

CONCENTRAÇÃO BRASILEIRA NA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE A PARTIR DA BIOMASSA

Luiz Moreira Coelho Junior¹, Edvaldo Pereira Santos Júnior², Filipe Vanderlei Alencar³, Pablo Aurélio Lacerda de Almeida Pinto⁴

Centro de Energias Alternativas e Renováveis - CEAR da Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Cx. Postal 5115, CEP 58.051-970, João Pessoa - PB, www.cear.ufpb.br

¹Economista, Dr. em Engenharia Florestal - luiz@cear.ufpb.br; ²Graduando em Engenharia de Energias Renováveis - edvaldo.junior@cear.ufpb.br;

³Graduando em Engenharia de Energias Renováveis – filipe.alencar@cear.ufpb.br; ⁴Economista, Dr. em Economia - pabloaurelioap@hotmail.com

Resumo: Nos últimos anos, o uso da biomassa vem ganhando importância como alternativa na geração de eletricidade e associadas às preocupações ao meio ambiente. Este trabalho caracterizou e analisou a concentração brasileira da geração de eletricidade a partir da biomassa. A mensuração da concentração foi por meio dos indicadores de Razão de Concentração ($CR(k)$), Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI) e o Índice de Gini (G). A partir das análises realizadas observou-se que 78% produção brasileira de eletricidade da biomassa vem do bagaço da cana de açúcar; a região sudeste apresentou o maior número de usinas de bioeletricidade e participou com 54,3% do total, com destaque para o estado de São Paulo com 219 empresas geradoras. Segundo os indicadores utilizados, a geração de eletricidade é altamente concentrada por tipo de biomassa. Não há concentração das empresas geradoras de eletricidade a partir da biomassa agroindustrial. Para as empresas que utilizaram a biomassa florestal apresentou $CR(4)$ baixo, $CR(8)$ moderadamente baixo, HHI não concentrado, mas o G inferiu desigualdade forte a muito forte. O estudo também mostrou que existe boa concorrência entre as usinas de biomassa por diferentes tipos de fonte.

Palavras-chave: Bioenergia; concentração energética; economia da energia renovável.

Introdução

A energia é um fator vital para a humanidade e em seus primórdios os custos associados a sua produção eram quase inexistentes. A energia era resultado de recursos florestais, como a lenha, e seu uso resumiam-se basicamente as atividades de aquecimento e preparo de alimentos. Com o passar dos anos e com o aumento demográfico mundial seu consumo se fazia cada vez mais indispensável ao ponto que outras fontes energéticas passaram a ser necessárias. A partir do século XVIII quando ocorreu a Revolução Industrial, o uso do carvão e petróleo passou a ser praticamente exclusividade na produção de energia (GOLDEMBERG e LUCON, 2007).

O uso da biomassa como recurso energético embora seja historicamente arcaico, ganhou nos últimos anos importância visto às alternativas de geração de energia e associadas as questões do meio ambiente. Deve-se compreender biomassa como todo recurso orgânico que possa ser utilizado

para gerar energia. Segundo Ramage e Scurlock (1996), afirma que mesmo com a grande área do planeta não florestada a quantia de biomassa existente na Terra é da ordem de 2 trilhões de toneladas. Em termos energéticos, isso corresponde a mais ou menos 3.000 MJ por ano; ou seja, os recursos de biomassa florestal existentes na Terra são suficientes para gerar oito vezes mais energia primária, que a consumida mundialmente.

Uma das principais formas de energia é a eletricidade, e uma das mais necessárias a sociedade contemporânea. A geração de eletricidade pode ser realizada através de um grande número de recursos, sejam eles renováveis ou não, dentro desta perspectiva a biomassa apresenta-se como um recurso de grande importância na geração de eletricidade pelo mundo.

Grande parte da geração de eletricidade a partir da biomassa mundialmente está centralizada no uso de resíduos, principalmente quando são usados como cogeração, ou seja, utilizados pelo próprio local onde são produzidos. Dessa forma grande parte do potencial mundial está instalada nas usinas de açúcar e/ou álcool, os quais utilizam principalmente o bagaço da cana de açúcar, seja para ser incinerado ou fazendo uso dos gases gerados na sua decomposição (CORTEZ et al., 2008). O Brasil possui um dos melhores potenciais de geração de energia do mundo, mesmo não sendo um país conhecido por ter grandes reservas de petróleo e gás. O Estado brasileiro guarda um grande potencial de geração elétrica por meio de biomassa.

Se considerado a grande extensão territorial brasileira e a excelência na silvicultura, juntamente à possibilidade de utilização dos resíduos florestais e agrícolas, o país tem um potencial elevado para ter autossuficiência sem o uso de combustível não renovável. Assim, os resíduos de origem florestal e agrícola formam uma forma de energia que deve ser explorada (SAITER, 2008).

Devido a grande importância das fontes de biomassa para a matriz energética do Brasil, este trabalho realizou uma análise descritiva da utilização de fontes de biomassa nos estados brasileiros e estudou a concentração na geração nacional de energia elétrica por usinas produtoras, para diferentes tipos de fonte de biomassa, no ano de 2016.

Metodologia

Dados Utilizados

Os dados utilizados para analisar a geração da bioenergia brasileira, por fonte e empresas, são do Banco de Informações de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), referente ao dia 17 de outubro, acumulado de 2016, disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Foram utilizados os

dados referentes à geração elétrica a partir do bagaço de cana de açúcar, biogás agroindustrial, capim elefante, casca de arroz, óleos vegetais, carvão vegetal, gás de alto forno, lenha, licor negro, resíduos florestais, biogás de resíduos animais e biogás de resíduos urbanos.

Medidas de Concentração

A Razão de concentração [$CR(k)$] considera a participação do consumo dos k (sendo $k = 1, 2, \dots, n$) fontes energéticas de determinada usina. Bain (1959) diz que a forma algébrica da razão de concentração é:

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

em que, $CR(k)$ = Razão de concentração de k fontes de biomassa; s_i = *market share*, em porcentagem, da fonte i do total consumido por determinada usina. Convencionalmente, utiliza-se o $CR(4)$ e o $CR(8)$ para análise de concentração de acordo com a classificação de Bain (1959), pois na medida em que o valor do índice aumenta, eleva-se também o poder de mercado. Para o cálculo da razão de concentração, as participações das fontes foram ordenadas de forma decrescente.

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 de geração elétrica a partir de fonte de biomassa utilizando os dados de geração de todo o país, por meio da expressão:

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

em que, n = número de usinas geradoras; s_i = *market share*, em porcentagem, da fonte energética i do total gerado em usinas nacionais.

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 bioenergéticas têm a mesma grandeza. 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 usinas que utilizam uma dada fonte, 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 $0 \leq HHI' \leq 0,1$, a geração é desconcentrada. O intervalo $0,1 \leq HHI' \leq 0,18$ indica uma geração pouco concentrada. Mas, quando $HHI' > 0,18$, a geração é muito concentrada (RESENDE e BOFF, 2002).

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 na geração elétrica das usinas de energia.

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,

$$G = 1 - \frac{\left[\sum_{i=1}^n (s_{ij} + s_i) \right]}{n} \quad (3)$$

em que, $n = n$ = número usinas geradoras; s_{ij} = participação cumulativa das fontes de biomassa em ordem crescente; s_i = *market share*, em porcentagem, da fonte bioenergética i do total consumido na geração.

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

Segundo os dados da Aneel (2016), o Brasil tem uma capacidade de geração de energia elétrica de 156,4 GW, dos quais 13,98 GW são vindos de fontes de biomassa. As principais fontes utilizadas para geração de eletricidade por biomassa no Brasil estão dispostas na Figura 1.

A principal fonte é o bagaço de cana de açúcar que é responsável por 78% da geração elétrica com potência instalada de 10,804 GW, o licor negro é a segunda principal fonte de produção energética, este é responsável por 2,26 GW de potência, correspondendo a 16% da eletricidade vinda da biomassa. Os resíduos florestais, responsáveis por 3% da geração, representam 386 MW de energia elétrica.

Compõe as Outras Fontes mostradas na Figura 1, o Biogás (1,67%), Capim Elefante (0,47%), Carvão Vegetal (0,39%), Casca de Arroz (0,32%), Lenha (0,1%) e os Óleos Vegetais (0,03%). A análise dos

indicadores de concentração e desigualdade para geração brasileira para os diferentes tipos de fonte de biomassa é apresentada na Tabela 1.

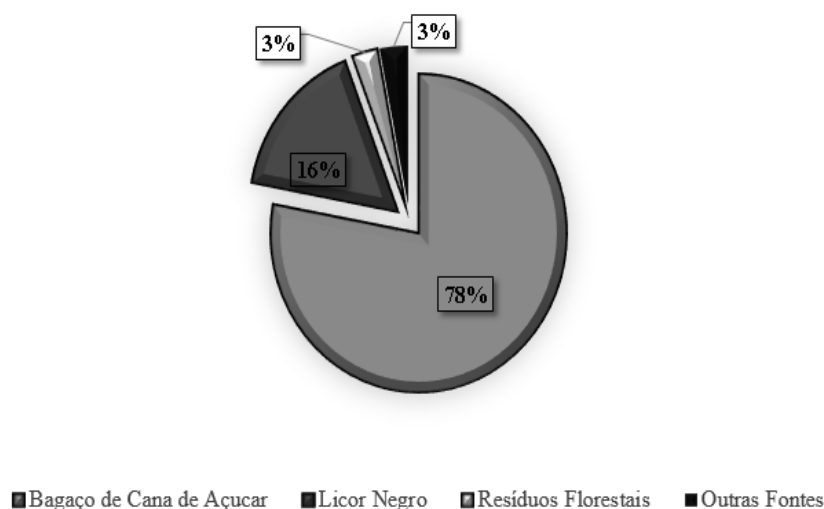


Figura 1. Composição das matérias-primas na produção bioenergética brasileira.

Fonte: Aneel (2016)

Conforme Bain (1959) o CR (4) e CR (8) classificam a geração de eletricidade nacional como muito concentrada. A análise do CR(1) permite afirmar o mesmo, tendo em vista que apenas o bagaço de cana é responsável por 77,25% da produção de eletricidade a partir da biomassa no Brasil. É ainda importante destacar a participação do licor negro que junto ao bagaço de cana supre 93,42% da energia da biomassa. Os resíduos florestais somam 2,75%, seguido pelo gás de alto forno com 1,66% da produção nacional, as demais fontes presentes no CR(8) somam juntas 2% da geração.

A análise do indicador *HHI* junto ao Limite Inferior demonstra que em 2016 a geração foi muito concentrada em relação às fontes, evidenciando ainda mais a elevada contribuição do bagaço de cana e do licor negro, no setor. Para Resende e Boff (2002), o índice *HHI'* aponta que a geração de eletricidade no Brasil em relação às diferentes fontes de biomassa é classificada com muito concentrada. O índice de Gini (*G*) confirma a análise feita pelos indicadores de concentração, com valor de 0,7619 apresenta classificação de desigualdade forte a muito forte.

Tabela 1. Indicadores de concentração e desigualdade das fontes de biomassa na geração de eletricidade brasileira para 2016.

Indicador	Valor	Indicador	Valor
CR (1)	0,7725	HHI	0,5823
CR (2)	0,9342	Lim. Inferior	0,1111
CR (4)	0,9784	HHI'	0,5823
CR (8)	0,9986	G	0,7619

Fonte: Elaboração Própria (2016)

Na avaliação por regiões, o Sudeste é o maior gerador de energia a partir da biomassa, responsável por 54,3% do total, que corresponde a 7,59GW de energia, seguindo pelas regiões Centro-Oeste (21,53%), Nordeste (12,39%), Sul (11,02 %) e Norte (0,73%). A participação por estados produtores de bioenergia é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Participação dos estados brasileiros na produção de eletricidade a partir de fontes de biomassa.

UF	Pot. (GW)	%	Nº	UF	Pot. (GW)	%	Nº	UF	Pot. (GW)	%	Nº
AC	1,5	0,01	1	MG	1.496,9	10,7	63	RN	57	0,41	2
AL	290,7	2,08	22	MS	1.487,2	10,6	27	RO	2,3	0,02	1
AM	9,0	0,06	1	MT	246,1	1,76	18	RR	4,8	0,03	1
AP	1,7	0,01	1	PA	83,8	0,6	10	RS	310,1	2,22	13
BA	520,2	3,72	7	PB	67,2	0,48	3	SC	185,2	1,32	21
CE	118	0,84	1	PE	320,4	2,29	22	SE	59,7	0,43	5
ES	231,5	1,66	5	PI	8,8	0,06	1	SP	5.819,5	41,6	219
GO	1187,3	8,49	33	PR	1.046,8	7,48	44	TO	91,5	0,65	2
MA	291,8	2,09	7	RJ	46,7	0,33	2	Total	13.985,8	100	532

Fonte: BIG – ANEEL (2016)

O estado de São Paulo é o principal polo gerador de eletricidade a partir de biomassa no Brasil responsável por 41,60%. Os principais parques industriais nacionais estão presentes nesse estado o que faz com que a cogeração com os resíduos seja tão intensa. São Paulo conta ao todo com 219 empresas que geram energia a partir da biomassa, o que representa 41,16% do número de usinas instaladas no país. Do total de usinas do estado paulista, 203 são de cana de açúcar (5,64GW), oito são de biogás (66,65 MW), quatro de resíduos florestais (60,71MW), duas de licor negro (41,20 MW), uma de lenha (3,15 MW) e uma de casca de arroz (2MW). Após o estado de São Paulo, aparecem o estado de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, praticamente com a mesma participação na geração nacional, 10,7% e 10,6%, respectivamente.

A maior parte do potencial mineiro é vindo do bagaço de cana de açúcar, que representa 82,34% do total gerado. São ao todo 41 empresas de geração a base do bagaço, 8 a partir do biogás, 3 a carvão vegetal, 7 com gás de alto forno, 3 de resíduos florestais e apenas uma de licor negro. O estado de Mato Grosso do Sul também tem no bagaço sua principal fonte de geral energética a partir da biomassa, são 22 usinas geradoras que representam 72,5% da potência gerada no estado, os outros 27,5% são divididos entre, duas usinas de licor negro, duas de gás de alto forno e uma de resíduos florestais.

Dentre todos os estados a Bahia é o maior produtor de energia utilizando o licor negro, são 439,72 MW vindos dessa fonte, valor esse que corresponde a 84,52% (3 usinas) do total gerado vindo de biomassa no estado. Apenas o Distrito Federal não apresentou geração de energia elétrica a partir de fontes de biomassa, certificada na Aneel.

O recurso da biomassa agroindustrial representa um total de 10,92 GW de energia disponível no Brasil, esse valor de 78% do potencial elétrico gerado a partir das fontes de biomassa. As fontes que compõe a biomassa agroindustrial são dispostas na Tabela 3.

Tabela 3. Fontes da biomassa agroindustrial brasileira

Fonte	Geração (MW)	Participação (%)
Bagaço de Cana	10.804,56	98,97
Biogás - AGR	1,82	0,02
Capim Elefante	66,00	0,60
Casca de Arroz	45,33	0,42

Fonte: BIG – ANEEL (2016)

Para análise do comportamento de concentração das fontes dentro da biomassa agroindustrial por indústrias ou usinas produtoras de eletricidade, conforme a Tabela 4. O $CR(2)$ teve valor de 0,02537 ou 2,53% do total produzido nacionalmente, as empresas El Dourado e a Barra Bioenergia, dos estados do Mato Grosso do Sul e de São Paulo, respectivamente, compõe o $CR(2)$, mostrando que há um importante contribuição destas usinas para a geração nacional. A El Dourado tem 141 MW de potência instalada, correspondendo a 1,29% do total das usinas agroindustriais.

De acordo com classificação de Bain (1959), o $CR(4)$ classificou a concorrência de produção elétrica como baixa, as usinas Eldorado (MS), Barra Bioenergia (SP), Cocal II (SP) e Santa Luzia (MS) , produzem juntas um total de 538 MW de eletricidade. O $CR(8)$ infere também uma concentração baixa no setor, as oito empresas produzem 1.014 MW de eletricidade, sendo todas situadas nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul ou Goiás. Os demais indicadores de Razão Concentração demonstram que não existe concentração considerável nesse tipo de produção no Brasil. As usinas nacionais do segmento de biomassa agroindustrial se apresentam de forma desconcentrada.

O indicador HHI demonstrou o mesmo afirmado pelo $CR(k)$, a diferença entre os valores de HHI e Limite Inferior foi de 0,0030 o que caracteriza desconcentração. A análise do HHI' permitiu afirmar também que não há concentração no setor, o valor de HHI' foi de 0,00299. O índice de Gini demonstra uma desigualdade nula ou fraca para a geração elétrica a partir de fontes de biomassa agroindustriais.

Tabela 4. Indicadores de concentração da biomassa brasileira agroindustrial por usinas

Indicador	Valor	Indicador	Valor
CR(2)	2,54 %	HHI	0,0054
CR(4)	4,93 %	Limite Inferior	0,0024
CR(8)	9,29 %	HHI'	0,0029
CR(20)	20,0 %	G	0,2125
CR(30)	27,30 %		

A biomassa florestal é responsável por gerar 2,94 GW de energia, que corresponde a 21,08% da potência brasileira de geração elétrica a partir de biomassa. As fontes que integram a biomassa florestal no Brasil estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Fontes da biomassa florestal brasileira

Fonte	Potência (MW)	Participação (%)
Carvão Vegetal	54	1,83
Gás de Alto Forno	232	7,88
Lenha	15	0,50
Licor Negro	2.261	76,68
Resíduos Florestais	387	13,11

Fonte: BIG – ANEEL (2016)

Tendo conhecimento quais fontes fazem parte da biomassa florestal a Tabela 6 apresenta os indicadores de concentração de acordo com as usinas que se utilizam desse tipo de fonte energética. O *CR(1)* demonstra que não existe uma usina monopolizando o setor de geração de eletricidade a partir de biomassa florestal no Brasil, a Klabin Celulose, usina localizada no Paraná é a maior produtora de eletricidade que utiliza de biomassa florestal, a sua potência instalada de 330 MW é gerada a partir do licor negro, correspondendo a 4,78% do total produzido a partir do mesmo recurso. O *CR(2)* teve valor de 0,0939 do total produzido no Brasil, junto a usina Klabin Celulose, a Suzano Maranhão, do estado do Maranhão, compõe o *CR(2)* sendo a segunda maior usina de eletricidade a partir de biomassa florestal em operação no Brasil, utilizando também o recurso do licor negro. A análise do *CR(2)* mostra que apenas duas usinas já representam uma participação importante no cenário nacional.

Tabela 6. Indicadores de concentração da biomassa brasileira florestal por usinas

Indicador	Valor	Indicador	Valor
CR(1)	4,78%	HHI	0,0561
CR(2)	9,39%	Limite Inferior	0,0115
CR(4)	18,26%	HHI'	0,0452
CR(8)	59,94%	G	0,864824
CR(20)	86,48%		

Fonte: Elaboração própria (2016)

O *CR(4)* apresentou valor de 18,25%, o que segundo Bain (1959) classifica as usinas de geração elétrica como de baixa concentração, junto as duas usinas citadas na análise do *CR(2)*, a usina CMPC (RS) e a Eldorado Brasil (MS), estas quatro usinas produzem juntas 265,46 MW de eletricidade. O *CR(8)* de 59,9% mostra que a geração de eletricidade é moderadamente baixa sendo 7 das 8 indústrias utilizadoras do

recurso do licor negro e apenas uma de gás de alto forno. O CR (20) corresponde a 86,48% da geração em MW de usinas a base de biomassa florestal, ao todo são 88 usinas no país o que mostra a grande importância das 20 primeiras usinas para a geração nacional.

O indicador *HHI* confirmou o mostrado pelo *CR(k)*, a diferença entre os valores de *HHI* e Limite Inferior foi de 0,0446 mostrando que não há concentração elevada na geração elétrica. De acordo com a classificação de Resende e Boff (2002) a análise do *HHI'* permite afirmar que não há concentração entre as usinas que utilizam biomassa florestal, o valor de *HHI'* foi de 0,0452. O valor do índice de Gini diverge da análise feita pelos *CR's* e *HHI*, com valor de 0,8648, as usinas de geração elétrica com base em biomassa florestal são classificadas como de desigualdade forte a muito forte.

O uso de biogás vindo de resíduos animais é ainda pouco explorado no Brasil, apenas 11 empresas fornecem eletricidade a partir desse recurso, sendo em sua maioria granjas e fazendas onde a produção elétrica é apenas um produto secundário de sua produção. Os indicadores de concentração apontaram que existe concentração elevada entre as produtoras. O *CR(1)* apresentou valor de 38,58% do total gerado nacionalmente, a responsável pelos 810 KW gerados é a Fazenda da Luz, localizada na cidade de Abelardo Luz, Santa Catarina. O *CR(2)* teve valor de 58,78%, mostrando o alto grau de concentração entre as produtoras, a Fazenda da Luz e a Granja São Roque, ambas de Santa Catarina são responsáveis por mais da metade da produção nacional a partir desse tipo de fonte. De acordo com Bain (1959) o *CR(4)* é classificado como concentração alta, embora esteja no limite da classificação com valor de 74,95%. A potência gerada pelas quatro maiores usinas é de 1,57 MW. A análise do *CR(8)* classifica o setor como altamente concentrado com valor de 93,3% e potência de 1,96 MW.

O *HHI* apontou concentração razoavelmente elevada para a amostragem. O *HHI'* com valor de 0,1346 classificou como pouco concentrado, a avaliação do *HHI* diverge um pouco da feita pelo índice de Razão de Concentração devido a contabilização do número de usinas envolvidas. O índice de Gini complementa a análise dos demais indicadores, com valor de 0,622 é classificado como desigualdade média a forte.

Assim como na produção de eletricidade a partir do biogás vindo de resíduos animais, o número de usinas geradoras de energia elétrica a partir do biogás de resíduos urbanos (Biogás-RU) também é pequeno no Brasil, contando com apenas 15 no total. O *CR(1)* indicou que a Termoverde Caieras, do estado de São Paulo é responsável 26% do produzido nacionalmente a partir desse tipo de fonte, com potência instalada de 29,54 MW. O *CR(2)* apresentou valor de 45, 13%, mostrando a relevância das duas principais usinas para esse tipo de produção, junto a Termoverde Caieras, a São João Biogás (SP) compõe a razão de concentração (2). A análise do *CR(4)* mostrou que o setor tem uma concentração alta, com valor de 70,11%. Junto as empresas citadas anteriormente a usina Salvador (BA) e a BioTérmica Recreio (RS) são as quatro maiores empresas em potência instalada no país. O *CR(8)* reforça o já apresentado no *CR(4)*, com 85,82% o setor recebe classificação de concentração alta. O *HHI'* teve valor de 0,1613, demonstrando pouca concentração

entre as usinas de resíduos urbanos. O índice de Gini com valor de 0,6653 demonstra a existência de desigualdade média a forte entre as usinas.

Os biocombustíveis líquidos não apresentam número relevante de usinas geradoras de eletricidade no Brasil. Apenas a Indústria Agropalma e Indústria Palmares, ambas do estado do Pará, produzem a partir desse tipo de fonte, somando uma potência de 4,35 MW.

Conclusões

A partir das análises realizadas, conclui-se que: o bagaço de cana de açúcar é a fonte que apresenta maior grau de concentração na produção de eletricidade dentre as fontes de biomassa no Brasil. As usinas produtoras de bioeletricidade não apresentam concentração, caracterizando um mercado de produção competitivo. A região sudeste é a que apresenta o maior número de usina de bioeletricidade devido as atividades industriais da região, a região Nordeste e Sul também mostram grande importância na geração nacional. O estado de São Paulo é o que mais produz eletricidade a partir de fonte bioenergética, com 41,60% do total gerado no Brasil. Segundos os indicadores utilizados, a geração de eletricidade é altamente concentrada por tipo de biomassa. Não há concentração das empresas geradoras de eletricidade a partir da biomassa agroindustrial. Para as empresas que utilizaram a biomassa florestal apresentou *CR(4)* baixo, *CR(8)* moderadamente baixo, *HHI* não concentrado, mas o *G* inferiu desigualdade forte a muito forte. O estudo também mostrou que existe boa concorrência entre as usinas de biomassa por diferentes tipos de fonte.

Referências

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil** / Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília, 2002.

BAIN, J. **Industrial Organization**. New York: J. Wiley, 1959. 274 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030** / Ministério de Minas e Energia ; colaboração Empresa de Pesquisa Energética . _ Brasília : MME : EPE, 2007.

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

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos avançados**, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007.

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. 172 p.

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

RAMAGE, J; SCURLOCK, J. Biomass. In: BOYLE, G. **Renewable Energy: Power for a Sustainable Future**. New York: Oxford University Press, 1996.

RESENDE, M. Medidas de concentração industrial: uma resenha. **Revista Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 12, n. 21, p. 24-33, jul./set. 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.

SAITER, Osmir. **Utilização de resíduos agrícolas e florestais como fonte de energia para a secagem de grãos de *Coffea canephora* var. Conilon**. UFRRJ. Seropédica, Rio de Janeiro, 2008.

THEIL, H. **Economics and information theory**. Amsterdam: North-Holland, 1967. 488p.