

Eixo Temático ET-06-008 - Energia

## CONCENTRAÇÃO ENERGÉTICA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE FERRO GUSA E AÇO

Luiz Moreira Coelho Junior<sup>1</sup>, Edvaldo Pereira Santos Júnior<sup>2</sup>, Monijany Lins de Góis<sup>3</sup>,  
Levi Pedro Barbosa de Oliveira<sup>1</sup>

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

### RESUMO

O setor siderúrgico, por natureza, é essencial como condicionante do crescimento econômico, recebendo das autoridades governamentais atenção especial. O setor de ferro gusa e aço são importantes nas indústrias de bens de produção e imprescindível no maquinário das indústrias de bens de consumo. Nos últimos anos, a indústria nacional têxtil 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 têxtil brasileira, no período de 1970 a 2013. Os dados utilizados para mensuração da análise de mercado e concentração energética da indústria brasileira de ferro gusa e aço 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 ( $E$ ), Índice de Hall-Tideman ( $HTI$ ) e Índice de Gini ( $G$ ). As principais conclusões foram: A partir das análises realizadas conclui-se que: A indústria brasileira de ferro gusa e aço teve um consumo de 3.284 mil tep (1970) e 16.275 mil tep (2013) apresentando um crescimento médio anual de 3,79% a.a. no período de 1970 a 2013; O setor brasileiro de ferro gusa e aço manteve, durante todo o período analisado, uma concentração energética nas quatro principais fontes; O Coque de carvão mineral foi a principal fonte energética seguido do carvão vegetal para o setor de gusa e aço. A eletricidade se destaca como a terceira fonte a partir de 1985; O Índice de Herfindahl-Hirschman ( $HHI$ ) mostrou tendências de desconcentração para o período em análise, mas o consumo energético ainda é concentrado; Para o Índice de Entropia de Theil permaneceu estável ao longo do tempo, com alta concentração no consumo energético na indústria; Ao longo do período estudado o índice de Gini variou entre os intervalos 0,7432 (1976) e 0,6547 (2010) com predominância de desigualdade de média a forte de forte a muito forte; Os indicadores de concentração estudados mostraram elevada concentração para o período em análise.

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

### INTRODUÇÃO

No processo de industrialização nacional houve muita importação de tecnologia, mas as indústrias de base florestal se desenvolveram com elevados custos de produção e baixa capacidade tecnológica. O setor siderúrgico, por natureza, é essencial ao funcionamento do sistema econômico e condicionante do crescimento industrial, recebendo das autoridades governamentais atenção especial (AZZONI, 1984).

No século XXI, a globalização proporcionou maior integração das atividades produtivas e fez com que as questões políticas, econômicas, sociais e ambientais se tornassem estratégicas e dinâmicas. Para que a tomada de decisão seja mais eficiente e o mercado mais bem planejado

é necessário considerar as vantagens comparativas seja transformada em vantagens competitivas (COELHO JUNIOR et al., 2013).

O Brasil possui, atualmente, um parque siderúrgico composto por 29 usinas, administradas por onze grupos empresariais. São eles: Aperam, Arcelor Mittal Brasil, CSN e outras. Entre 1994 e 2011, as siderúrgicas investiram US\$ 36,4 bilhões, priorizando a modernização e atualização tecnológica das usinas, atingindo uma capacidade instalada de 48 milhões de toneladas.

O Brasil tem hoje o maior parque industrial de aço da América do Sul. Ocupa a posição de maior produtor da América Latina e o sexto ranking mundial como exportador líquido de aço, além de ser o nono produtor de aço no mundo. Os parques industriais passam por um processo de atualização tecnológica constante e está apto a entregar ao mercado qualquer tipo de produto siderúrgico, desde que sua produção justifique os lucros.

Segundo o Instituto Aço Brasil (2014), o país exporta o aço produzido para mais de 100 países. Com uma capacidade instalada de 48,9 milhões de t/ano de aço bruto e 128.803 colaboradores, o Brasil possui um saldo comercial de US\$ 2,7 bilhões, sendo os principais setores consumidores de aço a construção civil, o setor automotivo, os de bens de capital, máquinas e equipamentos, e, por fim as utilidades domésticas e comerciais.

Diante a importância da produção de ferro gusa e aço tanto para a economia nacional quanto para suprir as necessidades mundiais dessa matéria-prima, a indústria incentiva programas voltados à eficiência energética. A concentração energética é não só uma variável que resume as características estruturais de um mercado, mas também um fator que consolida informações sobre as características de um determinado mercado, incluindo variáveis estratégicas econômicas das inter-relações.

## OBJETIVO

Este estudo analisou o grau de concentração energética da Indústria Brasileira de Ferro Gusa e Aço (IBFG), 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 brasileira de ferro gusa e aço foi obtidos do Balanço Energético Nacional (BEN) para o período de 1970 a 2013, disponível em <<https://ben.epe.gov.br/>>.

### Taxa geométrica de crescimento

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

- Fazer regressão não linear com os dados descritos acima, para todos os países, utilizando o modelo  $Y = Y_0 \cdot e^{b \cdot t}$ , 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.
- Aplicar o  $b$  encontrado na equação abaixo, na qual se tem o  $r$ , que é a taxa geométrica de crescimento em porcentagem:  $r = (anti(Ln b) + 1) \times 100$ .

De posse dos valores das taxas geométricas de crescimento, fez-se uma comparação entre elas para verificar as tendências do objeto de estudo.

### 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:  $CR(k) = \sum_{i=1}^k s_i$ , 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 gusa e aço.

#### 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:  $HHI = \sum_{i=1}^n s_i^2$ , 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:  $HHI' = \frac{1}{n-1}(nHHI - 1)$ ;  $n > 1$ . 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:  $E = - \sum_{i=1}^n \ln(s_i)$ , em que,  $n$  = número

de fontes energéticas;  $s_i = \text{market share}$ , 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:

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

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,

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

em que,  $n = n$  = número de fontes energéticas;  $s_{ij}$  = participação cumulativa das fontes energéticas em ordem crescente;  $s_i = \text{market share}$ , 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.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 1 apresenta a evolução do consumo energético na indústria brasileira de ferro gusa e aço (IBFGA), no período de 1970 a 2013. A matriz energética da IBFG foi composta de 13 fontes. Houve um crescimento no consumo energético total no período estudado, seguindo o desenvolvimento do setor. Em 1970, a IBFG consumiu 3.284 mil tep e em 2013 16.275 mil tep, com crescimento médio anual de 3,79% a.a..

De 1971 a 1980, a IBMNF consumiu 3,59 milhões tep, inicialmente, e fechou em 8,69 milhões tep e teve crescimento médio do consumo energético de 10,31% a.a.. Até 1973, o setor utilizou 10 fontes energéticas, foram as principais: carvão vegetal, eletricidade, coque de carvão mineral e óleo combustível. A partir de 1974, outras fontes foram inseridas matriz energética como, natural (1974) e querosene (1975). As principais fontes energéticas nesse período foram o carvão vegetal com média de 2,05 milhões tep e o coque de carvão mineral com média de 1,96 milhões tep.

**Tabela 1.** Evolução do consumo energético, em tep, na indústria brasileira de ferro gusa e aço – 1970 a 2013.

IDENTIFICAÇÃO	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2013
Gás Natural	0	128	113	197	333	600	779	1113	897	1020
Carvão Mineral	1	18	28	31	20	277	1651	2374	1772	1808
Óleo Diesel	11	18	40	31	42	18	30	44	15	37
Óleo Combustível	700	905	1027	483	384	391	110	82	168	40
Gás Liq. de Petróleo	4	18	38	27	23	33	113	100	71	19
Nafta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Querosene	0	7	20	13	11	10	5	1	0	0
Gás de Coqueria	164	253	502	780	890	1047	932	1016	1250	1200
Gás Canalizado	1	1	1	4	6	0	0	0	0	0
Coq. Carvão Mineral	1173	1578	3142	4901	4936	6605	6413	6067	7153	7309
Eletricidade	172	419	767	1062	1098	1234	1265	1397	1613	1692
Carvão Vegetal	1041	2476	2955	3820	4365	3563	3660	4804	3372	3021
Alcatrão / Outras Petróleo. Sec.	18	22	58	57	115	185	328	462	134	129
TOTAL	3.28	5.84	8.69	11.40	12.22	13.96	15.28	17.45	16.44	16.27
	4	4	4	5	5	2	5	9	5	5

Fonte: BEN (2014).

De 1981 a 1990, consumiu inicialmente, 7,34 milhões tep e finalizou em 12,23 milhões tep, com crescimento médio do consumo energético de 5,83% a.a.. Nesta década não houve inserção de fontes. As principais fontes energéticas nesse período foram o carvão vegetal com média de 3,83 milhões tep e o coque de carvão mineral com média de 4,71 milhões tep.

Entre 1991 a 2000, iniciou o consumo com 12,64 milhões tep e finalizou em 15,28 milhões tep, com crescimento médio do consumo energético de 2,13% a.a.. Nesta década apenas em 1996 e 1997 que o gás canalizado participou da matriz, nos demais anos não houve alteração. As principais fontes energéticas nesse período foram o carvão vegetal (de média 3,45 milhões tep), coque de carvão mineral (de média 6,30 milhões tep) e o carvão mineral (de média 0,64 milhões tep).

Entre 1991 a 2000, iniciou o consumo com 12,64 milhões tep e finalizou em 15,29 milhões tep, com crescimento médio do consumo energético de 2,13% a.a.. Neste período não houve alteração na matriz energética. As principais fontes energéticas nesse período foram o carvão vegetal (média de 3,45 milhões tep), coque de carvão mineral (média de 6,30 milhões tep) e o carvão mineral (média de 0,64 milhões tep).

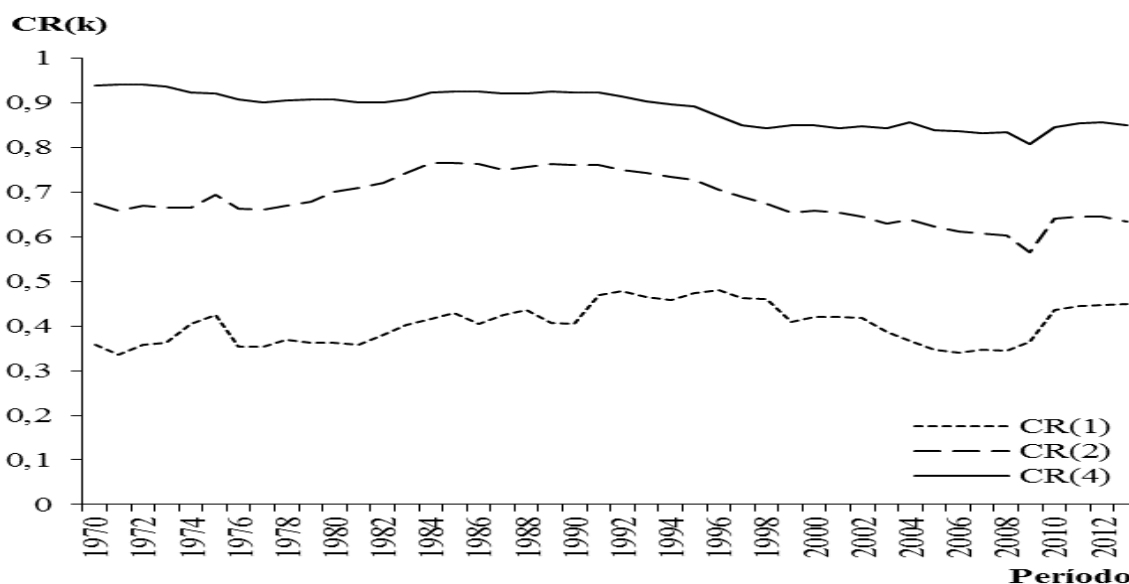
De 2001 a 2010, iniciou o consumo com 14,77 milhões tep e finalizou em 16,44 milhões tep, com crescimento médio do consumo energético de 1,20% a.a.. Neste período não houve alteração na matriz energética. As principais fontes energéticas nesse período foram: o carvão vegetal (de média 4,35 milhões tep), coque de carvão mineral (média de 6,31 milhões tep), o carvão mineral (média de 2,27 milhões tep), eletricidade (média de 1,42 milhões tep) e gás de coqueira (média de 1,01 milhões tep).

De 2010 a 2013, teve consumo inicial de 17,40 milhões tep e finalizou em 16,27 milhões tep, com crescimento médio do consumo energético de -0,74% a.a.. Neste período não houve alteração na matriz energética. As principais fontes energéticas nesse período foram: o carvão vegetal (de média 3,34 milhões tep), coque de carvão mineral (média de 7,50 milhões tep), o carvão mineral (média de 1,85 milhões tep), eletricidade (média de 1,70 milhões tep) e gás de coqueira (média de 1,28 milhões tep).

A Figura 1 apresenta razão concentração  $[CR(k)]$  das fontes energéticas da indústria brasileira de ferro gusa e aço, no período de 1970 a 2013. O  $CR(1)$  ficou no intervalo de 33,60 a

48,02%, com média de 40,44% do período estudado. De 1970 (35,70%) até 1996 (48,02%) o  $CR(1)$  tendeu a crescer gradualmente, com pico em 1975 (42,38%). De 1978 a 1983, ocorreu uma queda drástica quando a principal fonte representou 28,23% da matriz energética.

Em 1983, foi menor valor da série e após apresentou tendências de crescimento chegando 46,15% (2012). De 1997 até 2008 o  $CR(1)$  teve queda, saiu de 46,20% para 34,50%, respectivamente. De 2009 para 2013 cresceu, saiu de 36,44% para 44,91%, respectivamente. A principal fonte foi representada pelo coque de carvão mineral, com exceções no período de 1971-1976 que o carvão vegetal foi a principal fonte.



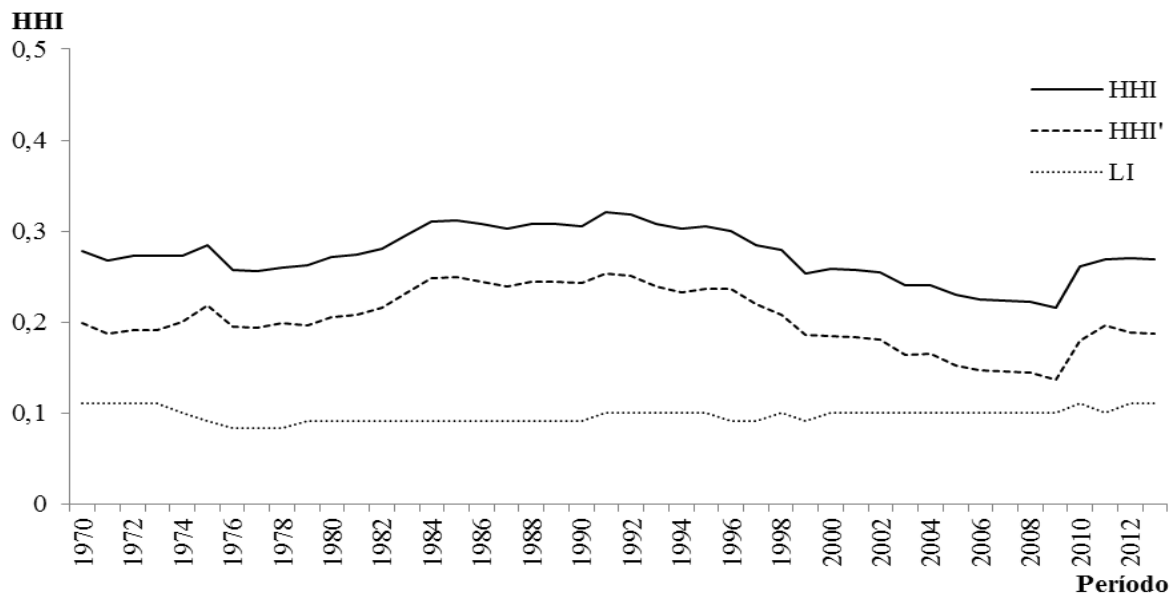
**Figura 1.** Razão Concentração das fontes energéticas da indústria de ferro gusa e aço, no período de 1970 a 2013.

O  $CR(2)$  ficou no intervalo de 56,41 a 76,50%, com média de 68,50% do período estudado. De 1970 até 1984 o  $CR(2)$  tendeu a crescer, saiu de 67,40% e foi para o máximo, respectivamente. De 1985 (76,46%) até 2013 (63,47%) teve queda. A segunda maior fonte foi o carvão vegetal, com exceção do período 1971-1976 (coque de carvão mineral foi a segunda maior). O  $CR(4)$  ficou no intervalo de 83,27 a 94,17%, com média de 88,74% no período estudado. O  $CR(4)$  teve tendência a decrescimento, saiu de 93,94% (1970) para 84,98% (2013). Consequentemente desconcentrou o consumo da IBFG. De 1970 até 1980, a terceira e quarta fonte energética foram o óleo combustível e a eletricidade, respectivamente. Porém em 1981 e 1982 eles inverteram posição. A média da participação e do consumo absoluto do óleo combustível foram 15,87% e o 885,61 mil tep, enquanto que para a eletricidade foram 8,03% e 497 mil tep.

De 1983 a 1997, a terceira e quarta fonte energética foram a eletricidade e o gás de coqueira, respectivamente. A média da participação e do consumo absoluto do gás de coqueira foram 7,24% e o 928 mil tep, enquanto que para a eletricidade foram 9,03% e 1,15 milhões tep.

Em 1998 a terceira fonte foi a eletricidade, e a quarta foi o carvão mineral. De 1999 até 2013 essas posições ficaram invertidas. A média da participação e do consumo absoluto do carvão mineral foram 12,40% e o 2,04 milhões tep, enquanto que para a eletricidade foram 8,89% e 1,46 milhões tep.

A Figura 2 apresenta a evolução o Índice de Herfindahl-Hirshman ( $HHI$ ) do consumo energético da IBFG, no período de 1970 a 2013. Analisou a evolução do  $HHI'$  em 3 partes: 1970-1991; 1992-2009 e 2010-2013.

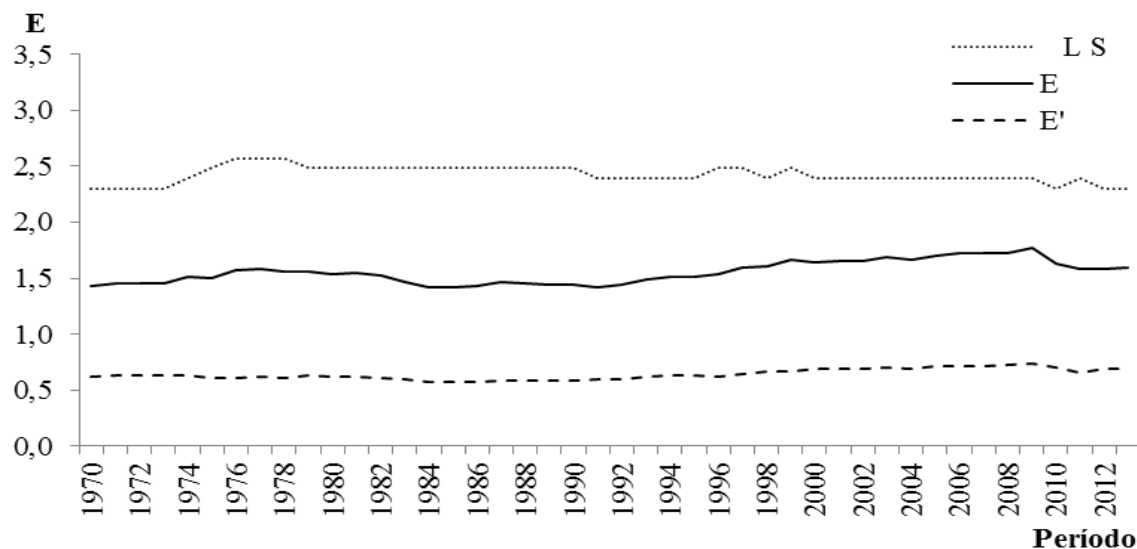


**Figura 2.** Índice de Herfindahl-Hirschman das fontes energéticas da indústria de ferro gusa e aço, no período de 1970 a 2013.

De 1970 até 1991 houve crescimento do valor do  $HHI'$ , que saiu de 0,1985 para 0,3210, teve uma classificação muito concentrado. Após 1992, o valor do  $HHI'$  caiu para 0,1367 (mínimo), em 2009. Neste período, houve a mudança de muito concentrado para pouco concentrado (2002-2003). De 2010 a 2013, os valores do  $HHI'$  voltaram a crescer: saiu de 0,1793 (2010) para 0,1874 (2013). Já em 2011 a concentração passou a ser muito concentrada, manteve-se em 2012 e 2013.

A diferença entre o  $HHI$  e o limite inferior, de 1970 até 1991 tendeu a crescer e com isso concentrou o consumo. Após este ano, tendeu a decrescer até 2009 alterando o grau de concentração para pouco concentrado. De 2010 até 2013 esta diferença voltou a crescer e caracterizou de 2011 até 2013 uma concentração alta do consumo energético. O  $HHI'$  também exibiu alterações radicais nos níveis de concentração, porém nos últimos 3 anos o consumo teve muita concentração.

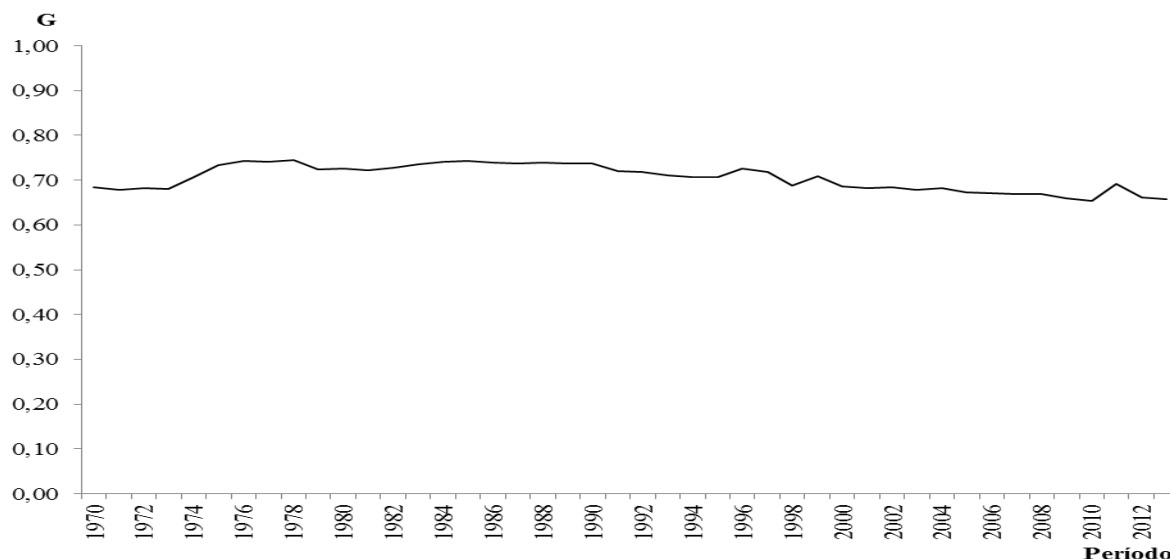
A Figura 3 apresenta a evolução da Entropia de Theil da IBFG entre os anos de 1970 a 2013. O índice de Entropia de Theil ajustado ( $E'$ ), durante o período analisado, apresentou valores mínimo de 0,5711 (1984) e máximo de 0,7373 (2009), sendo a concentração na IBFG baixa. De 1970 a 1992, o  $E'$  apresentou tendências a estabilidade, com uma média de 0,6049. A diferença entre o limite superior e  $E$  também apresentou uma certa estabilidade, com média de 0,9697.



**Figura 3.** Índice de entropia de Theil das fontes energéticas da indústria de ferro gusa e aço, no período de 1970 a 2013.

No período de 1993 até 2013 o  $E'$  teve crescimento, saiu de 0,6200 (1993) para 0,6915 (2013). A diferença entre o limite superior e  $E$  também decresceram, em 1993 era 0,9110, já em 2013 0,7102. Assim houve neste período um aumento na desconcentração do consumo da IBFG.

Figura 4 representa a evolução do Coeficiente de Gini ( $G$ ), no período de 1970 a 2013. Ao longo do período estudado o  $G$  variou entre os intervalos: 0,7432 (1976) e 0,6547 (2010). Houve predominância de uma desigualdade de média a forte de forte a muito forte. De 1970 a 1973 10 fontes compuseram a matriz energética. Porém em 1974 houve inserção do Gás Natural, com 2,48% do consumo. Esta inserção foi responsável pela mudança da classificação da desigualdade, saiu de médio a forte para forte a muito forte.



**Figura 4.** Índice de Gini do consumo energético da indústria brasileira de ferro gusa e aço, no período de 1970 a 2013.

A partir de 1974 (0,7766) até cresceu até o máximo (1976), quando 13 fontes participaram da matriz energética. Após isso foi caindo gradualmente até 1997 (0,7177), e com



isso o número de fontes participantes chegou a 11. Neste período a desigualdade do consumo ficou caracterizado como desigualdade forte a muito forte.

De 1998 até 2013 o G caiu gradualmente, com exceção do pico em 2011 (0,6917). O número de fontes participantes também caiu, chegando a 10 em 2013. Desse modo, a classificação da desigualdade do consumo neste período foi de forte a muito forte, com exceção de 1999 (médio a forte).

## CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas conclui-se que a indústria brasileira de ferro gusa e aço teve um consumo de 3.284 mil tep (1970) e 16.275 mil tep (2013) apresentando um crescimento médio anual de 3,79% a.a. no período de 1970 a 2013; O setor brasileiro de ferro gusa e aço manteve, durante todo o período analisado, uma concentração energética nas quatro principais fontes; O Coque de carvão mineral foi a principal fonte energética seguido do carvão vegetal para o setor de gusa e aço. A eletricidade se destaca como a terceira fonte a partir de 1985; O Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI) mostrou tendências de desconcentração para o período em análise, mas o consumo energético ainda é concentrado; Para o Índice de Entropia de Theil permaneceu estável ao longo do tempo, com alta concentração no consumo energético na indústria; Ao longo do período estudado o índice de Gini variou entre os intervalos 0,7432 (1976) e 0,6547 (2010) com predominância de desigualdade de média a forte de forte a muito forte; Os indicadores de concentração estudados mostraram elevada concentração para o período em análise.

## REFERÊNCIAS

- BAIN, J. **Industrial Organization**. New York: J. Wiley, 1959.
- 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.
- 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. 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.
- INSTITUTO AÇO BRASIL. **Números de Mercado**. Disponível em: <<http://acobrasil.org.br/site/portugues/numeros/numeros--mercado.asp>>. Acesso em: 12 maio 2014.
- 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. 488p.