

Eixo Temático ET-06-006 - Energia

CONCENTRAÇÃO ENERGÉTICA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE QUÍMICA

Luiz Moreira Coelho Junior¹, Filipe Vanderlei Alencar², Monijany Lins de Góis³,
Levi Pedro Barbosa de Oliveira¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/João Pessoa, Departamento de Engenharia de Energias Renováveis, Paraíba, Brasil; ²Universidade Federal da Paraíba – UFPB/João Pessoa, Engenharia de Energias Renováveis, Paraíba, Brasil; ³Universidade Federal da Paraíba – UFPB/João Pessoa, Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis, Paraíba, Brasil.

RESUMO

A atividade industrial de produtos químicos teve início no século XIX e se tornaram relevantes após a II Guerra Mundial. A indústria química é ergo-intensiva e um setor base para o desenvolvimento econômico. Fabrica diversos produtos tanto para fins industriais (insumos) quanto de uso final. A China é o maior produtor mundial, seguido dos Estados Unidos e Japão. O Brasil é o sétimo maior produtor mundial. Este trabalho investigou o grau de concentração e as mudanças estruturais do uso das fontes energéticas na indústria química brasileira, no período de 1970 a 2013. Os dados utilizados foram obtidos no Balanço Energético Nacional (BEN). As medidas de concentração foram determinadas por meio dos indicadores de Razão de Concentração [$RC(k)$], Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI), Índice de Entropia de Theil (E) e Índice de Hall-Tideman (HTI). A partir das análises realizadas, conclui-se que: A indústria brasileira química apresenta uma alta concentração no uso do $CR(k)$ para as quatro principais fontes energéticas: para 1970 a 2013, a participação média foi de 43,13% para a principal fonte energética e o desvio padrão de 14,85%; entre 1970 e 1978 foi período de maior concentração para a principal fonte energética do setor; Ao longo do tempo, houve uma melhor distribuição entre as quatro fontes energéticas; o HHI refletiu em uma elevada concentração na primeira década do estudo e uma diminuição a partir de 1983, mas permanecendo altamente concentrado o consumo energético; o E , também, mostrou comportamento semelhante; o índice de Gini mostrou uma desigualdade de média a forte; nos períodos de crises econômicas e energéticas apontam uma maior competição entre as fontes do setor.

Palavras-chave: Economia da energia; Matriz energética; Indicadores concentração.

INTRODUÇÃO

A atividade industrial de produtos químicos teve início no século XIX. A fabricação e a distribuição de substâncias químicas sintéticas se tornaram relevantes para o processo industrial após a II Guerra Mundial. O desenvolvimento econômico internacional contribuiu para o crescimento da indústria química, observando a substituição energética com base no carvão por petróleo (BORRELI, 2015).

Em 2013, a China foi a maior produtora mundial do setor químico com um faturamento de US\$ 903 bilhões, seguida pelos Estados Unidos da América, com US\$ 720 bilhões, e Japão, com US\$ 338 bilhões. O Brasil é o sétimo maior produtor mundial, o faturamento líquido, em 2010, foi de US\$ 130,2 bilhões. A indústria química é o segundo maior contribuinte do valor adicionado pela indústria brasileira, sendo um dos mais dinâmicos e complexos segmentos de transformação no país (ABIQUIM- Associação Brasileira de Indústria Química, 2015).

A indústria química é uma indústria ergo-intensiva caracterizada como um setor base para a economia brasileira, fabricando diversos produtos de uso final, como cosméticos, tintas, adubos e produtos farmacêuticos, além dos produtos químicos para fins industriais que servem de insumos para os demais setores. O custo da energia no setor, em geral, representa até 60% do

custo da produção de produtos básicos. No caso da amônia, esta porcentagem atinge 80% (IEA, 2007).

No Brasil, desde 1992, é adotado o Programa de Atuação Responsável, que tem como objetivo a conservação de energia e a proteção ao meio ambiente, esse programa foi intensificado depois das indústrias terem passado pela crise de abastecimento de energia elétrica em 2001, “Crise do apagão”.

Desde a Crise do apagão, nota-se uma mudança na matriz energética da indústria química brasileira, ocorrendo a substituição de óleos combustíveis pelo gás natural. Com isso, há busca por melhorias de eficiência de combustão, gerando menores quantidades de poluentes, principalmente monóxido de carbono, particulados e dióxido de enxofre.

Com o risco de desabastecimento de gás natural pela Bolívia e a limitação na quantidade disponível de gás natural nacional, as empresas reforçaram as ações de economia de consumo em 2005. Por essa razão, também buscaram diversificar as fontes de energia, utilizando combustíveis de fontes renováveis (BAJAY et al., 2010).

Atualmente, a busca por inovações tecnológicas de maior eficiência energética, diminuição dos danos ambientais e diminuição dos custos de produção, tendo em vista que a indústria química é uma indústria intensiva em capital, tecnologia e energia.

OBJETIVO

Este trabalho investigou o grau de concentração e as mudanças estruturais do uso das fontes energéticas na indústria química brasileira, no período de 1970 a 2013.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados utilizados

Os dados utilizados para mensuração da análise de mercado e concentração energética da indústria química brasileira foram obtidos do Balanço Energético Nacional (BEN), em toneladas equivalentes de petróleo (tep), para o período de 1970 a 2013.

Taxa geométrica de crescimento

A fim de decompor os ganhos e perdas de todos as fontes energéticas da indústria química brasileira analisou-se a taxa geométrica de crescimento. Para obter a referida taxa, devem-se seguir os seguintes passos, de acordo com Gujarati (2006):

- a) Fazer regressão não linear com os dados descritos acima, para todos os países, utilizando o modelo

$$Y = Y_0 \cdot e^{b \cdot t} \quad (1)$$

em que,

Y = o parâmetro a ser estimado;

Y_0 = valor do parâmetro a ser estimado no primeiro ano da série histórica (ano 0);

b = o coeficiente da regressão; e

t = expresso em ano.

- b) Aplicar o b encontrado na equação abaixo, na qual se tem o r , que é a taxa geométrica de crescimento em porcentagem:

$$r = (\text{anti}(\text{Ln } b) + 1) \times 100 \quad (2)$$

De posse dos valores das taxas geométricas de crescimento, fez-se uma comparação entre elas para verificar as tendências nos próximos anos.

Medidas de concentração e de desigualdade

As medidas de concentração podem ser classificadas como parciais ou sumárias. Os índices parciais consideram apenas a parte das fontes energéticas que atua na indústria química. Já os índices sumários utilizam dados de todas as fontes energéticas que atuam no mercado.

As razões de concentração são consideradas os exemplos mais importantes de índices parciais. Já os índices de *Hirschman-Herfindal* e *Entropia de Theil* são os que melhor representam os índices sumários. Além desses índices de concentração, existe ainda o *índice de Gini* que é uma medida utilizada para medir a desigualdade, principalmente da renda, mas que pode também ser usado para medir a diferença entre o tamanho e o poder econômico dos países. Os índices usados nesse trabalho são caracterizados a seguir.

Razão de Concentração

Esse índice considera a participação do consumo dos k (sendo $k = 1, 2, \dots, n$) fontes energéticas da indústria química brasileira. Bain (1959) diz que a forma algébrica da razão de concentração é:

$$CR(k) = \sum_{i=1}^k s_i \quad (3)$$

em que,

$CR(k)$ = Razão de concentração de k fontes energéticas;

s_i = *market share*, em porcentagem, da fonte energética i do total consumido total por determinada indústria.

Convencionalmente, utiliza-se o $CR(4)$ e o $CR(8)$ para análise de concentração industrial, pois na medida em que o valor do índice aumenta, eleva-se também o poder de mercado virtual das fontes energéticas.

Índice de Herfindahl-Hirschman

O Índice Herfindahl-Hirschman (HHI), também conhecido como Índice Herfindahl, é uma ferramenta de análise de concentração de mercado proposta de forma independente por Hirschman (1945) e Herfindahl (1950). Em 1964, Hirschman (1964) publicou a obra "*The Paternity of an Index*" que reivindica a posse original do índice.

O HHI mede a concentração industrial utilizando os dados de todos os países, em dada indústria, por meio da expressão:

$$HHI = \sum_{i=1}^n s_i^2 \quad (4)$$

em que,

n = número de fontes energéticas;

s_i = *market share*, em porcentagem, da fonte energética i do total consumido da indústria.

O HHI evidencia os pesos relativos da participação de cada fonte energética. Ao se elevar ao quadrado o *market share* das fontes energéticas, atribui-se um maior peso aos que têm maior participação. Segundo Resende (1994) o limite inferior do índice é $1/n$, situação em que todas as fontes energéticas têm o mesmo tamanho. Já o limite superior do índice é igual a 1, indicando haver uma concentração máxima, quando há uma situação de monopólio.

Para o uso de análises comparativas, quando ocorre uma variação no número de fontes energéticas em dada indústria, Resende (1994) sugeriu um ajuste na fórmula do HHI , da seguinte forma:

$$HHI' = \frac{1}{n-1}(nHHI - 1); n > 1 \quad (5)$$

A utilização dessa equação implica em um intervalo de variação entre 0 e 1 para o *HHI*. Assim, à medida que o índice se afasta de zero maior será a concentração (RESENDE e BOFF, 2002).

Índice de Entropia de Theil (E)

Proposto por Theil(1967), o Índice de *Entropia* foi originalmente formulado para se verificar o conteúdo informacional da mensagem que as firmas transmitiriam, dado o grau de surpresa que as mesmas teriam, diante de certo evento. O índice, porém, pode ser aplicado à economia industrial para medir a concentração das exportações de qualquer setor. A fórmula matemática utilizada para o cálculo da *Entropia* (E) é:

$$E = \sum_{i=1}^n s_i \ln(s_i) \quad (6)$$

em que,

n = número de fontes energéticas;

s_i = *market share*, em porcentagem, da fonte energética i do total consumido da indústria;

\ln = logaritmo neperiano.

O índice de *Entropia* mede o inverso da concentração. Quanto menor o valor do índice mais concentrada são as fontes energéticas. Um número maior de fontes energéticas implica em um valor mais elevado da *Entropia*, dependendo do quão desigual é o tamanho das mesmas. Em situações de monopólio, o valor da *Entropia* é igual a zero, o que significa concentração máxima. Já o limite superior do índice é igual a $\ln(n)$, isto é, as empresas possuem parcelas iguais de mercado e concentração mínima (RESENDE; BOFF, 2002).

De forma análoga ao sugerido para o *HHI*, Resende (1994) sugeriu que, para análises intertemporais, a expressão para o cálculo da *Entropia* seja ajustada da seguinte forma:

$$E' = -\frac{1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^n s_i \ln(s_i) \quad (7)$$

Assim, a entropia passa a variar entre 0, monopólio (concentração máxima), e 1, concorrência perfeita (concentração mínima).

Índice de Hall-Tideman (HTI)

O Índice de Hall-Tideman (*HTI*) é um indicador de desigualdade que considera todos os envolvidos na atividade química incorporando o número do *ranking* às participações de cada um. Pode ser expresso como:

$$HTI = \frac{1}{2 \sum_{i=1}^n (i \cdot s_i) - 1} \quad (8)$$

onde,

i = total individual de cada fonte energética.

s_i = *market share*, em porcentagem, da fonte energética i do total consumido da indústria;

A participação de cada fonte recebe peso igual a sua ordem na apuração do índice e a ênfase passa a ser o número total de fontes energéticas. O intervalo do HTI varia entre $1/n$ e 1 (um), aproximando do limite inferior ($1/n$) para um número de fontes pouco utilizadas (perfeita igualdade) e atingindo 1 (um) no caso do monopólio (desigualdade absoluta).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra a evolução no uso das fontes energéticas da indústria brasileira química, no período de 1970 a 2013. Nesse período a indústria contou com 13 (treze) fontes de geração energética, sendo o óleo combustível, óleo diesel, gás natural e outras fontes secundárias de petróleo, as mais importantes para o setor.

Tabela 1. Evolução do consumo energético, em 10^3 tep, na indústria química brasileira - 1970 a 2013.

FONTES	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2013
Gás natural	3	24	157	265	324	510	1.252	2.159	2.289	2.037
Carvão vapor	0	0	2	168	95	129	78	80	125	152
Lenha	123	105	87	301	218	145	74	50	49	50
Bagaço de cana e outras	0	0	17	37	40	47	154	96	93	91
Óleo diesel	57	56	39	12	23	75	83	133	27	23
Óleo combustível	754	1.383	2.330	1.585	1.588	1.474	1.136	622	233	424
Gás liq. de petróleo	1	3	6	7	9	14	14	21	64	192
Nafta	0	52	33	0	0	0	0	0	0	0
Querosene	0	1	2	1	0	0	2	0	0	0
Gás canalizado	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Eletricidade	227	390	686	1.130	1.145	1.278	1.483	1.814	2.055	1.962
Carvão vegetal	0	0	32	37	32	24	0	17	20	19
Outras sec. de petróleo	0	0	350	571	757	1.083	2.143	2.139	2.259	2.035
TOTAL	1.166	2.013	3.741	4.114	4.234	4.780	6.420	7.132	7.214	6.986

Fonte: BEN (2014).

De 1970 a 2013, a indústria nacional de cimento consumiu um acumulado de 208, 593 milhões tep. Em 1970 o consumo foi de 1,166 tep e em 2013 foi de 6,986 milhões tep, o crescimento médio do setor foi de 4,15% a.a.. O período de maior crescimento foi de 1970 a 1982, quando o consumo energético médio alcançou aumento de 9,65% a.a.. De 2007 a 2013, o consumo no médio no setor decresceu 1,30% a.a..

Em 1971, o setor químico consumiu 1,391 milhões tep e em 1980, 3,741 milhões tep. Nesse período houve crescimento médio de 10,40% a.a. no consumo energético da indústria. Até 1973, a demanda foi suprida por 6 (seis) fontes energética, a partir de 1974 o querosene se insere na matriz. De 1978 a 1979, incorporou mais 3 fontes à matriz energética da indústria química que foram o carvão vapor (1978), o carvão vegetal (1978) e as outras fontes não especificadas de petróleo (1979). A principal fonte nesse período foi o óleo combustível que teve crescimento médio de 9,44% a.a..

A década de 1980 representou um período de pouco crescimento do setor químico, como efeito da Crise do Petróleo. Em 1981 a indústria consumiu 3,667 milhões tep e em 1990, 4,234 milhões tep, o setor apresentou um aumento médio de 1,44% a.a.. Durante essa década a indústria contou com até 13 fontes energéticas. O nafta foi retirado da matriz no ano de 1984 e a querosene, em 1986. O gás canalizado foi utilizado no setor nos anos de 1986 e 1990. O óleo

combustível continuou sendo a principal fonte energética, porém teve diminuição do consumo médio de 2,75% a.a..

De 1991 a 2000, a indústria química brasileira consumiu inicialmente 4,241 milhões tep e fechou o período com um consumo de 6,421 milhões tep. O crescimento médio nesse intervalo foi de 4,23% a.a.. Esse período contou com até 12 fontes de geração energética. Em 1999 houve a retirada do carvão vegetal do processo de obtenção energética do setor. O bagaço de cana foi retirado da matriz durante 3 anos (1996 a 1998). O óleo combustível dominou a matriz do setor até o ano de 1997, a partir de 1998 outras fontes secundárias de petróleo se tornou a principal fonte de obtenção energética do setor.

No ano 2001, o setor químico consumiu 6,357 milhões tep e em 2010, 7,214 milhões tep. O crescimento médio nesse intervalo foi de 1,27% a.a.. O carvão vegetal voltou a participar da matriz energética (2003) e em 2004 a querosene foi retirada do processo de obtenção energética. O óleo combustível apresentou um decréscimo acelerado na participação da matriz e representou em 2010 apenas 3,23% do consumo total da indústria química. O último triênio (2010 a 2013) teve um consumo acumulado de 29,122 milhões tep e decréscimo de 0,6%. Nesse curto período o gás natural foi a principal fonte do setor. O gás natural foi uma das fontes de maior crescimento no setor, em 1970 o consumo era de 3 mil tep e em 2013, 2,03 milhões tep, o que representa um desenvolvimento médio superior ao da indústria química nacional, 16,31%a.a..

A Figura 1 exhibe a Razão Concentração [$CR(k)$] do consumo das fontes energéticas da indústria brasileira química, no período de 1970 a 2013. O $CR(1)$ mostra que o setor químico teve seu consumo concentrado em uma única fonte energética. A média para o período de 1970 a 2013 foi de 43,13% e o desvio padrão médio de 14,85%. O ano de 1976 foi que apresentou maior concentração no setor, com 0,7028 (Óleo Combustível), e o de menor concentração foi 2013, com 0,2916 (Gás Natural).

As fontes dominantes no processo de obtenção energética no setor químico foram óleo combustível (1983 a 1998), outras fontes derivadas do petróleo (1999 a 2004, 2006, 2007 e 2009) e o gás natural (2005, 2008 e de 2010 a 2013). De 1970 a 1982 a média do $CR(1)$ foi 0,6494, durante esse período o óleo combustível foi a principal fonte na matriz energética do setor. Como reflexo da Crise do Petróleo a partir de 1983 houve uma busca por uso de novas fontes no setor e a concentração diminuiu. Entre 1983 e 2013 a média do $CR(1)$ foi de 0,3399, essa diminuição reflete uma menor dependência da principal fonte energética da indústria.

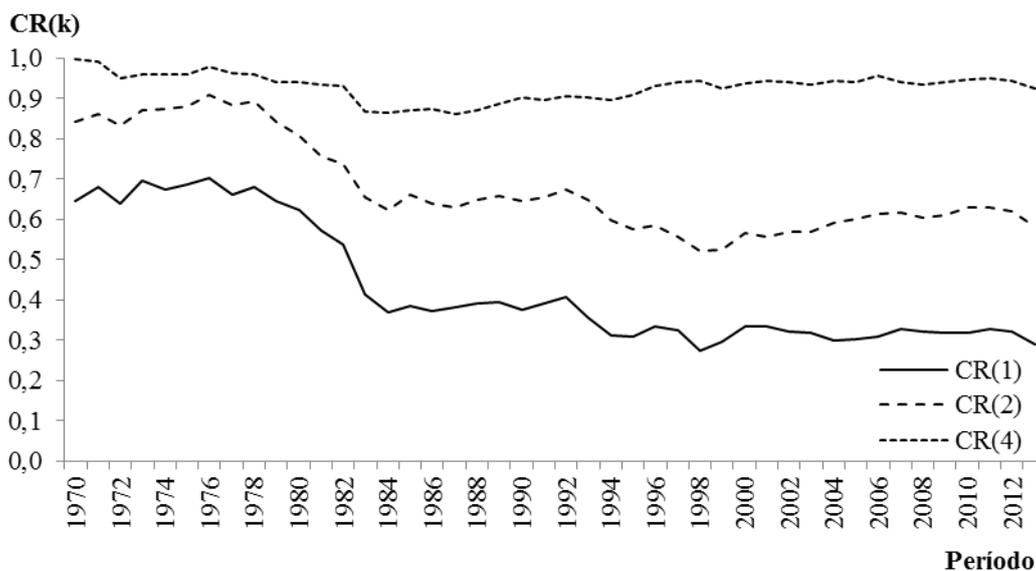


Figura 1. Razão concentração das fontes energéticas da indústria química brasileira, no período de 1970 a 2013.

O $CR(2)$ mostra que o consumo de energia no setor químico é muito concentrado nas duas principais fontes de energia. O ano de 1976 foi o de maior concentração o óleo combustível e a eletricidade eram as principais fontes com 0,9099 da participação na matriz. Em 1998 o óleo combustível e as outras fontes secundárias de petróleo representaram 0,5203, a menor concentração do período analisado. De 1970 a 2013, a média do $CR(2)$ foi de 67,84% e o desvio padrão de 11,77%, o alto valor do desvio reflete uma mudança constante no padrão de concentração do setor. De 1970 a 1982, foi o período de maior concentração para o setor, nesse intervalo de tempo o óleo combustível e a eletricidade eram as principais fontes da matriz com valor médio de $CR(2)$ de 0,8455 e desvio de 5,18%. De 1983 a 2013, a concentração diminuiu, teve média de 0,6083 e desvio de 4,02%. Em 1992, o $CR(2)$ foi de 0,6736 e em 1998 foi de 0,5203, maior e menor concentração do período.

A análise do $CR(4)$ mostra que a matriz energética do setor químico é muito concentrada. Em 1970, as quatro principais fontes (óleo combustível, eletricidade, lenha e óleo diesel) eram responsáveis por 99,67% da geração energética do setor. A menos concentração ocorreu em 1987, quando o óleo combustível, a eletricidade, as outras fontes secundárias de petróleo e a lenha foram responsáveis por 85,99% do consumo. De 1970 a 2013, a média foi de 0,9292 e o desvio padrão de 3,35%. O período de 1970 a 1982 representa uma alta concentração, a média para o período foi de 0,9589. Entre 1983 e 1987 como reflexo da crise energética a concentração diminuiu, devido uma maior competitividade entre as fontes, a média foi de 0,8676. A partir de 1988 a concentração nos setor voltou a subir com média de 0,9262.

A Figura 2 mostra a evolução do Índice Herfindahl-Hirschman (HHI) da indústria brasileira química de 1970 a 2013. O indicador reflete uma elevada concentração na primeira década do estudo e uma diminuição a partir de 1983. De 1970 a 1982, o HHI expôs uma elevada concentração. Nesse período o HHI teve uma média de 0,4714 enquanto o limite inferior (LI) de 0,1480. O ano de 1978 foi o de maior concentração, com HHI de 0,5118, nesse ano a matriz do setor era composta por 9 fontes. O HHI' médio para esse período foi 0,3942.

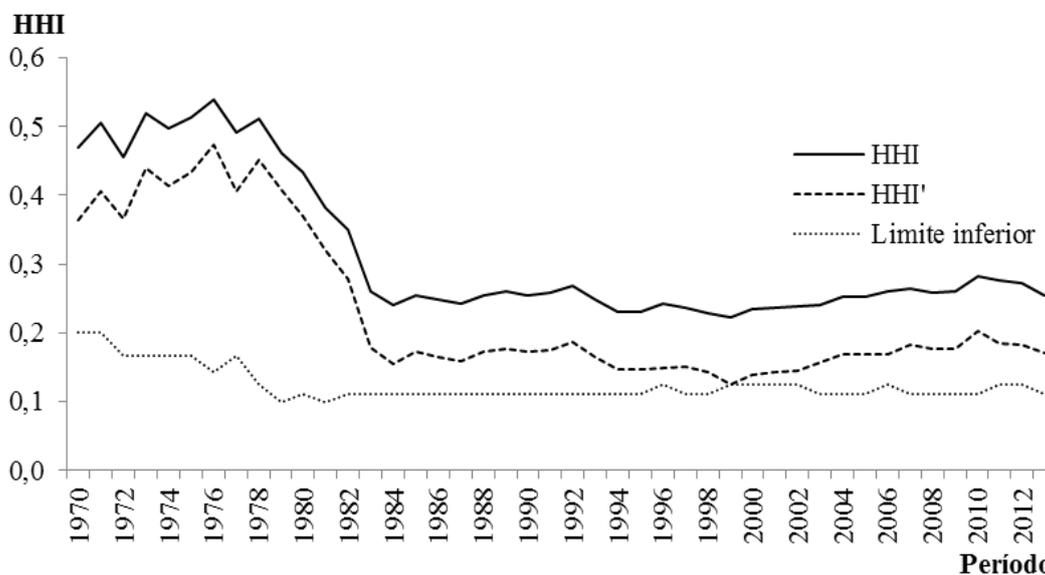


Figura 2. Evolução do Índice Herfindahl-Hirschman (HHI) da indústria química brasileira, no período de 1970 a 2013.

De 1973 a 1999, houve decréscimo da concentração, devido principalmente a entrada de novas fontes no processo de geração energética. A média do HHI para esse período foi de 0,2460 e a do L.I. de 0,1127. O HHI' para esse intervalo de tempo teve média 0,1610 refletindo

uma concentração moderadamente alta. Nesse período, 1992 foi o ano que apresentou maior concentração, com 0,2674 de HHI e 0,1860 de HHI' .

De 2000 a 2010, a concentração voltou a subir no setor. A média do HHI foi de 0,2528, esse período contou com até 10 fontes energéticas na matriz. O HHI' teve média de 0,1659, sendo 2010 o ano de maior concentração com 0,2017 de HHI' . No último triênio estudado a concentração diminuiu com a retirada do bagaço de cana da matriz. O HHI médio foi de 0,2675 e do HHI' 0,1794, o ano de 2013 mostrou uma concentração moderadamente forte.

A Figura 3 mostra a evolução do índice de Entropia para o período de 1970 a 2013. A análise da imagem mostra que as fontes energéticas estão moderadamente concentradas. De 1970 a 2013 a Entropia (E) média foi de 1,430 e o limite superior (LS) de 2,2165. A Entropia ajustada (E') teve média de 0,6420, o que mostra uma concentração moderadamente forte. O indicador apontou 1976 como ano de maior concentração no setor com E de 0,9068, L.S. de 2,0794 e E' de 0,4351. Em 1999 foi registrada a menor concentração no setor a E foi de 1,6445, L.S. de 2,1972 e a E' de 0,7484.

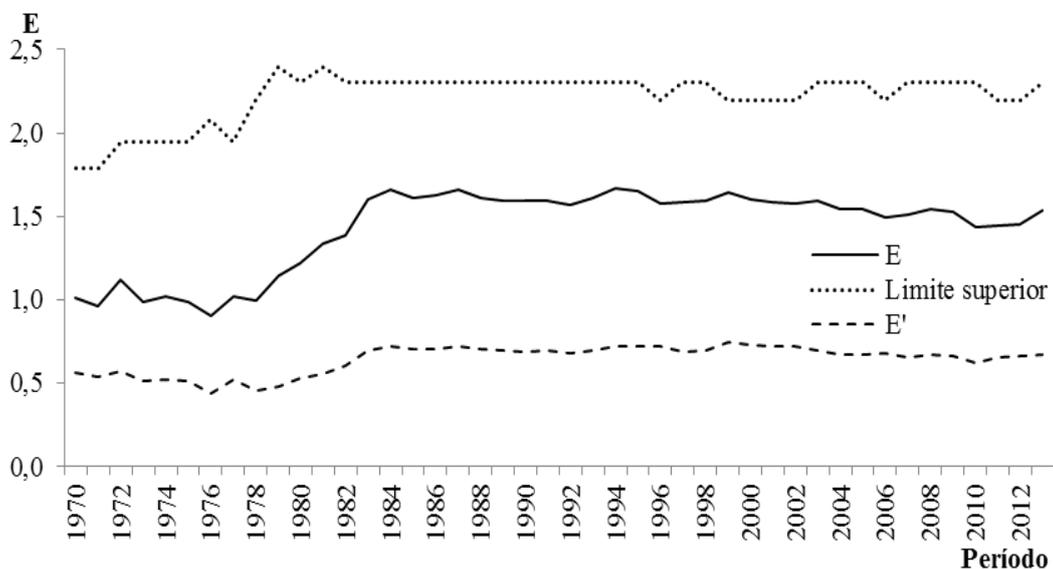


Figura 3. Índice de entropia de Theil das fontes energéticas da indústria química brasileira entre 1970 e 2013.

O E' mostra que houve dois períodos distintos na concentração do setor. De 1970 a 1978 a média da E' foi de 0,5139, o que mostra alta concentração. De 1979 a 1982 houve uma mudança na concentração, como reflexo da crise do petróleo. A partir de 1983 a concentração no setor diminuiu um pouco, porém continua sendo classificada como moderadamente alta, a média da E' de 1983 a 2013 foi de 0,6921.

A Figura 4 mostra a evolução do índice de Hall-Tideman (HTI) para a indústria brasileira química de 1970 a 2013. O indicador mostra uma elevada concentração no setor, principalmente durante a década de 1970.

De 1970 a 2013 o indicador mostrou que 1976 foi o ano de maior concentração no setor, com HTI de 0,5171 e HTI' de 0,4481, enquanto 1999 foi o de menor concentração com HTI de 0,2419 e HTI' de 0,1576. A média do HTI durante todo o período de estudo foi de 0,3144 e para o HTI' de 0,2307.

A da análise da linha de HTI' também mostra, assim como a E' , que houve dois períodos distintos na concentração do setor. De 1970 a 1978, o HTI' 0,3817 que representa uma concentração moderada. A partir de 1979 a concentração no setor diminuiu consideravelmente podendo ser classificada pelo HTI' como uma concentração fraca, o valor médio de 1979 a 2013 foi de 0,1918.

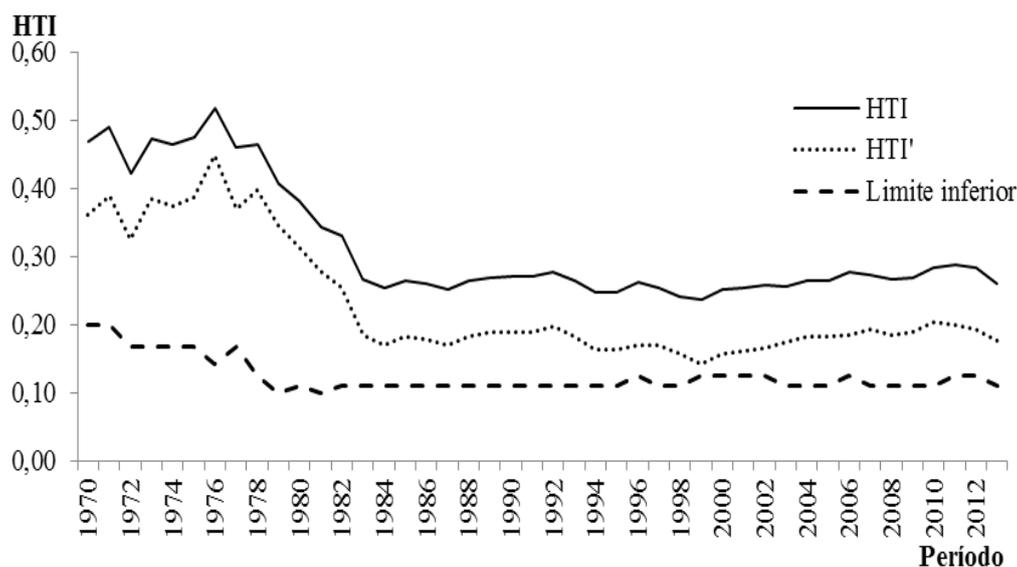


Figura 4. Índice de Hall-Tideman das fontes energéticas da indústria química brasileira entre 1970 a 2013.

CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas, conclui-se que a indústria brasileira química apresenta uma alta concentração no uso do CR(k), para as quatro principais fontes energéticas, sendo de 1970 a 2013, a participação média foi de 43,13% para a principal fonte energética e o desvio padrão de 14,85%; Entre 1970 e 1978 foi período de maior concentração para a principal fonte energética do setor; Ao longo do tempo, houve uma melhor distribuição entre as quatro fontes energéticas. O *HHI* reflete uma elevada concentração na primeira década do estudo e uma diminuição a partir de 1983, mas permanecendo altamente concentrado o consumo energético; O *E*, também, mostrou comportamento semelhante; Nos períodos de crises econômicas e energéticas apontam uma maior competição entre as fontes do setor.

REFERÊNCIAS

- ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2015.
- BAIN, J. **Industrial Organization**. New York: J. Wiley, 1959.
- BAJAY, S.; BEISSMANN, A.; GORLA, F. **Oportunidades de eficiência energética**. Brasília, 2010. (Relatório setorial setor químico).
- BORELLI, E. Sustentabilidade e riscos ambientais na indústria química. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Disponível em: <http://www.pucsp.br/eitt/downloads/ix_ciclo/IX_Ciclo_2011_Artigo_Elizabeth_Borelli.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2015.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2015.
- GINI, C. Variabilità e mutabilità (1912). In: PIZETTI, E.; SALVEMINI, T. (Ed.). **Reprinted in memorie di metodologica statistica**. Rome: Libreria Eredi Virgilio Veschi, 1955.
- HERFINDAHL, O. C. **Concentration in the Steel Industry**. 1950. Thesis (Ph.D.) - Columbia University, New York, 1950.

HIRSCHMAN, A. O. **National power and the structure of foreign trade**. Berkley: University of California, 1945.

HIRSCHMAN, A. O. The paternity of an index. **The American Economic Review**, v. 54, n. 5, p. 761-762, 1964.

RESENDE, M. Medidas de concentração industrial: uma resenha. **Revista Análise Econômica**, v. 12, n. 21, p. 24-33, 1994.

RESENDE, M.; BOFF, H. Concentração industrial. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Org.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. p. 73-90.

THEIL, H. **Economics and information theory**. Amsterdam: North-Holland, 1967.