7,579	-	1,334	6,205	2,696	2,843	S				
PULSOS POR TERMINAL	-22,346	-0,543	0,901	0,002	0,142	0,438	0,010	0,202	S	0,923	1,602	27,2	0,889
	-5,675	-5,897	7,426	0,157	1,279	5,433	2,435	2,717	S				
PULSOS POR TERMINAL	-20,542	-0,529	0,886	-0,005	-	0,385	0,011	0,191	S	0,920	1,565	28,3	0,887
	-5,546	-5,744	7,281	-0,355	-	5,537	2,527	2,561	S				
PULSOS POR TERMINAL	-24,735	-0,626	0,962	-	0,086	0,478	0,009	0,278	S	0,889	1,740	70,9	0,844
	-7,217	-8,344	8,336	-	1,221	7,073	2,937	4,046	S				

(*) para k-1 e n-k graus de liberdade, sendo n igual a 60 e k igual ao número de parâmetros estimados.

Comparando-se os resultados apresentados nas duas tabelas anteriores, pode-se observar que a influência das sazonalidades se mostrou mais forte na equação de pulsos por terminal do que na equação de pulsos totais. Isto pode ser explicado por ser a equação de pulsos totais influenciada pelo ingresso de tráfego decorrente das ativações mensais de novos terminais, o que vem a atenuar o efeito de oscilações causadas por sazonalidades.

Selecionamos a segunda equação da tabela anterior, como aquela que melhor expressa a equação de pulsos por terminal. Tal equação difere daquela selecionada para expressar o total de pulsos, apenas no que tange à inclusão de onze dummies.

3.2 A Demanda Desejada por Terminais

Conforme analisamos anteriormente, a demanda desejada por terminais é proporcional à demanda desejada por mensagens; portanto, as mesmas variáveis que influenciam a segunda deverão influenciar a primeira. Temos, então, que:

$$KD = f(P_m, P_s, Q)$$

onde:

- KD = demanda desejada por terminais
- P_m = preço médio da mensagem telex
- P_s = preço de serviços substitutos
- Q = nível de atividade produtiva dos usuários

Nestes testes, utilizamos os mesmos serviços substitutos descritos anteriormente, enquanto que a variável representativa do nível de atividade produtiva merece maiores comentários.

Apesar de ser o setor financeiro o responsável pela maior parcela na geração de tráfego na rede, o mesmo não ocorre quanto ao número de terminais, uma vez que é o setor industrial o responsável pela maior participação no total dos terminais ativados. O que nós

leva a esperar que a variável IPI, índice de produção industrial, seja mais apropriada para expressar o nível de atividade econômica dos usuários.

Além das variáveis já analisadas, deverá ser considerada também na equação, o número de localidades interligadas pela Rede Nacional de Telex, pois quando uma nova localidade passa a ser atendida, todos os potenciais usuários nela "residentes" são induzidos a se inscreverem no serviço.

O quadro seguinte apresenta os resultados obtidos para esta equação pelo método dos mínimos quadrados ordinários, adotando-se como espaço amostral o período entre abril de 1980 e março de 1985. Foram, também, realizadas transformações logarítmicas em todas as variáveis utilizadas.

Como em todas as equações da tabela anterior, o teste de Durbin-Watson apresentou valores relativamente baixos, indicando a existência de autocorrelação dos resíduos. Realizamos novos testes incluindo a variável dependente defasada no conjunto das variáveis explicativas.

Tabela 3
DEMANDA DESEJADA POR TERMINAIS

VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEIS EXPLICATIVAS										R ²	DW	F (*)	R ² AJUSTADO
	CONSTANTE	PREÇO TELEX	EMPREST. BANCOS	I C M	I P I	DESPESA REPARTE	DESPESA ACT	LOCALIDADES ATENDIDAS	TERMINAIS	ONZE DUMMYS				
INSCRIÇÕES	13,815 9,013	-0,091 -2,507	-0,242 4,417	- -	- -	0,0005 0,301	0,162 4,969	0,314 22,374		- -	0,977	0,718	458,8	0,976
INSCRIÇÕES	7,661 18,231	-0,135 -3,556	- -	-0,015 -2,421	- -	-0,0005 -0,239	0,176 4,882	0,310 19,415		- -	0,972	0,830	370,1	0,971
INSCRIÇÕES	6,957 15,161	-0,143 -3,615	- -	- -	0,042 1,085	0,003 1,550	0,199 5,377	0,327 18,993		- -	0,969	0,799	340,3	0,968
INSCRIÇÕES	14,375 9,834	-0,067 -1,950	-0,251 -4,932	-0,016 -3,041	0,026 0,831	-0,003 -1,637	0,145 4,618	0,307 21,190		- -	0,981	0,838	381,6	0,980
INSCRIÇÕES	14,866 28,059	0,231 2,441	- -	- -	-0,215 -2,169	0,013 2,961	-0,359 -5,829	- -		- -	0,764	0,334	358,6	0,759
INSCRIÇÕES	7,214 18,315	-0,151 -3,864	- -	- -	- -	0,003 1,566	0,194 5,279	0,320 19,844		- -	0,969	0,831	423,7	0,968
INSCRIÇÕES	24,429 5,435	0,307 3,126	-0,359 -2,142	- -	-0,211 -2,192	0,009 2,071	-0,390 -6,351	- -		- -	0,782	0,455	386,2	0,778
INSCRIÇÕES	2,1868 3,3632	-0,0949 -2,4719	- -	- -	- -	-0,0012 -0,6682	0,1852 4,949	- -	0,6875 19,2977	- -	0,967	0,659	402,8	0,966
INSCRIÇÕES	4,9577 3,9502	-0,1323 -3,351	- -	- -	- -	0,0008 0,4437	0,1973 5,478	0,1854 2,539	0,2973 1,889	- -	0,971	0,819	355,5	0,970
INSCRIÇÕES	6,8905 15,763	-0,1909 -3,9318	- -	- -	- -	0,0017 0,8659	0,2229 5,4423	0,3301 18,7297	- -	S S	0,974	0,855	107,8	0,964

(*) para k-1 e n-k graus de liberdade, sendo n igual a 60 e k igual ao número de parâmetros estimados.

Tabela 4
DEMANDA DESEJADA POR TERMINAIS

VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEIS EXPLICATIVAS										R ²	DW	H	F (*)	R ² AJUSTADO
	CONSTANTE	PREÇO TELEX	EMPREST. BANCOS	I C M	I P I	DESPESA REPARTE	DESPESA ACT	LOCALIDADE: ATENDIDAS	INSC (t-1)	ONZE DUMMYS					
INSCRIÇÕES	7,214 18,315	-0,151 -3,864	- -	- -	- -	0,003 1,566	0,194 5,279	0,320 19,844	- -	- -	0,969	0,831	-	423,7	0,969
INSCRIÇÕES	0,4062 1,4947	-0,036 -3,274	- -	- -	- -	0,0009 1,977	0,026 2,270	0,0123 1,0135	0,9339 27,117	- -	0,998	2,073	-0,297	5012,0	0,997
INSCRIÇÕES	0,2014 1,107	-0,030 -3,255	- -	- -	- -	0,0009 1,9604	0,0175 2,2679	- -	0,9665 79,884	- -	0,998	2,002	-0,009	6260,6	0,997
INSCRIÇÕES	0,223 0,406	-0,030 -2,839	-0,0007 -0,0417	- -	- -	0,0009 1,8612	0,017 2,084	- -	0,966 76,098	- -	0,998	2,000	-0,0013	4918,6	0,997
INSCRIÇÕES	0,312 1,5517	-0,028 -2,994	- -	-0,0022 -1,258	- -	0,0004 0,756	0,0152 1,9289	- -	0,9613 75,4119	- -	0,998	2,016	-0,0636	5061,9	0,997
INSCRIÇÕES	0,2168 0,7248	-0,0306 -2,117	- -	- -	- -	0,0008 1,4301	0,0133 0,9578	-0,001 -0,0692	0,9683 24,1881	S S	0,998	1,922	0,33	1479,3	0,997
INSCRIÇÕES	0,3895 1,4156	-0,0358 -3,1651	- -	- -	0,0057 0,553	0,0009 1,9661	0,0273 2,3163	0,014 1,1128	0,9313 26,637	- -	0,998	2,0891	-0,32	4122,9	0,997
INSCRIÇÕES	0,2326 1,207	-0,031 -2,733	- -	- -	- -	0,0008 1,4448	0,014 1,698	- -	0,9657 75,628	S S	0,998	1,932	0,278	1613,7	0,997

(*) para k-1 e n-k graus de liberdade, sendo n igual a 60 e k igual ao número de parâmetros estimados.

Nesta tabela, pode ser observado que a inclusão da defasagem da variável dependente, tornou não significativa a variável número de localidades atendidas. Todavia, os resultados da estatística de Durbin-Watson e do teste H, indicam que o problema de autocorrelação dos resíduos foi resolvido.

A obtenção de estimativas do coeficiente da variável endógena defasada, com valores próximos de um, nas diversas equações testadas, indica que a demanda desejada por terminais responde lentamente a alterações nas demais variáveis; ou seja, a ocorrência de uma alteração, por exemplo, no valor das tarifas em um determinado mês, produziria efeitos muito fracos no próprio mês, tornando-se mais efetivas tais influências nos meses seguintes.

Os coeficientes das variáveis ICM e empréstimos bancários, as sumiram sinais contrários aos esperados, além do que, a estatística t da variável IPI, apresentou valores relativamente baixos, em alguns casos, enquanto que, em outros, os sinais dos coeficientes foram também negativos.

Nas equações onde estas três variáveis foram omitidas, o coeficiente de determinação, bem como, a estatística de Durbin-Watson e o teste H não foram comprometidos, desde que incluída a variável defasada das inscrições no conjunto das variáveis explicativas. Por isto selecionamos a terceira equação como aquela que apresentou os melhores resultados.

3.3 Estoque de Terminais Ativados na Rede

Considerando a hipótese apresentada anteriormente de que a variação física do número de terminais ativados em um determinado mês é uma função das variações líquidas das inscrições, ocorridas no próprio mês e em meses anteriores:

$$KE_t - KE_{t-1} = f(KD_t - KD_{t-1}, \dots, KD_{t-n} - KD_{t-n-1})$$

onde:

KE = estoque de terminais ativados

KD = demanda desejada de terminais

Para a obtenção dos coeficientes desta equação, adotamos o método para tratamento de defasagens desenvolvido por Almon. Além disso, tornou-se necessário que utilizássemos o artifício de eliminar o termo constante, permitindo assim que o somatório dos coeficientes obtidos se igualassem à unidade. Utilizamos a seguinte equação:

$$KE_t - KE_{t-1} = a_1 Z_{1t} + a_2 Z_{2t} + a_3 Z_{3t} + a_4 Z_{4t} + a_5 Z_{5t} + e_t$$

onde: $Z_{nt} = \sum_{i=0}^k i^{n-1} X_{t-i}$, sendo $n = 1, 2, 3, 4, 5$

$$X_{t-1} = (KD_{t-1} - KD_{t-1-1})$$

Sendo os coeficientes da equação original obtidos pela seguinte fórmula:

$$b_i = a_1 + a_2 i^1 + a_3 i^2 + a_4 i^3 + a_5 i^4$$

A tabela seguinte apresenta os resultados obtidos nos testes realizados para um período entre Abril de 1980 e Março de 1985, adicionados dos respectivos "lags" utilizados.

Tabela 5
FLUXO DAS ATIVAÇÕES DE TERMINAIS

VARIÁVEL INDEPENDENTE	VARIÁVEIS EXPLICATIVAS							NÚMERO DE LAGS	SOMA DOS COEFIC.	R ²	D.W	R ² AJUSTADO
	CONSTANTE	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	ONZE DUMMYS					
KE _t - KE _{t-1}	-	0,432 4,492	-3,787 -2,92	10,56 2,12	-11,75 1,61	4,66 1,30	- -	24	1,029	0,865	1,15	0,855
KE _t - KE _{t-1}	-	0,374 4,732	-3,765 -3,343	12,03 2,702	-15,178 -2,309	6,66 2,06	- -	30	1,053	0,885	1,24	0,877
KE _t - KE _{t-1}	-	0,279 5,116	-3,038 -3,994	10,652 3,578	-14,612 -3,336	6,883 3,192	- -	36	1,05	0,905	1,507	0,898
KE _t - KE _{t-1}	-	0,201 3,418	-2,285 -2,833	8,243 2,594	-11,54 -2,44	5,507 2,342	S S	36	0,649	0,936	1,758	0,914

Observa-se, na tabela anterior, que a introdução de onze dummies impede que a soma dos coeficientes da equação original seja igual à unidade. Por outro lado, a equação que utiliza 36 lagas para um polinômio do quarto grau, foi a que apresentou os melhores resultados.

Não nos foi possível realizar testes com polinômios de grau superior a quatro, tendo em vista um mal condicionamento das matrizes no processo de cálculo.

3.4 Teste de Modelo Recursivo

Conforme analisado anteriormente, as equações que compõem nosso modelo formam um sistema recursivo, uma vez que o curso das influências entre as equações é unidirecional. Tal fato nos permite utilizar o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários para todas as equações, uma vez que os termos de perturbação destas, são "não correlacionados" para o mesmo período.

Com base nas equações selecionadas nas tabelas anteriores, realizamos algumas simulações com o modelo como um todo. Sendo assim, os valores estimados das variáveis dependentes, foram comparados com os respectivos valores observados no período analisado. Neste item apresentaremos o quadro resumo das estatísticas referentes a cada equação, que estão expressas nas tabelas a seguir.

Tabela 6
RESUMO DAS ESTATÍSTICAS
EQUAÇÃO DE PULSOS TOTAIS

	VALOR (*) OBSERVADO	VALOR (*) ESTIMADO	ERRO ESTIMAÇÃO	ERRO PERCENTUAL
Média	19,319	19,328	0,0089	0,047
Desvio Padrão	0,327	0,326	0,038	0,197

(*) Valores em Logaritmos.

Tabela 7
RESUMO DAS ESTATÍSTICAS
EQUAÇÃO DE PULSOS POR TERMINAL

	VALOR (*) OBSERVAÇÃO	VALOR(*) ESTIMADO	ERRO DE ESTIMAÇÃO	ERRO PERCENTUAL
Média	8,556	8,562	0,005	0,063
Desvio Padrão	0,119	0,119	0,032	0,375

(*) Valores em Logaritmos.

Tabela 8
RESUMO DAS ESTATÍSTICAS
EQUAÇÃO DE DEMANDA DESEJADA POR TERMINAIS

	VALOR (*) OBSERVADO	VALOR(*) ESTIMADO	ERRO DE ESTIMAÇÃO	ERRO PERCENTUAL
Média	11,028	11,028	0,0004	0,004
Desvio Padrão	0,128	0,127	0,013	0,118

(*) Valor em Logaritmos.

Tabela 9
RESUMO DAS ESTATÍSTICAS
EQUAÇÃO DO FLUXO DE ATIVAÇÕES DE TERMINAIS

	VALOR OBSERVADO	VALOR ESTIMADO	ERRO DE ESTIMAÇÃO	ERRO PERCENTUAL
Média	48.252,2	48.356,2	104,3	0,308
Desvio Padrão	10.432,7	10.165,7	898,4	1,6111

Podemos observar que os resultados expressos nos quadros anteriores indicam que o erro percentual médio obtido foi inferior a 1% nas quatro equações do modelo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados apresentados nos itens anteriores, podemos concluir que os usuários do serviço de telex nacional, quando tomados em termos agregados, são muito pouco sensíveis a variações nos preços e tarifas relativas ao serviço. Isto deve-se ao fato de que a elasticidade estimada para a equação do tráfego total de mensagens, com relação ao preço do serviço é de -0,64, enquanto que a elasticidade estimada para a equação do tráfego por terminal, com relação à mesma variável, é de -0,54. Outro fato importante registrado na equação de pulsos por terminal é que a obtenção de um coeficiente com sinal positivo para a variável número de terminais indica que o tráfego médio por terminal aumenta à medida que a rede cresce.

De uma maneira geral, pode-se concluir que todas as mudanças na mecânica tarifária, que por ventura venham a provocar aumentos no valor real cobrado pelo serviço, resultariam em variações positivas nos níveis de receita, uma vez que a redução no tráfego seria menos do que proporcional ao aumento efetuado nas tarifas.

BIBLIOGRAFIA

- BARBOSA, F.H. Microeconomia: teoria, modelos econométricos e aplicações à economia brasileira. IPEA, 1985.
- BECKER, G. Economic theory - Alfred Knopf New York - 1971.
- CARTTER, A. Theory of wages and employment - Home Wood - 1959.
- DAVIS, B.E. & CHAUDRY. An econometric planning model for the American telephone and telegraph company - Model of ATT - 1975.
- FERREIRA, J.L.N. A estrutura tarifária sob regime de monopólio em telecomunicações - EMBRATEL - COM .3 - 1979.
- HARBERGER, A.C. Marginal cost pricing and social investment criteria for electricity undertaking - UNIVERSITY OF CHICAGO, 1964.
- HARBERGER, A. & ANDREATTA, N. A note on the economic principles of electricity pricing. Applied Economics Papers, march, 1963.
- JORGENSON, D.W. Econometric studies of investment behavior a survey - Journal of Economic Literature, 1971.
- MITCHELL, Bridger. Optimal pricing of local telephone service. The American Economic Review - September, 1978.
- PACEY, P. & SINGELL, L. Local measured Telephone Service in the USA - Telecommunications Policy - September, 1984.
- ROBINSON, J. The economics of imperfect competition - Londres, Macmillan, 1933.
- RUSSEL, R.R. On the demand curve for a factor of production. American Economic Review - september - 1984.
- SCHULTZ, H. The theory and measurements of demand - UNIVERSITY OF CHICAGO - 1938.
- STIGLER, G. Theory of price. Macmillan, New York, 1966.