ISSN -

CONCEPÇÃO DE UM SISTEMA DE ÍNDICES DE CUSTO COM BASE EM UM MODELO DE OTIMIZAÇÃO LINEAR

Gerardo Estellita Lins
(*In memorian*)

Saul Fuks
COPPE/UFRJ

Marcos Estellita Lins
COPPE/UFRJ

Resumo

Este trabalho apresenta uma proposição para formulação de índices de custo, que incorpora os efeitos de evolução tecnológica, sazonalidade da oferta e mudanças nos hábitos de consumo. Estes índices poderão fornecer uma melhor aproximação da evolução do bem estar econômico da população e revelar vieses existentes com a atual metodologia baseada em cestas fixas de preços.

Palavras-chave: Índices de preço, funções de utilidade, programação linear;

Abstract

This work presents a new proposal for cost indexes formulation which incorporates technological evolution, production seazonality and consumption habits changing effects. These indexes can produce better estimates of economic welfare evolution for a given population and reveal existent biases due to present methodology based in fixed quantities and prices.

Keywords: Price indexes, utility function, linear programming;

1. Introdução

Este trabalho tomou como base os estudos do Prof. Eichhorn e seus discípulos, [4], [5], [6], [7], os quais desenvolveram uma teoria matemática da indexação. Utilizamos os resultados que obtiveram, considerando a sua aplicabilidade ao estudo de um problema real enfrentado pelo IBGE: o cálculo do índice de custo de vida a partir de uma cesta básica de bens $(q_1, q_2, \ldots, q_n)$ onde q_i representa certa quantidade do bem i. Esta cesta é mantida fixa, apesar das mudanças nas tecnologias, na distribuição de renda, bem como nos gastos e hábitos individuais de consumo. A metodologia aqui apresentada permite incorporar tais mudanças no cálculo do referido índice.

É usual considerar-se índices estatísticos de preço e quantidade como funções satisfazendo a um conjunto de axiomas que representam propriedades desejadas, coerentes com o tipo de informação procurada.

Índices de preço normalmente mostram a evolução dos preços de uma fixada cesta de "inputs" entre duas datas. Se esta cesta representa o conjunto de bens necessários para a obtenção de certo "output" na data inicial, ela pode não ter a mesma significância na data final, devido ao fato da produtividade relativa de alguns "inputs" ter sofrido variações no tempo causadas pela evolução tecnológica, pela sazonalidade das ofertas ou mudança de hábitos de consumo.

2. Objetivos

Propomo-nos a desenvolver uma axiomática de índices de custo semelhante à axiomática de índices de preços, mas essencialmente diferente pelas seguintes razões:

a) Os índices de custo devem representar a evolução do custo de produtos utilizados na satisfação de necessidades específicas. Interessa-nos, portanto, a satisfação dos "outputs".

   Os produtos físicos ou a satisfação de necessidades não serão definidos através de uma cesta de "inputs", mas serão condicionadas à satisfação de níveis de utilidade (pré-fixados ou definidos por limites inferiores).

b) O conjunto de axiomas adequados à definição de índices de custo é diferente do conjunto de axiomas para índices de preços. Veremos que, por exemplo, nem a propriedade de identidade nem a de proporcionalidade são desejáveis quando se trata de índices de custos.

c) A composição dos "inputs" dos índices de custo deve poder variar a cada período, dependendo da função utilidade válida no período e da aplicação do critério para atualizar os "inputs" relativos à cesta de bens. A função utilidade variará de acordo com a evolução tecnológica, a oferta sazonal (ou seja, com a disponibilidade ocasional dos componentes dos "inputs") e com fatores psicológicos ou sociais que podem alterar os hábitos de consumo.

O critério de atualização dos "inputs" de cesta de bens (por exemplo, o menor preço global) conduzirá a uma escolha entre múltiplas alternativas que satisfaçam às condições relativas aos níveis de utilidade. Esta escolha dependerá das conjunturas de mercado (preço dos diferentes componentes dos "inputs").

3. Índices de custo - definição

A definição de um índice de custo é feita através de uma função que satisfaz a um conjunto de axiomas (conforme Allen[1] e Fischer [8]) :

$$F: R^{2n}_{++} \, x \, R^{2n}_{+} \rightarrow R_{++}$$
$$\left[q^{a}, p^{a}, q^{b}, p^{b}\right] \rightarrow F\left[q^{a}, p^{a}, q^{b}, p^{b}\right] \tag{1}$$

onde $q^a \geq 0, q^b \geq 0, p^a \geq 0$ e $p^b > 0$, $q^a = \left[q_1^a, q_2^a, \ldots, q_i^a, \ldots, q_n^a\right]$ é um vetor de quantidades de "inputs" **i** na data **a** e q^b é um vetor de quantidade dos mesmos "inputs" na data **b**; $p^a = \left(p_1^a, p_2^a, \ldots, p_n^a\right)$ e p^b são vetores de preços dos "inputs" nas datas **a** e **b.**

Os axiomas a que devem satisfazer os índices de custo são os seguintes:

i) Axioma dimensional de preço

$$F\left[q^a, \lambda p^a, q^b, \lambda p^b\right] = F\left[q^a, p^a, q^b, p^b\right], \lambda \in \mathrm{R}_{++} \tag{2}$$

ii) Axioma de comensurabilidade

Para $\lambda_i \in \mathrm{R}_{++}, \forall_i$

$$\left[\frac{q_i^a}{\lambda_i}, \lambda_i p_i^a, \frac{q_i^b}{\lambda_i}, \lambda_i p_i^b\right] = F\left[q^a, p^a, q^b, p^b\right] \tag{3}$$

onde $\dfrac{q_i^a}{\lambda_i} = \dfrac{q_1^a}{\lambda_1}, \dfrac{q_2^a}{\lambda_2}, \ldots$ e $\lambda_i p_i^a = \lambda_1 p_1^a, \lambda_2 p_2^a, \ldots$

iii) Axioma da homogeneidade linear

$$F\left[q^a, p^a, q^b, \lambda p^b\right] = \lambda . F\left[q^a, p^a, q^b, p^b\right] \forall \; \lambda \in \mathrm{R}_{++} \tag{4}$$

iv) Axioma da Identidade restrita

$$F\left(q^a, p^a, q^a, p^a\right) = 1 \tag{5}$$

v) Axioma da monotonicidade

$$F\left[q^a, p^a, q^b, p^b\right] \geq F\left[q^a, p^a, q^b, p^b_*\right] \; se \; \mathrm{p}^b \geq p^b_* \tag{6}$$

$$F\left[q^a, p^a, q^b, p^b\right] \leq F\left[q^a, p^a, q^b, p^b_*\right] \; se \; \mathrm{p}^b \leq p^b_*$$

Observação: é excluído o axioma da identidade: Achamos que a propriedade da identidade não é desejável, por isso não a incluímos entre os axiomas.

Sua expressão seria
$$F\left(q^{a}, p^{a}, q^{b}, p^{b}\right) = 1 \tag{7}$$

A razão para isso é que queremos construir um índice capaz de medir a evolução do custo (do produto) ou da satisfação de uma necessidade entre duas datas. De fato a evolução tecnológica, por exemplo, entre a 1ª e 2ª etapas, pode economizar alguns elementos do "input" na obtenção do mesmo produto.

Neste caso, se os preços permanecerem constantes, o índice de custos (do mesmo modo que o custo) deve apresentar uma redução e $F\left(q^{a}, p^{a}, q^{b}, p^{a}\right) < 1$. Consequentemente a propriedade de proporcionalidade expressa por

$$F\left[q^{a}, p^{a}, q^{b}, \lambda p^{b}\right] = \lambda \tag{8}$$

também não pode ser aceita como axioma.

4. Propriedades dos índices de custo

As seguintes propriedades são desejáveis, porém não obrigatórias aos índices de custo, segundo Lins (12) :

i) Circularidade

$$F\left(q^{a}, p^{a}, q^{b}, p^{b}\right) \times F\left(q^{b}, p^{b}, q^{c}, p^{c}\right) = F\left(q^{a}, p^{a}, q^{c}, p^{c}\right) \tag{9}$$

ii) Determinação generalizada

A função F assume um valor determinado finito e positivo para quaisquer valores dos argumentos.

iii) Continuidade

A função F é contínua em todo o seu domínio.

iv) Derivabilidade

A função F deve ser derivável em relação a cada uma de suas variáveis, ou admitir derivadas diferentes a esquerda e a direita, mas únicas.

v) Simetria

Em relação a todos os elementos do input, a permutação dos mesmos não afeta o valor da função.

5. Proposição do uso de uma função utilidade

Para atingir o objetivo proposto, devemos escolher como índice de custo uma função de preços e quantidades dos inputs **i** em duas datas **a** e **b**, satisfazendo à definição e aos axiomas desejáveis: $F\left[q^q, p^a, q^b, p^b\right]$, escolher uma função utilidade, uni ou multidimensional, $U^t = \varphi\left(q^t\right)$ e estabelecer um critério para obter q^t, envolvendo a função utilidade, de modo a assegurar que o vetor quantidade satisfaz a determinado nível de utilidade N (arbitrado)

$$U^t = \varphi\left(\mathrm{Q}^t\right) \geq \mathrm{N} \quad \text{ou} \quad U^t = \varphi\left(\mathrm{Q}^t\right) = \mathrm{N} \tag{10}$$

O índice de custo aqui proposto, será obtido como uma função m-dimensional , segundo Lins [12]:

$$F\left(q^a, p^a, q^b, p^b\right) = \frac{q^b \cdot p^b}{q^a \cdot p^a} \tag{11}$$

onde o produto dos vetores q^t e p^t em qualquer data é obtido a partir da solução de um problema de programação linear, formulado a seguir:

Adota-se uma função utilidade m-dimensional $\left[U^t\right] = \left[\mathrm{C}^t\right] \times \left[\mathrm{Q}^t\right]$ onde $\left[C^t\right]$ é a matriz de coeficientes tecnológicos (muda de acordo com o desenvolvimento tecnológico), e $\left[U^t\right]$ será um vetor, onde cada elemento é uma combinação linear de diferentes quantidades q_i^t.

O critério para estabelecimento de q^t a cada período é o seguinte :

$q^t = \left[q_i^t, q_2^t, \ldots, q_i^t, \ldots, q_n^t\right]$ deve minimizar o custo total $p^t \times q^t$ satisfazendo ao conjunto de restrições da forma $U^t = \varphi\left(q^t\right) \geq N, q^t \geq 0, p^t \geq 0$ onde N é o limite inferior de satisfação de necessidades e também $\left[S^t\right].\left[q^t\right] \geq \left[K^t\right]$, onde $[S^t]$ reflete características de hábitos, que são subjetivas e variam com o tempo.

Ou seja

$$\begin{bmatrix} C^t \\ S^t \end{bmatrix} \times \left[q^t\right] \geq \begin{bmatrix} \mathrm{N} \\ \mathrm{K}^t \end{bmatrix} \tag{12}$$

Desta forma:

A atualização da matriz de coeficientes tecnológicos C^t atualiza o conjunto de elementos que compõe o índice, e garante a atualização tecnológica.

A estabilidade de N, no tempo, garante a manutenção do nível de utilidade.

A sazonalidade e a eventual falta de componentes de "input" reflete-se na alteração do preço p_i^t, influenciando a escolha de q_i^t.

6. Concepção de um sistema de índices de custo de vida

Consideremos um conjunto de necessidades no campo de nutrição, vestuário, habitação, transporte, saúde, educação, lazer, etc. a serem supridos por itens de consumo ("inputs") i . Cada item i participa na oferta de certa necessidade μ, de acordo com o coeficiente de proporcionalidade $\mathrm{C}^t_{\mu,i}$. Esta participação é cumulativa, isto é, a participação de i na satisfação de determinada necessidade μ não interfere na sua participação em outra necessidade.

Os coeficientes $C^t_{\mu,i}$ variam com o tempo t, de acordo a evolução tecnológica e o desenvolvimento dos produtos usados como "inputs" no sistema. Por exemplo, uma necessidade básica no campo de nutrição, como a proteína, pode ser suprida por diferentes alimentos disponíveis ("inputs"). A composição em nutrientes destes alimentos pode modificar-se com o uso da biotecnologia. Novos tipos de alimentos podem ser industrializados ou comercializados ou novas variedades de vegetais e animais podem ser desenvolvidos, adicionando novos elementos de "inputs" disponíveis ao conjunto anterior, e alterando a matriz $[C^t]$, composta dos coeficientes $C^t_{\mu,i}$. Cada coluna da matriz $[C^t]$, composta dos coeficientes $C^t_{\mu,i}$ corresponde a um elemento de "input" i , e cada linha corresponde a uma necessidade básica μ.

Se considerarmos, agora, a função utilidade

$$U^t : R^j_+ \to R^\mu_+$$

$$\left(q_1, q_2, \ldots, q_i, \ldots, q_j \to U^t_1, U^t_2, \ldots, U^t_i, \ldots, U^t_\mu\right), \tag{13}$$

cada componente U^t_μ representa a quantificação da satisfação de uma necessidade μ. Esta pode ser considerada, como todo modelo linear, uma aproximação válida dentro de certos limites, dada por:

$$U^t_\mu = \sum_i C^t_{\mu,i} \cdot q_i \qquad \text{ou} \qquad \left[U^t\right] = \left[C^t\right] \cdot \left[q^t\right] \tag{14}$$

Isto é, a função utilidade será igual ao produto da matriz de coeficientes pelo vetor quantidade. Para determinar o vetor q^t que comporá o índice, formulamos o seguinte problema de programação linear:

O primeiro conjunto de restrições $\left[U^t\right] = \left[C^t\right] \cdot \left[q^t\right] \geq \left[\mathrm{N}\right]$ (15)

onde $[N] = [N_1, N_2, \ldots, N_{1\mu}, \ldots, N_n]$ corresponde ao nível mínimo de satisfação das necessidades.

O segundo conjunto de restrições: $\left[S^t\right] \times \left[q^t\right] \geq \left[K^t\right]$ (16)

corresponde ao atendimento das necessidades subjetivas correspondentes a preferências e hábitos.

Desejamos minimizar o preço da cesta de bens, dada por $p^t \times q^t$. O problema de programação linear consiste, portanto, em:

$$\text{Min } Z = p^t \times q^t$$

$$\text{tal que} \begin{bmatrix} C^t \\ S^t \end{bmatrix} \times \left[q^t\right] \geq \begin{bmatrix} \mathrm{N} \\ \mathrm{K}^t \end{bmatrix} \tag{17}$$

onde N independe do tempo e K^t depende do tempo (considera tendências, ciclos e sazonalidade).

7. Aplicação ao custo de vida: um exemplo simplificado

Para fins de ilustração, apresentamos a seguir um exemplo de aplicação do índice de custos proposto em comparação a um índice de preços (Laspeyres) tomando-se como base um pequeno conjunto de insumos do setor de alimentação.

Não foi incorporada a variação da composição dos "inputs" i dos índices de custo propostos a cada período $C^t_{\mu,i}$ de acordo com a evolução tecnológica, a oferta sazonal, assim como dos fatores psicológicos ou sociais $S^t_{\mu,i}$ que podem alterar os hábitos de consumo. Considerou-se apenas a possibilidade de mudança dos níveis de utilidade em função da variação dos preços dos "inputs" p^t_i, relativos a uma cesta de produtos no setor de nutrição composto de seis itens. Vamos admitir que apenas três dos seis itens participam do cálculo do índice. Na verdade, a escolha da quantidade e a seleção dos itens faz parte do processo de modelagem no método aqui proposto. São os seguintes os pesos atribuídos aos itens:

	feijão	soja	lentilha	ervilha	trigo	milho
pesos	0	1,428571	2,857143	0	0	1,428571

Supomos as necessidades [N] caracterizadas apenas pelos nutrientes vitamina, proteína e sais minerais, excluindo-se questões de gosto ([K^t]). Seja, por exemplo, [N]= [20 20 20].

A matriz de coeficientes $C_{\mu,i}$ da tabela abaixo representa a composição hipotética, em unidades de nutrientes, de cada item de consumo:

	feijão	soja	lentilha	ervilha	trigo	milho
vitamina	1	2	3	4	5	6
proteína	6	5	4	3	2	1
sais minerais	5	6	2	5	3	4

As variações de preço poderão afetar as quantidades / pesos dos itens componentes da cesta.

Suponhamos que os preços p_i, em R$, dos itens nos anos zero, t e t' tenham sido os seguintes:

	feijão	soja	lentilha	ervilha	trigo	milho
ano zero	1	1	1	1	1	1
ano t	1	1,1	1,2	1,3	2	1,5
ano t'	1,5	2	1,3	1,2	1,1	1

As quantidades de alimentos utilizadas no cálculo do índice de preços de Laspeyres não se alteram nos anos zero, t e t'. No caso do índice aqui proposto, são as necessidades mínimas de nutrientes (vitaminas, proteínas e sais minerais) a serem consumidos por uma família, que não se alteram. As quantidades de alimentos são determinadas de forma a permitir substituições entre alimentos, mantendo o mesmo nível de satisfação (no caso, apenas através de nutrientes).

Observa-se nos resultados da tabela abaixo que a a variação de preços simulada para o ano t não acarretou diferenças entre os dois índices, uma vez que não houve alteração na cesta de produtos adotada para composição do índice de custos proposto: soja, lentilha e milho. Entretanto, a oscilação de preços simulada para o ano t' fez com que ocorresse uma alteração da cesta, resultante do modelo de otimização adotado, substituindo-se a soja pelo feijão. Ao contrário do índice de Laspeyres, não houve variação do índice proposto entre os anos t e t'. Isto porque este índice não altera-se sempre que o preço de um alimentos muda, mas sim quando o preço que é necessário pagar pela quantidade mínima de nutrientes (preço-sombra) altera-se. Incorpora, portanto, relações e critérios de substituição entre itens de consumo.

Faz sentido determinar, então, a partir dos preços sombra dos nutrientes, e da composição de cada alimento da cesta, o preço máximo (custo de oportunidade) acima do qual cada item deixará de integrar a cesta. Assim também, dada a composição de outro item que não integra a cesta, haverá um preço abaixo do qual este deverá participar da composição da mesma.

		Índice de Laspeyres		Índice de custos proposto	
	quantid.	quantid. q_i		quantid. q_i	
	ano zero	ano t	ano t'	ano t	ano t'
feijão	0,00	0,00	0,00	0,00	1,54
soja	1,43	1,43	1,43	1,43	0,00
lentilha	2,86	2,86	2,86	2,86	2,20
ervilha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
milho	1,43	1,43	1,43	1,43	1,98
Σp_i x q_i	**5,71**	**7,14**	**8,00**	**7,14**	**7,14**
índice	**1,00**	**1,25**	**1,40**	**1,25**	**1,25**

Seria possível acrescentar a modelagem dos hábitos ou preferências através de ponderações sobre um grupo de alimentos considerados substituíveis entre si, contanto que pelo menos um deles seja utilizado na alimentação familiar em cada grupo. O número de restrições sobre os nutrientes e hábitos irá determinar o número de produtos a serem considerados na cesta. Finalmente, vale ressaltar que poderiam ser estabelecidas também restrições sobre as quantidades máximas de determinado item, disponíveis para consumo, na composição da cesta.

8. Aplicação a um índice de construção civil: o sinapi

O método proposto foi parcialmente aplicado por Lins [10],[11] ao SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices de Construção Civil, criado em 1969 pela equipe do BNH [2], e atualmente gerenciado pela Caixa Econômica Federal [3] e pelo IBGE.

O índice SINAPI, a nível de cada Unidade Geográfica de Informação (UGI) U, da data t em relação à data t_0 é dado pela relação entre os custos médios de construção CMU entre estas duas datas:

ISU(U,t, t_0) = CMU(U, t) / CMU(U, t_0)

O custo médio da construção a nível de UGI é dado pela média ponderada dos custos de projetos-padrões CPPU (custos unitários, por metro quadrado de construção, de projetos associados a padrões de acabamento P_p), considerando-se como pesos os coeficientes de incidência CIU de cada projeto-padrão na UGI:

$$CMU(U,t) = \sum_{P_p} CPPU(U,P_p,t).(CIU(U,P_p))$$

O custo unitário de um projeto-padrão, por sua vez, é dado por uma combinação linear dos custos unitários dos diversos serviços de construção neste padrão CS_p (pisos, paredes, janelas, instalações, etc.), através dos coeficientes expressos como um vetor de quantidades de serviços QSP:

$$CPPU(U,P_p,t) = \sum_{S_p} QSP(P_p,S_p).CS_p(U,S_p,t)$$

Finalmente, o custo unitário de cada serviço de construção em determinado padrão de acabamento é dado por uma combinação linear dos preços dos insumos componentes, sendo que os coeficientes representam os coeficientes técnicos segundo os quais cada insumo participa da composição do serviço.

Esta composição linear de preços de insumos representa a composição orçamentária da unidade de serviço. Contudo, um mesmo serviço, em um mesmo padrão de acabamento, pode ser executado segundo diferentes especificações alternativas. Por exemplo, os pisos de salas em padrão alto poderiam ser especificados em mármore, em parquet ou em frizos. A cada especificação α corresponderia uma composição k (S_p , α, i), referente à participação de cada insumo i em um serviço S_p de padrão p. Apresentam-se, portanto, composições alternativas correspondentes às especificações alternativas

O custo da unidade de serviço S no padrão p, na UGI U, na data t, segundo a especificação alternativa α, é dado pela atribuição dos preços dos insumos componentes PI (U, t, i):

$$\sum_i k(S_p,\alpha,i).PI(U,t,i).$$

A implementação feita até o momento, do modelo de otimização linear ao SINAPI consistiu em considerar as diferentes composições alternativas para a execução de cada serviço e padrão de acabamento, calcular os custos unitários e escolher a alternativa de menor custo para a composição do índice. Assim, o custo unitário do serviço S_p , em padrão p, na UGI U na data t será:

$$CS_p(U,S_p,t) = MIN \sum_i k(S_p,\alpha,i).PI(U,t,i), \text{ variando-se } \alpha.$$

A escolha da especificação de um serviço em um padrão de acabamento pode recair em diferentes alternativas, em diferentes UGI, e pode, em uma mesma UGI, mudar de uma data para outra.

No sistema de índices de custo de vida cada elemento de insumo pode atender cumulativamente a mais de uma necessidade - um alimento, por exemplo, satisfaz a necessidades de vitamina A, proteínas e glicídios. No sistema de índices de construção civil, o elemento de insumo incluído na composição do serviço S_p de padrão p atua exclusivamente nesse atendimento - os tubos de PVC ou aço galvanizado, por exemplo, são insumos de diferentes composições alternativas destinadas a satisfazer a necessidade de água fria, a um nível de atendimento de 5 pontos. Por este motivo, a matriz de coeficientes de atendimento [C^t] relaciona cada necessidade (paredes e telhado para proteção do frio e da chuva, instalações de água e esgôto para prover saneamento, iluminação, ventilação ou água, por exemplo), representada por uma unidade de serviço, com as especificações alternativas capazes de atendê-la. É uma matriz com elementos zero e um. Multiplicada pelas quantidades de serviços q^t (das composições alternativas), deve satisfazer às necessidades em seu nível mínimo N

(vetor que especifica as necessidades residenciais tais como: 7 pontos de luz, 50 metros quadrados de piso, etc.). As quantidades q^t serão determinadas pelo problema de otimização Min $Z = p^t \times q^t$ tal que $\left[U^t\right] = \left[C^t\right] \times \left[q^t\right] \geq N$.

Cabe observar ainda que a busca da solução ótima no caso do SINAPI foi bastante simplificada pelo fato de que o conjunto de soluções viáveis candidatas a ótima não é um conjunto convexo, mas um número finito de soluções discretas especificadas pelas composições de insumos em cada serviço .

Na aplicação ao SINAPI constatou-se a ocorrência de diferentes cestas de insumos entre localidades distintas, com automática adaptação às conveniências econômicas locais. Bem mais rara é a mudança no tempo da cesta adotada para uma mesma UGI, e quando isto ocorre, verifica-se a proximidade dos custos entre as duas alternativas: a substituída e a substituta.

A minimização do custo de produção da construção, fixada a utilidade, adequa a composiçao às oscilações de preços dos elementos de insumo.

9. Conclusões

Conforme proposto no presente artigo, para obtermos o índice de custo de vida, que indique a sua evolução entre as datas a e b, devemos resolver um problema de programação linear em cada data. Com a minimização do valor da função objetivo nestas datas obteremos as soluções ótimas:

- na data a: $Z^a = p^a.q^a$
- na data b: $Z^b = p^b.q^b$

O índice será dado pela razão entre estes ótimos:

$$F\ (q^a, p^a, q^b, p^b) = \frac{p^b.q^b}{p^a.q^a} \tag{18}$$

Os limites inferiores de satisfação das necessidades, N, que são considerados como constantes, asseguram que o índice mede a evolução do custo de um produto com utilidade efetiva constante. Estes limites devem ser adequados a uma classe específica de famílias (sócio-econômica).

A atualização do conjunto de elementos “inputs” e dos coeficientes de satisfação $C^t{}_{\mu,i}$ asseguram a adequação da evolução tecnológica. As restrições relativas aos limites das quantidades do segundo conjunto de restrições levam em conta as condições de hábitos de consumo.

A minimização do custo total de uma cesta de bens torna adequada a composição de q^t às condições sazonais e de eventural carência de determinados itens. Identicamente, a análise de sensibilidade relativa a matriz S^t pode sugerir a indução de pequenas mudanças dos hábitos e permitir a satisfação de níveis de utilidade com custos menores.

A aplicação ao caso do SINAPI ilustra a possibilidade de mudança temporal e principalmente regional na cesta de insumos , pois considera as soluções alternativas capazes de satisfazer à demanda individual por serviços que atendem a cada necessidade dentro de um determinado padrão de acabamento.

Referências bibliográficas

[1] Allen, R.G.D. (1975). Index Numbers in Theory and Practice, Aldino Publishing Company, Chicago.

[2] BNH - DEPEA (Departamento de Pesquisa Aplicada) (1986). SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - Manual de Utilização, 4ª Edição, Rio de Janeiro.

[3] CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (1996). SINAPI - Pesquisa Nacional De Tipologias Populares - Relatório Sobre Tecnologias Construtivas, Especificações e Composições de Custos.

[4] Eichhorn, W., (1978). What is an Economic Index? An Attempt of an Answer from Theory and Application of Economic Indexes, Physica - Wursburh.

[5] Eichhorn, W., (1978). Functional Equations in Economics, Addison-Wesley Publishing Company - Advanced Book Program Reading, Massachusets.

[6] Eichhorn, W; Voeller, J., Axiomatic Foundation of Price Indexes and Purchasing Power Parities, Price Level Measurement (44 p.).

[7] Eichhorn, W. et al. (1976). "Theory and Applications of Economic Indexes" Proceedings of an International Symposium Held at the University of Karlsruhe (236 p.).

[8] Fisher, I. (1977). The Making of Index Numbers : A study of their Varieties. Tests and Reliability (3rd Edition). The Riverside Press Cambrigde.

[9] Kirsten, J.T. (1978). Números Índices de preços na Construção Civil : Aspectos Metodológicos, Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia e Administração, São Paulo.

[10] Lins, G.E. (1974). Pesquisa de fórmula de índice de custo da construção predial de composição móvel, com adequação às variações de conveniência econômica e de tecnologia. Revista Brasileira de Economia, 28, 75-91.

[11] Lins, G.E. (1980). O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI - Sua Aplicação em Atualizações de Valores. Anais do III Congresso Brasileiro de Avaliações e Perícias, (22pp).

[12] Lins, G.E. (1988), Índices de Custo - Um Enfoque Axiomático. Tese de Doutorado no Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ.

Republicado de Pesquisa Operacional, v.16, n.1, pp.54-65, 1996