

Eixo Temático ET-06-013 - Energia

CONCENTRAÇÃO ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE CERÂMICA

Luiz Moreira Coelho Junior¹, Edvaldo Pereira Santos Júnior², Filipe Vanderlei Alencar², Kalyne de Lourdes da Costa Martins³, Thiago Freire Melquíades³

¹Professor do Centro de Energias Alternativas e Renováveis - CEAR da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, luiz@cear.ufpb.br (autor para correspondência); ²Graduando em Engenharia de Energias Renováveis da UFPB, edvaldo.junior@cear.ufpb.br, filipe.alencar@cear.ufpb.br; ³Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis da UFPB - kalyne_lourdes@hotmail.com, thiago-melquiades@hotmail.com.

RESUMO

O Brasil possui um importante parque fabril de cerâmicos, tendo produtos de alta qualidade e preços competitivos. A indústria cerâmica no Brasil, incluindo os setores de cerâmica vermelha, cerâmica branca e revestimentos, fatura anualmente cerca de 1% do Produto Interno Bruto (PIB). O desenvolvimento industrial cerâmico depende diretamente da quantidade e das fontes energéticas utilizadas, bem como sua eficiência energética. Uma característica energética peculiar do complexo cerâmico é a maior necessidade de ser ter energia térmica do que elétrica. Nas últimas décadas, a indústria brasileira de cerâmica vem demonstrando uma preocupação com a sustentabilidade. Nos últimos anos, a indústria nacional tem-se registrado uma mudança gradual na natureza do processo de concepção de tecnologias quanto a eficiência e intensidade energética. Este trabalho analisou o grau de concentração energética da indústria brasileira de cerâmica, no período de 1970 a 2012. Os dados utilizados para mensuração da análise de mercado e concentração energética da indústria brasileira têxtil foram tidos do Balanço Energético Nacional (BEN), em toneladas equivalentes de petróleo (tep). O grau de concentração foi determinado por meio da Razão de Concentração [$RC(k)$], Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI), Índice de Entropia de Theil (E) e Índice de Gini (G). A partir das análises realizadas conclui-se que: A indústria brasileira é muito suscetível à concentração energética, por meio da biomassa florestal. As fontes de geração de energia do setor de cerâmica apresentam um grau de concentração acentuado, com algumas oscilações em tempos de crise econômicas; A tendência ainda continua no uso da lenha como principal fonte de energia e com evolução gradativa do gás natural.

Palavras-chave: Indicadores de concentração, economia da energia, matriz energética.

INTRODUÇÃO

Durante o século XX, a política industrial e o crescimento brasileiro confundiram-se por meio século e que ambas produziram um sistema industrial diversificado e integrado. O sistema industrial quase completo em termos dos seus componentes, e propiciaram taxas de crescimento do PIB, da renda e do emprego extraordinariamente elevadas (SUZIGAN; FURTADO, 2006).

Devido as variedades de produtos e mercados que esta indústria pode atender convencionou-se dividir esta em segmento. Os dois principais segmentos do complexo industrial cerâmico são: Cerâmica Vermelha e Revestimentos. Estes segmentos estão intimamente ligados a construção civil em geral.

A indústria cerâmica no Brasil, incluindo os setores de cerâmica vermelha, cerâmica branca e revestimentos, faturam anualmente cerca de 1% do Produto Interno Bruto (PIB). Para Bustamante & Bressiani (2000) o Brasil possui um importante parque fabril, tendo produtos de alta qualidade e preços competitivos no mercado externo. Possui em abundância praticamente todas as matérias primas, recursos técnicos e gerenciais altamente qualificados e boa infraestrutura de pesquisa.

O desenvolvimento industrial cerâmico depende diretamente da quantidade e das fontes energéticas utilizadas, bem como sua eficiência energética. Segundo a CNI (2009), o investimento em eficiência energética, por parte das empresas, permite a liberação de recursos para outras áreas, podendo aumentar assim a competitividade.

Uma característica energética peculiar do complexo cerâmico é a maior necessidade de ser ter energia térmica do que elétrica. As principais fontes energéticas utilizadas são a lenha e o gás natural. Estes dois juntos tiveram participação, no consumo energético em 2012, de 78,6%. A lenha, durante todo o período estudado, foi a fonte mais consumida no setor cerâmico. Porém o gás natural tornou-se mais participativo a partir de 2001. Antes do gás natural, o óleo combustível tinha grande importância, em termos energéticas. Mas gradativamente foi sendo substituído por outras fontes, principalmente o gás natural (BERNI et. al., 2012).

Nos últimos anos, tem-se registrado uma mudança gradual na natureza do processo de concepção de tecnologias quanto a eficiência e intensidade energética. No passado a atividade inovadora era empreendida para fabricação do novo produto ou processo, sem pensar nas questões ambientais. Hoje, a inovação por tecnologias limpas pode ser vista como parte integrante da atividade econômica, principalmente, no complexo cerâmico. Assim, o objetivo deste estudo é investigar o grau de concentração e as mudanças estruturais do uso das fontes energéticas no agregado da indústria cerâmica brasileira, no período de 1970 a 2012.

METODOLOGIA

Dados utilizados

Os dados utilizados para mensuração da análise de mercado e concentração energética da indústria brasileira de cerâmica foram obtidos do Balanço Energético Nacional (BEN), em toneladas equivalentes de petróleo (tep), para o período de 1970 a 2012.

Taxa geométrica de crescimento

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

- 1) 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.

2) 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 em certa indústria. 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 de determinada indústria. Bain (1959) diz que a forma algébrica da razão de concentração é: $CR(k) = \sum_{i=10}^k S_i$, 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. Neste estudo utilizou o $CR(1)$, o $CR(2)$ e o $CR(4)$ para análise da concentração energética, pois na medida em que o valor do índice aumenta, eleva-se também o poder de mercado virtual das fontes energéticas do segmento de celulose e papel.

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. Ou seja, se a variação ocorre no intervalo $0 \leq HHI' \leq 0,1$, o mercado é desconcentrado. O intervalo $0,1 \leq HHI' \leq 0,18$ indica um mercado pouco concentrado. Mas, quando $HHI' > 0,18$, o mercado é muito concentrado (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, \ln

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:

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

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

Coefficiente de Gini (G)

O Coeficiente de Gini (*G*) é uma medida de desigualdade desenvolvida por Gini (1912) na obra “*Variabilità e mutabilità*”. Este coeficiente, originalmente formulado para medir a desigualdade de renda pode, também, ser usado para medir o grau de desigualdade das exportações de produtos florestais dos países. O índice é uma ferramenta acessória aos coeficientes de concentração, uma vez que uma concentração elevada implica em uma desigualdade maior. O cálculo do índice é feito utilizando-se a seguinte expressão,

$$G = 1 - \frac{\left[\sum_{i=1}^n (s_{ij} + s_i) \right]}{n} \quad (9)$$

em que,

n = número de fontes energéticas;

s_{ij} = participação cumulativa das fontes energéticas em ordem crescente;

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

O índice varia entre 0 e 1, classificado da seguinte forma: 0,101 – 0,250 desigualdade nula a fraca; 0,251 – 0,500 desigualdade fraca a média; 0,501 – 0,700 desigualdade média a forte; 0,701 – 0,900 desigualdade forte a muito forte; 0,900 – 1,000 desigualdade muito forte a absoluta.

Coefficiente de Correlação de Pearson

Garson (2009) cita que correlação “é uma medida de associação bivariada (força) do grau de relacionamento entre duas variáveis”. Segundo Figueiredo Filho (2009) “o coeficiente de correlação de Pearson (r) é uma medida de associação linear entre variáveis.”. Segue a fórmula abaixo:

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left(\frac{xi - \bar{X}}{Sx} \right) \left(\frac{yi - \bar{Y}}{Sy} \right) \quad (11)$$

Com n sendo o intervalo de tempo, em anos. O coeficiente de correlação Pearson (r) apresenta valores no intervalo de -1 a 1 . O valor mede a intensidade da relação entre as variáveis, enquanto que o sinal mostra a direção do relacionamento. Se uma

correlação de valor zero significa a não correlação linear entre as variáveis (FIGUEIREDO FILHO, 2009). Para Cohen (1988) a correlação de Pearson é classificado de acordo com a tabela 1.

Tabela 1- Classificação da Correlação de Pearson.

Correlação	Classificação
$r = 0$	Nula
$r = 1$	Perfeita
$0,10 \leq r \leq 0,29$	Baixa Positiva
$0,30 \leq r \leq 0,49$	Médio Positiva
$0,50 \leq r \leq 1$	Alta Positiva
$- 0,10 \geq r \geq - 0,29$	Baixa Negativa
$- 0,30 \geq r \geq - 0,49$	Média Negativa
$- 0,50 \geq r \geq - 1$	Alta Negativa

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a evolução do consumo energético da Indústria Brasileira Cerâmica (IBC), no período de 1970 a 2012. Verificou-se a composição de 11 fontes na matriz energética. Esta indústria apresentou crescimento no consumo energético total, estando em acordo com a tendência mundial de consumo. Em 1970, a IBC consumiu 1,54 milhões tep, enquanto que em 2012 este valor foi cerca de 4,8 milhões tep. Segundo a EPE (2013), neste período houve crescimento médio anual de 2,74% a.a.

Tabela 2 – Evolução do consumo energético, por fonte, na indústria brasileira de celulose e papel, no período de 1970 a 2012 (tep*).

Identificação	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2012
Gás natural	0	0	3	22	61	113	260	831	1.141	1.314
Carvão vapor	0	0	57	16	35	68	34	70	0	35
Lenha	1.175	1.317	1.352	1.780	1.560	1.405	1.629	1.710	2.275	2.458
Outras recuperações	0	0	2	80	56	48	40	36	58	62
Óleo diesel	3	7	12	6	6	7	5	9	6	28
Óleo combustível	307	654	883	372	402	506	468	268	295	113
Gás liquefeito de petróleo	4	9	30	16	31	192	357	148	165	161
Outras de petróleo	0	0	0	0	0	0	41	71	195	275
Gás canalizado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eletricidade	48	94	166	162	158	173	234	270	319	359
Outras não especificadas	5	7	6	25	20	7	1	0	0	0
Total	1.542	2.088	2.511	2.479	2.331	2.521	3.068	3.412	4.455	4.803

Fonte: EPE (2013).

* tep = tonelada equivalente de petróleo.

Dentre as principais fontes energéticas utilizadas na indústria têxtil, destaca-se a lenha, o gás natural, o óleo combustível e eletricidade. O processo de substituição de energia foi devido aos avanços tecnológicos a fim de melhorias de eficiência energética, minimizando os custos de produção, como também pelas questões ambientais.

A lenha foi a principal fonte energética do setor no período de 1970 a 2012. Porém a sua linha de consumo teve crescimento, apesar de oscilações. Saiu de 1,175 milhões tep (1970) para 2,458 milhões tep (2012), com crescimento médio de

1,77% a.a. Em contradição com o consumo absoluto, a participação desta fonte na matriz teve queda, também com variações. Em 1970 representou 76,19% do consumo energético, e em 2012 representou 51,18%. Esta queda na participação da Lenha é justificada pelo prejuízo ambiental causado pelo consumo da Lenha, bem como a limitação das reservas deste insumo.

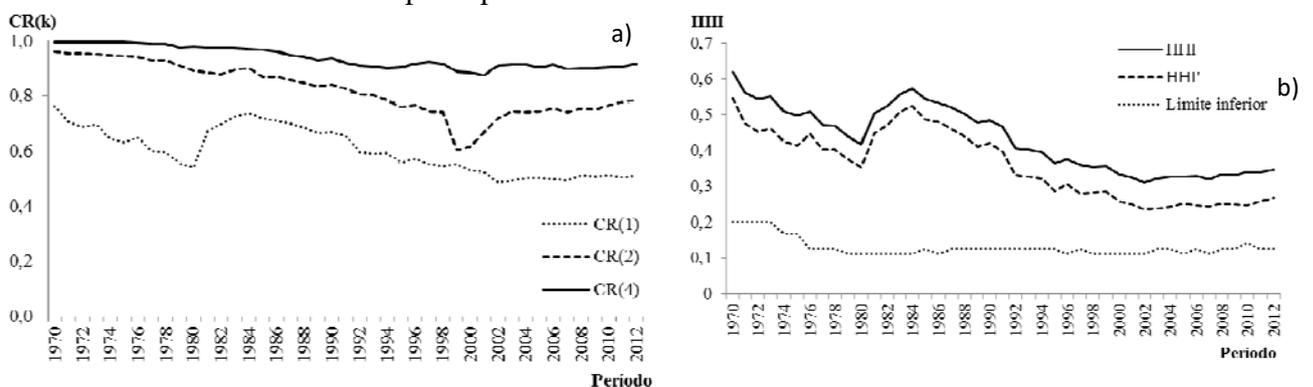
O Óleo Combustível tendeu a diminuir seu consumo, com exceção na década de 70. Em 1970 foram consumidos 307 mil tep, enquanto que 2012 foram consumidos 113 mil tep, com média de -2,36 a.a. A sua participação na matriz energética também teve queda, saiu de 19,94% (1970) para 2,35% (2012). Estas quedas são reflexos da Crise do Petróleo de 1979, que afetou negativamente o consumo do Óleo Combustível. E como consequência o consumo do Óleo Combustível foi substituído por fontes alternativas de energia.

O consumo absoluto da Eletricidade foi estável e acompanhou o crescimento do setor. Em 1970 foram consumidas 48 mil tep, e em 2012 foram consumidas 359 mil tep, com crescimento médio de 4,90% a.a. A participação manteve-se praticamente estável, com média de 6,51%. Esse perfil da participação elétrico ocorre devido ao processo industrial da IBC, que torna a demanda de eletricidade quase independente da produção. Segundo Berni (2010) da eletricidade consumida pela IBC em 2005, 90% foi para uso da força motriz, 2,6% em iluminação e 6,4% para o aquecimento direto.

O Gás Natural se inseriu na matriz energética cerâmica em 1976 (0,12%). Mas apenas no começo do século XXI houve crescimento intenso no consumo desta fonte. Em 2000 foram consumidos 260 mil tep, e em 2012 foram consumidos 1,31 milhões tep. Em 2012 representou 27,36%. Esse crescimento foi responsável pela substituição de parte do consumo da Lenha e do Óleo Combustível pelo consumo de Gás Natural. De acordo com a EPE (2014) essa expansão do consumo do Gás Natural é devido a implantação do gasoduto Bolívia-Brasil (GASBOL), que aumentou os gasodutos do país, e as descobertas da Bacia de Campos, que ampliaram a oferta interna de Gás Natural.

As outras fontes energéticas como o gás liquefeito de petróleo, óleo diesel, querosene, carvão vapor, gás canalizado e carvão vegetal tiveram suas contribuições pouco significativas na demanda do setor e visando, principalmente, atender períodos de instabilidade econômica e, ou, energética e subsegmentos específicos do setor.

A Figura 1(a) apresenta a evolução da razão de concentração [CR(k)] do consumo energético por fonte da indústria brasileira de cerâmica (IBC), no período de 1970 a 2012. Segundo a classificação de Bain (1959), a matriz energética da IBC é altamente concentrado nas 04 principais fontes.



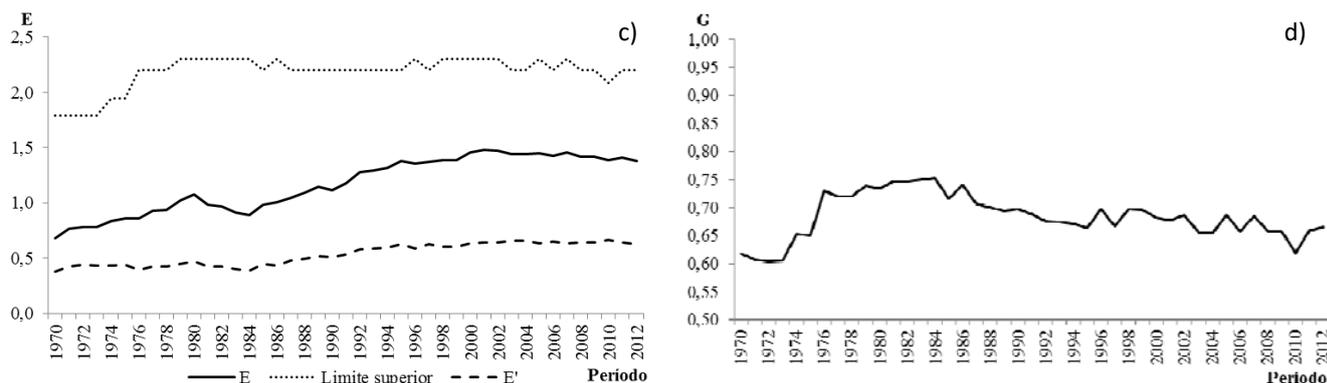


Figura 1 – evolução das medidas de concentração energética da indústria brasileira de cerâmica.

De 1970 até 2012, a Lenha foi principal fonte consumida no IBC, representando o CR(1), em que teve intervalo de 49,08% a 76%, com média de 60,02%. De 1970 até 1980, o CR(1) tendeu a decrescer, saiu do pico (1970) para 53,82% (1980). De 1980 a 1984, ocorreu grande crescimento, em que o CR(1) chegou a 73,63%, em 1984. Este aumento de concentração do CR(1) é consequência da Crise do Petróleo de 1979 que, para a IBC, substituiu o consumo absoluto e a participação do Óleo Combustível pela Lenha (principal fonte). Por fim, de 1985 a 2012 houve uma queda, com oscilações, saiu de 71,80% para 51,18%.

De 1970 até 2013, o CR(2) ficou entre 60,34% e 96,13%, e uma média de 82,24%. O CR(2) decresceu, saiu do pico (1970) para 78,54% (2012), com um vale nos anos de 1999 (60,34%) e 2000 (61,59%). Este vale é resultado da rápida substituição do consumo da Lenha e Óleo Combustível pelo Gás Natural. De 1970 até 2000 a segunda maior fonte foi o Óleo Combustível, mas que vinha em queda na participação, com grandes oscilações. O Gás Natural, que tendia a crescimento desde 1999, foi a segunda principal fonte de 2001 até 2012.

De 1970 até 2012, o CR(4) variou entre 99,59% e 89,64%, teve uma média de 93,93%. O CR(4) apresentou uma queda tímida, saiu de 99,59% (1970) para 91,73% (2012), tendo vale em 2001 (87,66%). A terceira maior fonte, na maior parte do tempo foi a Eletricidade: 1970-1994 e 2010-2012. Nos outros houve muitas trocas de posição entre as 3º e 4º principais fontes. De 1970 até 2012 a quarta principal fonte não teve um fonte predominante. Ocorreram muitas mudanças entre as fontes energéticas, em relação ao quarto maior consumo da matriz. Porém, em 2011 e 2012 a categoria Outras de Petróleo assumiu a quarta posição.

A Figura 1(b) expõe a evolução o Índice de Herfindahl-Hirshman (HHI) do consumo energético da IBC, no período de 1970 a 2012. O HHI' e as diferenças entre o HHI e o limite inferior (DHI) denunciaram que a matriz energética da IBC ficou muito concentrada durante todo o período estudado.

De 1970 até 1980 o HHI' caiu 0,5455 (máximo) para 0,3539, respectivamente. Essa queda foi brutalmente afetada pelo número de fontes participantes: em 1970 6 fontes compuseram a matriz energética da IBC, já em 1980 10 fontes compuseram. Com o aumento do número de fontes participantes, a concentração diminuiu, porém a classificação não mudou.

De 1981 à 1984, o valor do HHI' teve um amplo crescimento, saiu de 0,4474 para 0,5250, que apesar de não mudar a classificação da concentração, esta aumentou. O

número de fontes participantes não mudou neste período: 10 fontes compuseram a matriz energética da IBC. A crise do petróleo de 1979 afetou o consumo das fontes derivadas do petróleo, principalmente do Óleo combustível, e concentrou o consumo na Lenha.

De 1985 a 2012 o HHI' mostrou tendências a decrescimento, saiu de 0,4867 para 0,2660 (mínimo), respectivamente. O número de fontes participantes variou entre 10 e 9. A concentração da IBC diminuiu, porém não mudou a classificação. A explicação é a substituição do principal insumo energético (Lenha) por outras fontes alternativas, como o Gás Natural, Outras do Petróleo e o Gás Liquefeito do Petróleo.

A diferença entre o HHI e o limite inferior (DHI) teve concordância com o comportamento do HHI'. De 1970 até 1980 caiu de 0,4212 para 0,3074, diminuindo a concentração. De 1981 até 1984 a diferença entre o HHI e limite inferior aumentou de 0,3915 para 0,4615 (máximo), aumentando o consumo. De 1985 até 2012 o DHI apresentou queda de 0,4188 para 0,2225, diminuindo a concentração.

A Figura 1(c) apresenta a evolução da Entropia de Theil do consumo da IBC no período de 1970 a 2012. O índice de Entropia de Theil ajustada (E'), no período analisado, apresentou valores mínimo de 0,3804 (1970) e máximo de 0,6662 (2010), mostrando concentração médio ou forte consumo energético da IBMNF. De 1970 até 1984 o E' manteve a estabilidade, apresentando pequenas oscilações, saiu do ponto mais concentrado para 0,6662, respectivamente. A diferença entre o limite superior e E' (DLE) aumentou de 1,1101 (1970) para 1,4120 (1984), apresentando oscilações mais amplas. Esta diminuição de concentração teve concordância do DLE com o E' .

De 1985 até 2012, houve crescimento significativo do E' , saiu de 0,4456 para 0,6270, passando pelo ponto mais desconcentrado em 2010, respectivamente. A diferença entre o limite superior e E' cresceu de 0,3685 (1979) para 1,1070 (1991). Esta diminuição da concentração é somatório de eventos energéticos, como a da Crise do Petróleo em 1979, implantação do GASBOL, descoberta da Bacia de Santos e também de questões ambientais. Esteve eventos levaram a IBC substituir as principais fontes por fontes alternativas, a fim de ter maior eficiência energética e menores custos econômicos.

A Figura 1 (d) apresenta Índice de Gini para o consumo da IBC no período de 1970 até 2012. Este indicador também pode ser utilizado para avaliar alguns aspectos antes demonstrados pelos outros indicadores, conforme pode ser visto na Figura 1.

De 1970 até 1975 o Gini cresceu de 0,6183 para 0,6504, respectivamente. O número de fontes participantes saiu de 6 (1970) para 7 (1975). A classificação da desigualdade, neste período, foi caracterizada como concentração média a forte.

De 1976 a 1988, o valor do Gini continuou a crescer, saiu de 0,7289 para 0,7009, respectivamente. Atingiu o ponto máximo de concentração em 1984, com valor do Gini de 0,7521. Em contrapartida, o número de fontes energéticas que compuseram a matriz aumentou para 9, em 1976. Neste período, a concentração ficou classificada como desigualdade forte a muito forte.

De 1989 até 2012, o Gini teve queda, saiu de 0,6935 para 0,6645, respectivamente. O número de fontes participantes da matriz energético alternou entre 9 e 10. A classificação da concentração, neste período, foi desigualdade média a forte.

A Tabela 3 apresenta a Correlação de Person (CP) para os indicadores que analisaram o consumo da IBC no período de 1970 até 2012. De acordo com Cohen (1988) de um total de 15 correlações existentes, 6 são altas positivas, 4 são altas

negativas, 3 são baixas positivas, 1 é baixa negativa e a última não tem correlação. Desse modo, foi analisado algumas as correlações altas, positivas ou negativas.

Tabela 3 - Correlação Pearson dos indicadores estudados, período de 1970 a 2012.

	CR(1)	CR(2)	CR(4)	HHI'	E'	Gini
CR(1)	1	0,7287	0,7141	0,9718	-0,8587	0,1958
CR(2)	0,7287	1	0,9436	0,8337	-0,8894	0,0764
CR(4)	0,7141	0,9436	1	0,8363	-0,9330	0,1423
HHI'	0,9718	0,8337	0,8363	1	-0,9506	0,2788
E'	-0,8587	-0,8894	-0,9330	-0,9506	1	-0,3478
Gini	0,1958	0,0764	0,1423	0,2788	-0,3478	1

A correlação entre o HHI' e todos os CR(k) foram classificadas como altas positivas, porém a de maior intensidade foi HHI' com CR(1). Estas últimas correlação levam conta a participação de cada fonte, e o quadrado da correlação de cada fonte. Assim, em ambas, a fonte com o maior consumo estará em destaque, justificando a alta intensidade na correlação. Os resultados apresentados também foram próximos: concentração muito alta em todo o período analisado.

A correlação entre o HHI' e o E' apresentou uma intensidade de correlação muito alta. O mesmo é válido para o E' com todos os CR(k). Porém, a correlação destes indicadores com o E' é inversa. Assim, para concentrações altas, o HHI' e os CR(k) apresentam altos valores, e o E', de modo inverso apresenta valores próximos a 0. Estas correlações também foram coerentes nas análises.

A correlações entre os CR(k) apresentaram altas intensidade positivas. Isto é resultado que eles utilizam a mesma fórmula matemática para obtenção do valores. Logicamente, todos apresentam altos valores para altas concentrações. O Gini foi o único indicador que não apresentou nenhuma correlação alta, positiva ou negativa, com os outros indicadores.

CONCLUSÕES

Através das, conclui-se que o consumo energético do setor de cerâmica teve um crescimento médio anual de 2,74% a.a. A Lenha foi a principal fonte, com crescimento médio de 1,77% a.a. do consumo, participou com mais de 45% da matriz energética. A necessidade de produzir calor de forma barata é a principal justificativa para este consumo.

O Óleo Combustível teve decréscimo na participação e no consumo absoluto apresentou queda média de 2,36% a.a. de 1970 até 2012. Esta queda é oriunda da substituição dos derivados do petróleo, como resposta à Crise do Petróleo de 1979. O gás natural, de 1976 até 2012, teve aumento expressivo na participação, principalmente no final do milênio. O consumo apresentou crescimento médio de 18,41% a.a., desde a sua inserção. A expansão dos gasodutos do país e o aumento da oferta interna de Gás Natural foram os principais motivos para este consumo crescente.

O CR(1) ficou no intervalo 49,08% a 76%, com média de 60,02% do período estudado. A principal fonte foi a Lenha. O CR(2) ficou entre 60,34% e 96,13%, e uma média de 82,24% do período estudado. A segunda maior fonte foi o Óleo Combustível, mas em 2001 trocou a posição com o Gás Natural. O CR(4) ficou entre 99,59% e 89,64%, teve uma média de 93,93%. As terceiras fonte, na maioria do período foi a

Eletricidade. A quarta fonte variou muitas vezes, porém de 2010 até 2012 o Carvão Mineral foi Outras do Petróleo.

O HHI' classificou a concentração como muito concentrada em todo o período estudado. Porém com o aumento do número de fontes participantes, a concentração diminuiu, porém a classificação não mudou. A diferença entre o HHI e o limite inferior (DHI) teve concordância com o comportamento do HHI', também apresentou uma queda no seu valor, e conseqüentemente, queda na concentração. Esta diminuição da concentração é resultado da substituição do principal insumo energético (Lenha) por outras fontes alternativas.

O E' ajustado apresentou estabilidade (1970-1984) como período mais concentrado. Mas seguiu em aumento (1985-2012) apresentando uma queda na concentração. Assim a concentração médio ou forte consumo energético da indústria brasileira de cerâmica.

O Gini se classificou como desigualdade média a forte (1970-1975). Seguiu crescendo até que mudou a desigualdade para forte a muito forte (2010-2013) e atingiu pico de concentração em 1984. A concentração diminuiu e a desigualdade retornou para médio a forte. Esta mudança é coerente com a queda da dependência da principal fonte e o aumento gradual da participação das fontes alternativas.

A correlação entre o HHI' e todos os CR(k) foram classificadas como altas positivas, porém a de maior intensidade foi HHI' com CR(1). A correlação dos demais indicadores com o E' teve uma intensidade negativa, alertando uma inversão de valores entre o E' e os demais indicadores. O Gini apresentou intensidade de correlação muito baixas com os demais indicadores. Os valores das correlações indicaram que os indicadores indicam que eles tem alto grau de concordância.

REFERÊNCIAS

BAIN, J. **Industrial organization**. New York: J. Wiley, 1959.

BERNI, M. D.; BAJAY, S. V.; GORLA, F. D. **Oportunidades de eficiência energética na indústria**: relatório setorial: setor cerâmico. Brasília: CNI, 2010. Disponível em: <http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_24/2012/09/06/262/20121127140253106351i.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2014.

BUSTAMANTE, G. M.; BRESSIANI, J. C. A indústria cerâmica brasileira. **Cerâmica Industrial**, v. 5, n. 3, 2000.

COELHO JUNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. Concentração das exportações mundiais de produtos florestais. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 691-701, 2013.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1988.

EPE. **Balanco Energético Nacional**: ano base 2012. Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2015

EPE. **Nota técnica DEA 13/14: Demanda de Energia 2050**. Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/DEA%2013-14%20Demanda%20de%20Energia%202050.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2015.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009. Disponível em: <<http://www.ufpe.br/politica/hoje/index.php/politica/article/view/6/6>>. Acesso em: 13 maio 2009.

GARSON, G. D. **Statnotes: Topics in Multivariate Analysis**. 2009. Disponível em: <<http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/statnote.htm>>. Acesso em: 13 mai 2009.

GINI, C. Variabilità e mutabilità (1912). In: PIZETTI, E.; SALVEMINI, T. (Ed.). **Reprinted in memorie di metodologica statistica**. Rome: Libreria Eredi Virgilio Veschi, 1955.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HERFINDAHL, O. C. **Concentration in the Steel Industry**. 1950. 175 f . 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.

IEA - International Energy Agency. **Energy Technology Perspectives**. Paris: 2012.

KON, A. **Economia industrial**. São Paulo: Nobel, 1999.

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.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Política industrial e desenvolvimento. **Rev. Econ. Polit.**, v. 26, n. 2, 2006.

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