

NEREUS

Núcleo de Economia Regional e Urbana
da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo
Regional and Urban Economics Lab

**CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DAS EXPORTAÇÕES
BRASILEIRAS: UMA ANÁLISE SISTÊMICA POR ÁREA DE
CONCESSÃO DE DISTRIBUIÇÃO**

Maria Carolina C. Marques
Eduardo A. Haddad

TD Nereus 01-2013
São Paulo
2013

Consumo de Energia Elétrica das Exportações Brasileiras: Uma Análise Sistêmica por Área de Concessão de Distribuição

Maria Carolina C. Marques e Eduardo A. Haddad

Resumo. Este trabalho tem como objetivo analisar a composição setorial do consumo de energia elétrica incorporado às exportações brasileiras em cada área de concessão de distribuição. Para tanto, foi elaborada uma matriz de insumo-produto inter-regional e coeficientes setoriais de consumo de energia elétrica por área de concessão. Foi constatado que o consumo de energia elétrica incorporado às exportações é maior nos setores industriais e que a produção destinada à exportação é mais eletrointensiva que a produção destinada ao consumo interno em 37 das 58 áreas de concessão analisadas.

1. Introdução

A energia elétrica cumpre um papel fundamental na produção dos mais diferentes setores da economia. Seja em pequena quantidade, garantindo o funcionamento de computadores no setor de serviços, como utilizada em larga escala na transformação de minério em metal na indústria de alumínio, sua utilização é essencial. Assim sendo, uma deficiência na prontidão de produção, transmissão e distribuição de energia elétrica pode levar desde a uma severa redução da produtividade à completa incapacidade produtiva.

A geração de energia elétrica no Brasil, por sua composição hidroelétrica majoritária, se localiza distante dos grandes mercados consumidores. Assim, para atingir todos os mercados consumidores, o Sistema Interligado Nacional possui 89,2 mil quilômetros de linhas de transmissão.¹ Para garantir a continuidade do fornecimento de energia elétrica, estas linhas devem comportar a tensão necessária para atender à demanda industrial e ser expandidas de acordo com as previsões de consumo de energia elétrica em cada região, estado e município do país. Ainda, a geração e transmissão de energia elétrica impactam o meio ambiente, seja através da emissão de poluentes atmosféricos pela geração termoelétrica ou da devastação ambiental causada na implantação de uma hidroelétrica.

¹ ANEEL. Atlas de Energia Elétrica no Brasil, 3ª edição.

O mercado de distribuição de energia elétrica é um monopólio natural e comporta apenas uma firma operando por região. Para garantir a cobrança de um preço justo e a qualidade e continuidade do serviço, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabelece Áreas de Concessão de Distribuição de Energia Elétrica, doravante referidas como ACDEs. As firmas que ganham o processo licitatório se comprometem a prestar serviço de distribuição aos consumidores cativos de sua região e a se submeter à regulação da ANEEL, que estabelece os valores de tarifas por ACDE, de acordo com a qualidade do serviço prestado.

Deste modo, qualquer análise do consumo de energia elétrica em um país de vasto território e heterogêneo na estrutura produtiva de suas regiões, como o Brasil, deve levar em consideração o espaço e mais especificamente a distribuição espacial da produção setorial. Além disso, o Brasil apresenta uma acentuada heterogeneidade tecnológica no espaço, o que permite que firmas classificadas no mesmo setor apresentem coeficientes de consumo de energia elétrica significativamente diferentes entre suas regiões. Assim, controlando por fatores espaciais e setoriais, é possível estabelecer uma relação estreita entre produção e consumo de energia elétrica. Para estabelecer esta relação, as ACDEs são a unidade espacial mais adequada, pois as diferenças de qualidade no serviço e de preço entre as distribuidoras podem gerar diferentes estruturas produtivas e diferentes níveis de eficiência energética nos setores.

Contudo, uma análise de cada setor isoladamente não é suficiente, pois a produção de um determinado setor depende da produção dos outros setores, seja como fornecedores de insumos, seja como demandantes de seu produto. Da mesma maneira, uma análise das regiões separadamente deixa a desejar, pois negligencia o comércio inter-regional, o qual possibilita a transferência de insumos de uma região para outra, expandindo a capacidade produtiva por explorar as vantagens comparativas dentro do território nacional, além de permitir o escoamento da produção final para outras regiões, aumentando o mercado consumidor e possibilitando ganhos de escala.

Deste modo, parte da produção de cada setor é destinada ao consumo interno, sendo este subdividido em consumo intermediário, consumo do governo, consumo das famílias e investimento, enquanto outra parcela da produção se destina à demanda externa, compondo as exportações brasileiras.

O comércio internacional é amplamente estudado pela teoria econômica e a importância das exportações para a estabilidade, o crescimento e o desenvolvimento dos países é debatida entre as mais diversas correntes de pensamento. Seja como financiadoras das importações, como ampliadoras de mercados para possibilitar a diversificação de produtos ou simplesmente como uma forma de explorar as vantagens comparativas do país, as exportações são consideradas vitais e sua estrutura deve, portanto, ser cuidadosamente analisada. Além disso, a composição das exportações impacta diretamente a estrutura produtiva de cada região, gerando pressões sobre sua infraestrutura e sobre seu consumo energético. Este impacto, entretanto, não se limita apenas à própria região, mas se propaga para outras regiões através das ligações produtivas supracitadas.

O objetivo deste artigo é analisar o impacto das exportações brasileiras sobre o consumo de energia elétrica em cada ACDE, mapeando seus efeitos ao longo de toda a cadeia produtiva ao estimar o consumo total de energia elétrica incorporado aos fluxos de bens e serviços destinados ao exterior. Para alcançar este objetivo, será utilizada uma matriz de insumo-produto inter-regional combinada a coeficientes de intensidade de consumo de energia elétrica. Esta metodologia tem como benefício a possibilidade de desagregação setorial enquanto mantém o caráter integrado da produção; além disso, sua forma inter-regional contempla satisfatoriamente os vínculos produtivos entre as diferentes regiões.

O modelo de insumo-produto inter-regional utilizado (HADDAD e MARQUES, 2012) apresenta 58 regiões, correspondentes às ACDEs, e 15 setores produtivos, sendo que, dentre estes, nove são classificados como setores industriais. A desagregação do setor industrial, embora limitada pela qualidade e quantidade dos dados disponíveis, se justifica pela importância dos setores industriais no consumo de energia elétrica na produção. Dos 15 setores analisados, seis são classificados como setores eletrointensivos, isto é, setores com grande intensidade no consumo de energia elétrica na sua produção, e todos os seis são setores industriais.

O artigo se divide em cinco seções, sendo a primeira esta introdução. A segunda seção apresenta a revisão de literatura e a metodologia utilizada neste trabalho. A terceira

seção apresenta a organização das informações sobre consumo de energia elétrica, contemplando as hipóteses necessárias para compatibilização das diferentes fontes de dados, bem como as limitações encontradas. A quarta seção apresenta os resultados, com análises da pauta de exportações das ACDEs, dos coeficientes setoriais de consumo de energia elétrica e do consumo de energia elétrica inicial, direto, indireto e total dos fluxos de exportação. A quinta e última seção apresenta as considerações finais do trabalho.

2. Contextualização e Metodologia

Um estudo da Organização das Nações Unidas² indica que o mundo necessitará, em 2030, de 50% mais comida, 45% mais energia elétrica e 30% mais água em relação às necessidades de 2012. Este aumento substancial se deve não apenas ao crescimento populacional esperado, mas também à melhoria na condição de vida de milhões de pessoas, que sairão da pobreza extrema e começarão a consumir.

O Brasil é um predecessor deste último movimento e, enquanto a taxa de natalidade vem caindo no país, 37 milhões de pessoas entraram na classe média brasileira nos últimos 10 anos.³ Isso tem fortalecido imensamente a demanda interna e levado ao aumento da produção no país a despeito da crise mundial. Assim, a recuperação da demanda externa ao final da crise encontrará o Brasil com baixa capacidade ociosa de produção, o que gera a necessidade atual de se ampliar a infraestrutura de modo a atingir as condições necessárias para garantir a produção.

A disponibilidade energética é um dos focos nesta busca por provisão de infraestrutura, pois o processo de desenvolvimento econômico leva a um aumento substancial na demanda por energia elétrica e é necessário que planos de crescimento econômico venham acompanhados de um planejamento energético (ARBEX e PEROBELLI, 2010).

Esta relação entre crescimento econômico e consumo de energia elétrica se dá tanto pelo aumento da demanda final quanto pela alteração da estrutura produtiva. O aumento

² United Nations. *Resilient People, Resilient Planet: A future worth choosing*.

³ Secretaria de Assuntos Estratégicos, Presidência da República. *Cartilha Vozes da classe média*.

da demanda final aciona um aumento da produção através da cadeia produtiva, levando a um maior consumo energético. O efeito sobre a estrutura produtiva ocorre pela incorporação de novas tecnologias e atividades produtivas de maior valor agregado, que podem apresentar maior ou menor consumo de energia elétrica em sua produção. Estas últimas alterações não ocorrem tão rapidamente como as alterações na demanda final, pois demandam acumulação de capital, capacitação de pessoal, adequação de infraestrutura, entre outros. O foco deste trabalho é a demanda final, mais especificamente as exportações, e sua influência sobre o consumo energético através da cadeia produtiva.

O primeiro componente da demanda final a ser relacionado ao consumo de energia elétrica através da estrutura produtiva foi o consumo das famílias. HERENDEEN (1976) notou que o consumo energético das famílias não se limitava ao consumo direto (e.g. combustíveis para carros, eletricidade para uso doméstico), mas era também composto por uma parcela indireta, a energia elétrica incorporada aos bens e serviços consumidos pelas famílias no momento de sua produção. Este artigo contrariou a suposição dominante na época de que o consumo de energia elétrica das famílias é marginalmente decrescente com o aumento da renda. O autor afirma que este comportamento se limita ao consumo energético direto, enquanto o consumo energético indireto continua a crescer proporcionalmente com a renda.

Esta parcela de consumo energético indireto pode ser tratada como uma demanda derivada, o que significa que esta demanda surge como consequência da demanda por outros bens e serviços e deste modo depende da estrutura produtiva da economia, da intensidade energética de cada atividade, do nível de produção setorial e da idade do estoque de capital, (ALCÁNTARA E PADILLA, 2003).

Assim, cada componente da demanda final contém em si toda a energia elétrica utilizada em sua produção e em toda a cadeia produtiva de seus insumos. As exportações, como componente da demanda final, não apresentam exceção, porém a energia elétrica contida nestes produtos é enviada para fora de um país embutida nos produtos exportados, enquanto as consequências da produção desta energia elétrica permanecem dentro dos limites territoriais.

A relação entre produção, recursos energéticos e degradação ambiental tem ganhado cada vez mais visibilidade no cenário internacional. A Organização das Nações Unidas chegou a propor, na conferência Rio + 20, uma nova medida de riqueza que leve em consideração não apenas capital produzido, mas também acumulação de capital humano e capital ambiental.⁴

No meio acadêmico, entretanto, esta relação já vem sendo explorada nas últimas décadas. Matrizes de insumo-produto aliadas a coeficientes energéticos e coeficientes de emissão de poluentes vem sendo aplicadas a diversas economias com diferentes finalidades. A disseminação desta metodologia se deve à sua capacidade de captar adequadamente os efeitos intersetoriais.

A análise de matrizes de insumo-produto é utilizada, dentre outros, na geração de dados para subsidiar políticas públicas, pois ao mesmo tempo que permite uma visão macro da economia, vislumbra as relações microeconômicas entre setores, tendo sido utilizada para avaliar quais componentes da demanda final devem ser estimulados ou desestimulados para um uso mais eficiente de energia elétrica e para alterar a combinação de tecnologias usadas na geração de energia elétrica. (HAWDON e PEARSON, 1995).

Ainda, a metodologia de insumo-produto permite uma melhor compreensão das origens e destinos da produção, tornando possível traçar onde a energia elétrica está sendo consumida na produção e onde o produto final está sendo consumido. ALCÁNTARA e DUARTE (2004) utilizam uma decomposição estrutural para analisar a absorção energética de 15 países europeus, relacionando esta absorção a efeitos de demanda, de estrutura produtiva e de intensidade energética. Em seus resultados, eles apontam que as diferenças na absorção energética são fortemente influenciadas pela demanda e pela intensidade energética, enquanto as diferenças nas estruturas produtivas dos países não representavam uma forte influência sobre essas diferenças.

A relação entre exportações e meio ambiente também tem sido abordada e vem ganhando um caráter político e de desigualdade econômica. SU e ANG (2011) afirmam

⁴ United Nations Environment Programme (UNEP). *IWR – Inclusive Wealth Report*

que países desenvolvidos tendem a ser importadores líquidos de gases poluentes, isto é, os produtos que eles importam têm, agregados à sua produção, mais poluentes que os produtos que eles exportam, o que implica que a estrutura do comércio internacional tem gerado mais degradação nos países em desenvolvimento.

Nesse sentido, o trabalho de HILGEMBERG e GUILHOTO (2006) merece destaque, pois mapeia as emissões de CO₂ no Brasil em seis regiões, além de decompor estas emissões através de efeitos diretos, indiretos e induzidos. Seus resultados apontam os setores, por região, cuja produção gera mais emissões no Brasil, bem como sua relação com a média do país, servindo de indicação sobre onde se poderia intervir para reduzir as emissões em território nacional.

BARBOSA e YOUNG (1998) notam que as atividades do complexo exportador no Brasil são mais intensivas em emissões poluentes que o restante da economia. Isso em parte pode ser atribuído à qualidade ambiental ser vista como um bem de luxo, o que justificaria países em desenvolvimento concentrando atividades danosas ao meio ambiente (LUSTOSA E YOUNG, 2001).

Ainda, em um país de vasto território como o Brasil, não é suficiente fazer uma análise nacional. Tendo isto em vista, diversos trabalhos utilizaram matrizes de insumo-produto para avaliar a relação entre consumo de energia elétrica e estrutura produtiva sob uma perspectiva regional.

O trabalho de PEROBELLI et al (2007) estuda as relações intersetoriais e inter-regionais entre o estado de Minas Gerais e o restante do país, com foco na dependência energética. Seus resultados revelam que, para requerimentos inter-regionais, o componente indireto é mais relevante, enquanto para os requerimentos intrarregionais o componente direto é mais relevante para os setores de transporte, papel e celulose, ferro e aço e minerais não metálicos.

PEROBELLI et al (2010) avalia a dependência energética direta e indireta entre 5 regiões brasileiras (Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Restante do Brasil). Seus resultados apontam que os requerimentos diretos de energia elétrica são predominantemente intrarregionais, enquanto os requerimentos indiretos são

predominantemente inter-regionais, sendo o Rio Grande do Sul uma exceção, com maior influência de requerimentos indiretos intrarregionais.

Estes dois trabalhos, no entanto, utilizam apenas um setor de energia elétrica agregado que mistura fontes de energia elétrica como gás natural, álcool, combustíveis líquidos derivados de petróleo e eletricidade, mensurando as unidades físicas em toneladas equivalentes de petróleo. Esta agregação impede uma análise mais aprofundada do consumo de energia elétrica, o qual é o objeto de estudo deste trabalho.

Um importante desenvolvimento na análise do sistema elétrico brasileiro foi o trabalho realizado por SANTOS (2010), que analisou a distribuição espacial das tarifas de energia elétrica por meio de um modelo de equilíbrio geral computável, o qual considera como regiões as 27 Unidades Federativas – UF. Como parte de seu trabalho, analisou também os coeficientes de consumo de energia elétrica nas grandes regiões brasileiras, tendo sido encontrado, como resultado, que as regiões Norte e Nordeste são as que apresentam maior intensidade energética. Foi realizada a análise do padrão espacial do PIB dos setores eletrointensivos nas UFs e do seu consumo de energia elétrica, atribuindo a diferença entre as intensidades energéticas a fatores como diversificação energética, diferenciação de produto capaz de gerar mais valor adicionado, economias de escala e uso mais eficiente de energia elétrica nas regiões do centro-sul do país. Este trabalho destaca, ainda, que a possibilidade de substituir energia elétrica por gás natural na indústria é um dos fatores determinantes na intensidade de uso de energia elétrica, havendo evidências de que esta substituição energética ocorreu no sudeste brasileiro após disponibilizado e garantido o fornecimento de fornecimento de gás natural.

Este trabalho representou uma evolução em termos de modelagem econômica para o setor elétrico brasileiro. No entanto, ao considerar as UFs como unidades geográficas relevantes, diversas ACDEs foram agregadas, de modo que a elaboração de um modelo de equilíbrio geral computável que as contemple como unidades geográficas relevantes apresentaria um ganho de informação, dado que as tarifas de energia elétrica são determinadas por ACDE.

A elaboração da matriz inter-regional de insumo produto para as ACDEs pode ser considerada como um passo na direção da elaboração deste modelo de equilíbrio geral computável. No entanto, este trabalho limita-se a quantificar a energia elétrica incorporada às exportações brasileiras levando em consideração a localização de sua produção e da sua cadeia produtiva nas 58 ACDEs contidas no modelo descrito a seguir.

2.1. Metodologia

O modelo IIOS-ANEEL⁵ (HADDAD e MARQUES, 2012) consiste em um modelo inter-regional de insumo-produto e sua adoção decorre de sua capacidade de captar bem os efeitos *spillover* e *feedback* entre as regiões (MILLER e BLAIR, 1985). Qualquer elevação ou queda da produção em uma região, motivada por variação na demanda final, afeta não apenas aquela região, mas todas as outras regiões que produzem os insumos que esta região utiliza. O modelo utilizado neste artigo possui 58 regiões, relativas às ACDEs⁶, e 15 setores produtivos. Esquemáticamente, a matriz Z representa os fluxos de consumo intermediário entre todos os setores, bem como entre todas as regiões, sendo uma matriz quadrada de dimensão 870x870.

$$Z = \begin{bmatrix} Z^{1,1} & \dots & Z^{1,58} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z^{58,1} & \dots & Z^{58,58} \end{bmatrix}, \text{ onde } Z^{r,r} = \begin{bmatrix} Z_{1,1} & \dots & Z_{1,15} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{15,1} & \dots & Z_{15,15} \end{bmatrix}$$

O vetor de produção final, X, conseqüentemente, terá dimensão 870x1:

$$X = \begin{bmatrix} X^1 \\ \vdots \\ X^{58} \end{bmatrix}, \text{ onde } X^r = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_{15} \end{bmatrix}$$

A demanda final, Y, por sua vez, é composta pelo consumo das famílias, C, pelo investimento I, pelo Consumo do Governo, G, e pelas exportações, E. Sendo representada como:

$$Y = C + I + G + E \tag{1}$$

⁵ IIOS-ANEEL – Interregional Input-Output System (IIOS) for the Concession Areas of ANEEL.

⁶ Ver classificação regional no Anexo.

Efeito inicial das exportações = E

Como o foco do artigo é a demanda final externa, os componentes relativos à absorção doméstica foram agregados:

$$V = C + I + G \quad (2)$$

de modo que:

$$Y = \begin{bmatrix} Y^1 \\ \vdots \\ Y^{58} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V^1 \\ \vdots \\ V^{58} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} E^1 \\ \vdots \\ E^{58} \end{bmatrix} \quad (3)$$

onde

$$V^r = \begin{bmatrix} c_1 & + & i_1 & + & g_1 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{15} & + & i_{15} & + & g_{15} \end{bmatrix}$$

$$E^r = \begin{bmatrix} e_1 \\ \vdots \\ e_{15} \end{bmatrix}$$

É possível elaborar uma matriz de coeficientes setoriais e regionais, denominada matriz A, cujos elementos são calculados a partir dos elementos da matriz Z e do vetor X conforme o critério abaixo:

- (i) Caso o coeficiente represente o fluxo dentro de uma mesma região: $a_{ij}^{rr} = \frac{z_{ij}^{rr}}{x_j^r}$
- (ii) Caso o coeficiente represente o fluxo entre regiões diferentes: $a_{ij}^{sr} = \frac{z_{ij}^{sr}}{x_j^r}$

A matriz A pode, então, ser representada desta forma:

$$A = \begin{bmatrix} A^{1,1} & \dots & A^{1,58} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A^{58,1} & \dots & A^{58,58} \end{bmatrix}, \text{ onde } A^{r,r} = \begin{bmatrix} a_{1,1} & \dots & a_{1,15} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{15,1} & \dots & a_{15,15} \end{bmatrix}$$

Como a matriz A possui os coeficientes de produção, obtém-se o efeito direto das exportações ao pré-multiplicar o vetor E pela matriz A:

$$\text{Efeito direto de } E = AE$$

É possível, ainda, determinar a produção final a partir destas matrizes e vetores:

$$X = AX + Y \tag{4}$$

Rearranjando, chega-se à identidade de Leontief, onde é possível estabelecer a produção final a partir da demanda final e dos coeficientes que caracterizam a estrutura produtiva:

$$X = (I - A)^{-1}Y \tag{5}$$

Para efeito de simplificação:

$$B = (I - A)^{-1} \tag{6}$$

$$B = \begin{bmatrix} B^{1,1} & \dots & B^{1,58} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ B^{58,1} & \dots & B^{58,58} \end{bmatrix}, \text{ onde } B^{r,r} = \begin{bmatrix} b_{1,1} & \dots & b_{1,15} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{15,1} & \dots & b_{15,15} \end{bmatrix}$$

Assim sendo, é possível decompor a produção de acordo com os componentes da demanda final:

$$X = BV + BE \tag{7}$$

Obtemos assim, a parcela da produção gerada pelas exportações, denominada efeito total das exportações:

$$\text{Efeito total de } E = BE$$

Obtemos, então, o efeito indireto subtraindo o efeito direto e inicial do efeito total:

Efeito indireto de E

$$= \text{Efeito total de E} - \text{Efeito direto de E} - \text{Efeito inicial de E}$$

Para transformar estes efeitos de valores monetários para consumo de energia elétrica em unidades físicas, pré-multiplica-se o vetor desejado por uma matriz diagonal de coeficientes de consumo de energia elétrica G:

$$G = \begin{bmatrix} G^1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & G^{58} \end{bmatrix}, \text{ onde } G^r = \begin{bmatrix} g_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & g_{15} \end{bmatrix}$$

Tais coeficientes refletem em cada região, por setor, o quanto de energia elétrica é consumido, em unidades físicas, para produção de uma unidade monetária. Assim, ao pré-multiplicar esta matriz pelos vetores em unidades monetárias obtém-se a quantidade de energia elétrica consumida em unidades físicas.

Desta forma, pré-multiplicando-se a matriz diagonal G pelos efeitos inicial, direto, indireto e total definidos acima, é possível estabelecer qual o consumo de energia elétrica inicial, total, direto e indireto incorporado às exportações brasileiras, bem como mapear onde este consumo se realiza.

Consumo de energia elétrica inicial incorporado às exportações = GE

Consumo de energia elétrica total incorporado às exportações = GBE

Consumo de energia elétrica direto incorporado às exportações = GAE

Consumo de energia elétrica indireto incorporado às exportações

$$= GBE - GAE - GE$$

No que se segue, discutiremos os procedimentos utilizados na estimação da matriz G e, em seguida, utilizaremos o sistema de informações desenvolvido no âmbito deste trabalho para um estudo exploratório dos valores de consumo de energia elétrica inicial, direto, indireto e total nas ACDEs.⁷

3. Organização dos Dados de Consumo de Energia Elétrica

3.1. O Balanço Energético Nacional (BEN)

O Balanço Energético Nacional é produzido no Brasil desde 1976 e apresenta a contabilidade de toda oferta e consumo de energia elétrica no País, bem como dos processos de conversão energética e do comércio exterior de energia elétrica. O balanço contempla, além de energia elétrica, foco desta dissertação, petróleo, derivados de petróleo e biocombustíveis.

O Ministério de Minas e Energia (MME) era responsável pela produção do balanço até o ano de 2004 quando, com o objetivo de centralizar o planejamento energético de longo prazo no país e separá-lo dos procedimentos ministeriais, foi criada a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, que assumiu a responsabilidade por sua elaboração. A EPE passou, a partir de 2005, a publicar o BEN, assim como os planos de médio e longo prazo para estruturação do setor.⁸

A abertura setorial encontrada no BEN é estabelecida a partir do Código de Atividades da Receita Federal.⁹ Por esta abertura ser realizada após o recebimento dos dados pela EPE e não estar de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE, não é possível garantir a consistência dos dados setoriais para uma unidade espacial menor que a nacional.

⁷ A descrição da matriz inter-regional de insumo-produto encontra-se em HADDAD e MARQUES (2012).

⁸ Plano Decenal de Energia, com planejamento para 10 anos, e Plano Nacional de Energia, com planejamento para 30 anos.

⁹ Portarias no. 907, de 28 de agosto de 1989, e no. 962, de 29 de dezembro de 1987 – DOU de 31/12/87 – Seção I.

Para possibilitar maior abertura dos dados, em 23/11/2010, foi aprovada pela ANEEL a Resolução Normativa ANEEL no. 418 a qual impõe às distribuidoras a classificação dos consumidores de acordo com a CNAE, e o fornecimento de tal informação à ANEEL. A adequação completa das distribuidoras a este novo modelo está prevista para 2014, quando os dados relativos a 2013 serão coletados e compilados pela EPE.

Com isso, espera-se que seja possível maior desagregação espacial e setorial mantendo a consistência dos dados, o que é um passo fundamental para melhorar o planejamento do setor elétrico no Brasil.

3.2. Determinação dos Setores Eletrointensivos

Os dados do BEN, por serem os de maior abertura setorial, foram utilizados para estabelecer quais são os setores eletrointensivos na economia brasileira. Por não haver consenso na literatura sobre a determinação de setores eletrointensivos, foram considerados alguns parâmetros da literatura e definido um critério próprio para determinação dos setores eletrointensivos.

BERMANN (2004) considera como atividades industriais eletrointensivas as Indústrias de Cimento, Ferro-gusa e Aço, Ferro-ligas, Não-ferrosos e Outros da Metalurgia, Química, Papel e Celulose. Ele as define como setores produtivos que se caracterizam por consumir uma quantidade muito grande de energia elétrica para cada unidade física produzida. SANTOS (2010) considera como setores eletrointensivos aqueles cujos custos com insumos de energia elétrica superem 5% do custo total, e cujos custos de energia elétrica superem 2% dos custos totais, sendo estes setores Mineração, Têxteis, Papel e Celulose, Química, Cimento, Siderurgia e Metalurgia de Não-Ferrosos.

Neste trabalho, foi feita a opção por determinar como setores eletrointensivos aqueles cujo coeficiente de consumo de energia elétrica é maior que 95 KWh/VBP em milhões, sendo estes os setores de: Mineração e Pelotização; Papel e Celulose; Química; Minerais não metálicos; Ferro Gusa e Aço; Ferroligas; Não-ferrosos e Outros Metálicos. A Tabela apresenta esses cálculos.

Tabela 1. Determinação dos Setores Eletrointensivos

SETOR	Consumo de Energia (E) KWh	Valor Bruto da Produção (VBP) R\$ milhões	E/VBP
Agropecuário	17,538,040.00	227,105.30	77.22
Mineração e Pelotização	10,792,640.00	43,795.90	246.43
Alimentos e Bebidas	22,399,380.00	304,612.21	73.53
Têxtil	7,966,550.00	98,921.55	80.53
Papel e Celulose	16,584,380.00	77,200.31	214.82
Eletricidade	14,131.37	150,829.13	70.09
Energético	17,256,418.63	239,159.07	72.15
Química	23,085,550.00	239,592.57	96.35
Minerais não metálicos (cimento + cerâm	7,617,650.00	40,315.32	188.95
Ferro-gusa e aço + ferroligas	27,039,750.00	142,270.21	190.06
Não ferrosos e outros metálicos	38,064,990.00	39,685.42	959.17
Outras Indústrias	39,100,060.00	657,708.59	59.45
Transportes	1,570,050.00	209,671.89	187.49
Serviços (Comercial)	58,545,420.00	1,600,900.16	36.57
Público	33,727,000.00	540,503.37	62.40

3.3. Dados do Anuário Estatístico da EPE

A EPE divulgou, em 2011, o primeiro Anuário Estatístico de Energia Elétrica, doravante referido apenas como Anuário. Neste Anuário foram apresentados, pela primeira vez, dados de consumo de energia elétrica de 2006 a 2010, por Unidade da Federação e por classe de consumo. As classes de consumo disponíveis são: Residencial, Industrial, Comercial, Rural, Poder Público, Iluminação Pública, Serviço Público e Consumo Próprio.¹⁰

3.4. Dados da ANEEL e Proinfa

Foram obtidos, junto à ANEEL, os dados de consumo de energia elétrica para consumidores cativos, fornecidos por cada distribuidora para elaboração da tarifa de energia elétrica. Estes dados foram fornecidos com a seguinte classificação setorial: Comercial, Serviços e Outras, Consumo Próprio, Iluminação Pública, Industrial, Poder Público, Residencial, Rural, Rural Irrigante, Rural Aquicultor e Serviço Público (água, esgoto e saneamento).

¹⁰ Quando questionada sobre a possibilidade de abertura dos dados estaduais para os setores apresentados no BEN, a EPE afirmou que houve uma tentativa de obter esta abertura setorial para os dados estaduais, mas os resultados não foram consistentes e, portanto, não foram publicados.

Os dados dos consumidores livres ligados às distribuidoras e os dados referentes ao consumo dos consumidores livres ligados às transmissoras foram obtidos no Anexo da nota técnica do PROINFA.

O PROINFA é um programa de incentivo às fontes de energia elétrica renováveis financiado por todos os consumidores de energia elétrica, em quotas estabelecidas de forma proporcional ao seu consumo. No anexo da nota técnica do PROINFA de 2007 foi disponibilizado o consumo de energia elétrica de cada consumidor livre relativo ao período de agosto 2006 a julho de 2007.

3.5. Tratamento dos Dados de Consumo de Energia Elétrica

Como sugerido na exposição anterior, a obtenção dos dados setoriais de consumo de energia elétrica para as ACDEs exigiu pesquisa exaustiva e contato com todos os órgãos detentores de dados de consumo de energia elétrica.

O maior problema consistia no fato de que os dados de maior abertura setorial estavam disponíveis apenas em nível nacional, enquanto os dados de maior abertura espacial se encontravam muito agregados setorialmente, gerando prejuízo à análise, principalmente por manter todo o setor industrial agregado.

Para resolver este problema foram adotados os seguintes passos:

1. Os dados de consumidores cativos da ANEEL e de consumidores livres do PROINFA foram agregados setorialmente por distribuidora.¹¹
2. Os dados agregados no item 1 foram utilizados apenas para estabelecer coeficientes e distribuir os dados estaduais do anuário estatístico para os estados que possuem mais de uma distribuidora em seu território. Isto é, os dados de consumo das UFs que possuem apenas uma distribuidora foram atribuídos diretamente a esta distribuidora. Para as outras distribuidoras, que compartilham uma UF, os dados do Anuário foram distribuídos de acordo com a proporção de cada distribuidora na UF, sendo esta a proporção obtida a partir dos dados do item 1. Deste modo foi obtido o “Consumo de Energia Elétrica por Distribuidora

¹¹ As distribuidoras RS Cooperativa e SC Cooperativa não possuíam dados desagregados na ANEEL nem no PROINFA, estando agregadas à RGE e à CELESC, respectivamente.

- 1” (CEED1), na abertura espacial desejada e com dados consistentes, embora ainda muito agregados setorialmente.
3. Foi elaborado um Coeficiente Setorial Nacional de Consumo de Energia Elétrica, dividindo-se o consumo em GWh do BEN pelo Valor Bruto da Produção (VBP) setorial nacional, em milhões de reais.
 4. O Coeficiente Setorial Nacional foi multiplicado pelo VBP em milhões de reais de cada distribuidora, obtido na matriz inter-regional de insumo-produto construída, obtendo-se o “Consumo de Energia Elétrica por Distribuidora 2” (CEED2)¹².
 5. O CEED2 é utilizado, então, como coeficiente para abertura dos dados CEED1. Assim, foram obtidos os dados de consumo de energia elétrica nas aberturas espacial e setorial desejadas.
 6. Por fim, o consumo obtido no item 5 é dividido pelo Valor Bruto da Produção setorial de cada ACDE, gerando o coeficiente de consumo final.
 7. Foi analisada, por fim, a consistência dos coeficientes encontrados.

O estudo da dispersão destes coeficientes indicou algumas anomalias, sendo estas:

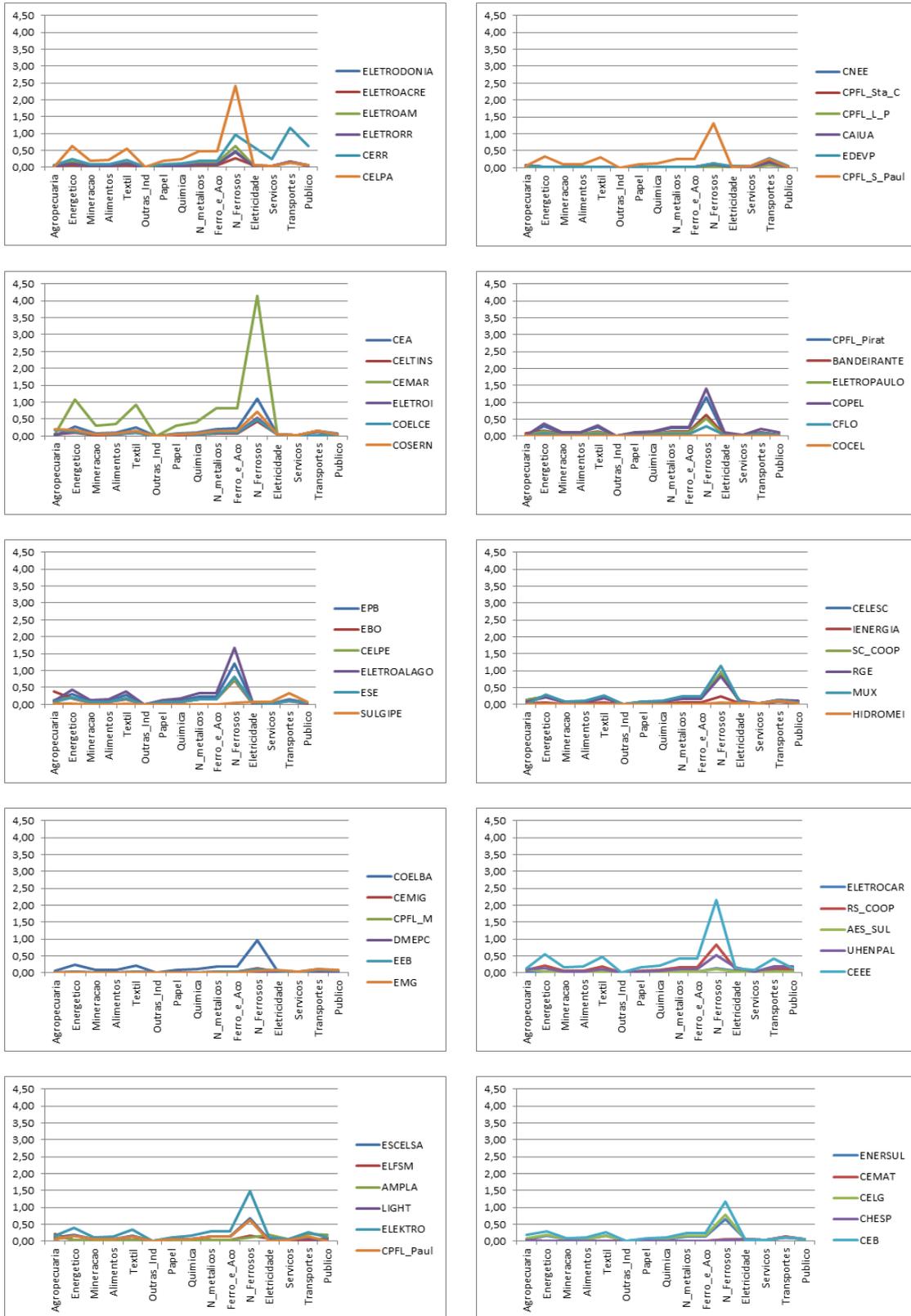
1. Na distribuidora CERR o coeficiente de consumo de energia elétrica para serviços e outros era de 0,63 GWh/VBP em milhões, muito acima da média para este setor. Como o setor serviços é uma agregação dos setores de serviços, serviços públicos, público e eletricidade, não há nenhuma explicação em termos de estrutura produtiva que justifique um coeficiente tão alto. Desta forma, esta anomalia foi atribuída a erros de medida nos dados. Sendo assim, foi atribuído a este setor, nesta distribuidora, o coeficiente médio deste setor em todas as distribuidoras da região Norte, ponderado pelo consumo e pelo VBP de cada distribuidora. O valor final atribuído foi de 0,049 GWh/VBP em milhões.
2. Na distribuidora EBO, o coeficiente de consumo de energia elétrica para o setor agropecuário era de 0,38 GWh/VBP em milhões, muito acima da média deste setor. Utilizando os dados da ANEEL, nos quais há uma abertura entre rural irrigante e rural, podemos notar que o consumo desta distribuidora não era mais concentrado em atividades de irrigação e, portanto, atribuímos esta diferença a

¹² O CEED1 da RGE e da CELESC são utilizados, respectivamente, para a RS Cooperativa e para a SC Cooperativa.

erros de medida. Foi então realizada uma média dos coeficientes, neste setor, com a EPB, outra distribuidora do estado da Paraíba, sendo o coeficiente final igual a 0,11 GWh/VBP em milhões.

Os resultados para os valores dos coeficientes de consumo de energia elétrica utilizados neste trabalho são apresentados na Figura 1.

Figura 1. Coeficientes de Consumo de Energia Elétrica Setorial por ACDE, GWh/VBP em milhões



Nota: Elaboração própria.

4. Resultados

Esta seção apresenta os resultados obtidos, começando pelo consumo de energia elétrica inicial, direto, indireto e total das exportações por ACDE com todos os setores agregados. Em seguida serão analisados os fatores que influenciam este consumo, como valor das exportações setoriais, pautas de exportação das ACDEs e coeficientes de consumo de energia elétrica por valor da produção. É analisado também em maior detalhe o consumo de energia elétrica das exportações dos setores industriais eletrointensivo e não-eletrointensivo. Finalmente, é feita uma comparação dos resultados agregados das exportações com resultados para o consumo de energia elétrica incorporado aos componentes de demanda final destinados ao mercado doméstico.

4.1. Consumo Nacional Derivado das Exportações

As Tabelas 2 e 3 apresentam as estimativas da decomposição do consumo total de energia elétrica incorporado às exportações setoriais brasileiras.

Tabela 1. Decomposição do Consumo de Energia Elétrica das Exportações Setoriais

Setores	Inicial		Direto		Indireto		Total	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Agropecuário	1.048,92	48,24%	601,89	27,68%	523,47	24,08%	2.174,28	100,00%
Energético	2.819,66	59,46%	1.091,28	23,01%	831,30	17,53%	4.742,24	100,00%
Mineração	1.710,40	52,94%	932,36	28,86%	587,86	18,20%	3.230,61	100,00%
Não Eletrointensivo	5.397,09	38,09%	4.684,35	33,06%	4.088,18	28,85%	14.169,63	100,00%
Eletrointensivo	19.064,03	74,83%	4.078,94	16,01%	2.334,49	9,16%	25.477,46	100,00%
Serviços e Outros	1.974,68	49,77%	1.065,79	26,86%	927,22	23,37%	3.967,69	100,00%
Total	32.014,78	59,55%	12.454,61	23,17%	9.292,52	17,28%	53.761,91	100,00%

Nota: Elaboração própria.

Segundo o BEN de 2008, o consumo de energia elétrica total em 2007 foi de 412.130,00 GWh, de modo que o consumo incorporado às exportações brasileiras neste ano, 53.761,91 GWh, foi equivalente a 13,04% de todo o consumo de energia elétrica do país.

Destes 53.761,91 GWh, cerca de 60% se referem ao consumo inicial das exportações, isto é, a quantidade de energia elétrica incorporada no setor exportador, sem contar a

energia elétrica incorporada aos insumos. O consumo direto, referente à energia elétrica aplicada na produção dos insumos diretos necessários para a produção dos bens e serviços exportados, equivale a 23,17% do total, enquanto a energia elétrica incorporada aos insumos indiretos corresponde a 17,28%.

Dentre os setores analisados, o setor industrial eletrointensivo apresenta maior consumo de energia elétrica relacionado às exportações, 25.447,46 GWh, dos quais 74,83% são consumo inicial das exportações, sendo os 25,17% restantes consumo direto e indireto.

O setor industrial não-eletrointensivo é o que apresenta o segundo maior consumo de energia elétrica incorporado às suas exportações, o equivalente a 14.169,63 GWh, sendo este consumo melhor distribuído entre consumo inicial, direto e indireto, como pode ser verificado na Tabela 2.

Tabela 2. Decomposição do Consumo de Energia Elétrica das Exportações Setoriais (% setorial)

Setores	Inicial	Direto	Indireto	Total
Agropecuário	3,28%	4,83%	5,63%	4,04%
Energético	8,81%	8,76%	8,95%	8,82%
Mineração	5,34%	7,49%	6,33%	6,01%
Não Eletrointensivo	16,86%	37,61%	43,99%	26,36%
Eletrointensivo	59,55%	32,75%	25,12%	47,39%
Serviços e Outros	6,17%	8,56%	9,98%	7,38%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Nota: Elaboração própria.

Fica evidenciado, na Tabela 2, que os setores eletrointensivo e não-eletrointensivo são responsáveis por cerca de 70% do consumo de energia elétrica em todos os níveis, inicial, direto, indireto e total. No entanto, pode-se perceber que o consumo de energia elétrica inicial incorporado às exportações do setor eletrointensivo é maior que o consumo direto, que é maior que o consumo indireto. Isto indica que as exportações do setor eletrointensivo consomem mais energia elétrica em suas etapas finais de produção, não trazendo muito conteúdo energético incorporado aos seus insumos.

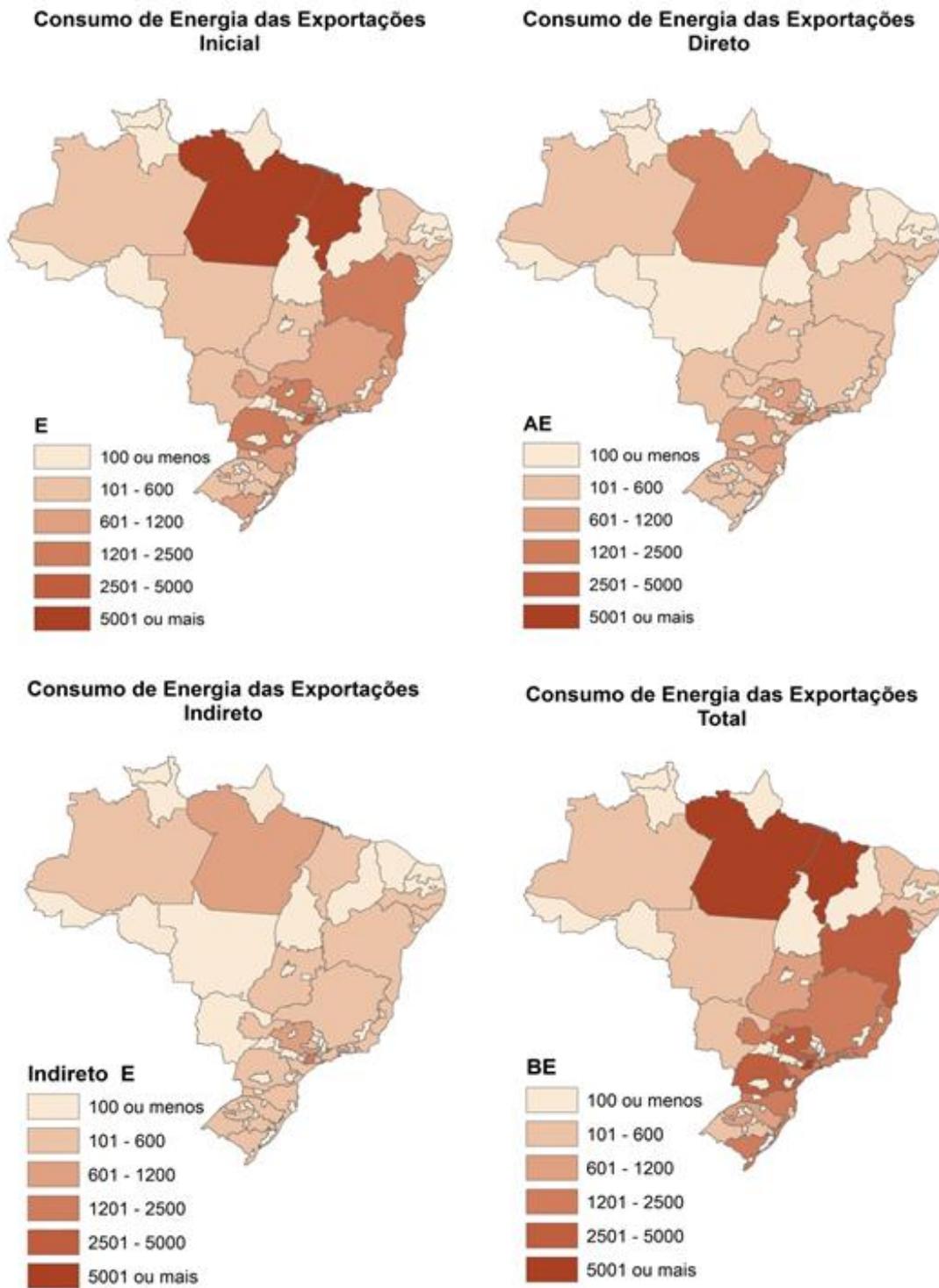
O consumo de energia elétrica associado às exportações do setor não-eletrointensivo, no entanto, apresenta comportamento contrário, sendo sua participação no consumo

indireto maior que no consumo direto, que é ainda maior que sua participação no consumo inicial. Isto indica que o consumo incorporado através da cadeia produtiva das exportações do setor não-eletointensivo é importante e que o conteúdo de energia elétrica das suas exportações se deve consideravelmente à energia elétrica utilizada na produção de seus insumos.¹³

A Figura 2, a seguir, mostra o consumo de energia elétrica ligado às exportações nas ACDEs, com todos os setores agregados.

¹³ É importante destacar que o consumo inicial setorial é relativo somente ao seu setor de origem, enquanto o consumo direto e indireto pode ser relativo a quaisquer setores acionados por estes através da cadeia produtiva.

Figura 2. Consumo de Energia Elétrica das Exportações por ACDE (GWh)



Nota: Elaboração própria.

Pode-se perceber que o consumo inicial é notadamente alto na CELPA, distribuidora localizada no estado do Pará, e na CEMAR, localizada no estado do Maranhão, enquanto o consumo direto e indireto é mais difuso, acionando ACDEs em todas as regiões do país. O alto consumo inicial nestas ACDEs é um primeiro indício de que as suas exportações devem ser compostas de produtos eletrointensivos, dado que estes são os que apresentam alto consumo inicial.

O consumo de energia elétrica das exportações em uma ACDE depende basicamente de quatro fatores:

1. O valor total de produção desta ACDE destinado às exportações;
2. Os setores cuja produção compõe as exportações totais das ACDEs;
3. A intensidade energética destes setores;
4. Os diferenciais de intensidade energética de um mesmo setor entre ACDEs.

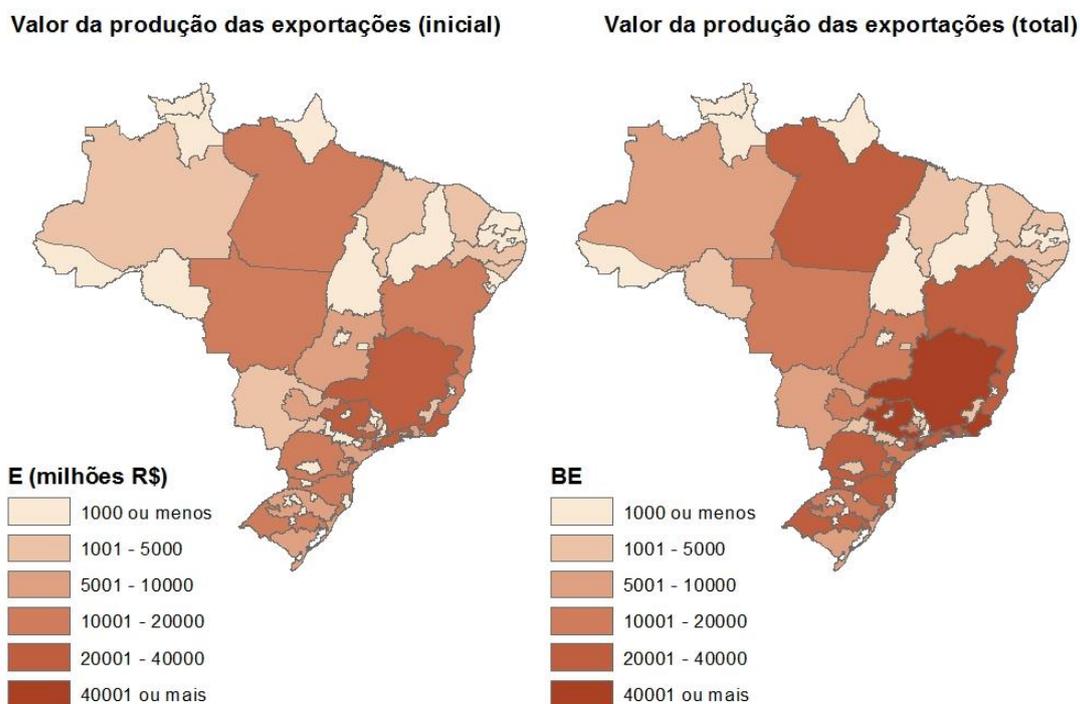
O volume total de produção influencia o consumo de energia elétrica diretamente, quanto maior a quantidade produzida, mais energia elétrica deverá ser consumida. O segundo fator contempla o fato que, se as exportações totais de uma ACDE são compostas por setores que gastam mais eletricidade por valor produzido, o consumo de energia elétrica incorporado às exportações desta ACDE será maior. O terceiro fator quantifica as diferenças de intensidade energética entre os setores que compõem as exportações das ACDEs. O último fator explicita que, em um mesmo setor, diferentes tecnologias de produção geram maior ou menor consumo e energia elétrica, isto é, são mais ou menos eficientes em termos de consumo energético.

Para melhor compreender esta distribuição do consumo de energia elétrica das exportações, é necessário compreender a influência de cada um dos quatro fatores acima em cada ACDE.

4.2. Exportações Nacionais

A Figura 3 apresenta a distribuição espacial da produção, em milhões de reais, considerando todos os efeitos ao longo da cadeia produtiva das exportações brasileiras.

Figura 3. Valor da Produção das Exportações (Inicial e Total) nas ACDEs (R\$ milhões)



Nota: Elaboração própria.

Nota-se que, em termos de valor exportado, as ACDEs localizadas no Sudeste e no Sul do país predominam, tanto em valor inicial como em valor total, com as exceções marcantes da COELBA e da CELPA. As 15 ACDEs que apresentam maior valor da produção destinado às exportações iniciais são as mesmas que apresentam maior valor da produção destinado às exportações totais, com algumas variações na classificação sob um critério ou outro. Este resultado é coerente com as informações já obtidas, dado que o consumo inicial equivale a cerca de 60% do consumo total. A Tabela 4 apresenta estas 15 ACDEs, os valores incorporados às exportações e o quanto estes valores representam no total exportado.

Tabela 4. Quinze ACDEs com Maior Valor da Produção Incorporado às Exportações e Macrorregião de Atuação

Macrorregião	Distribuidora	E	%E	BE	%BE
Sudeste	CEMIG	39,006.18	13.98%	69,036.94	13.66%
Sudeste	ELETROPAULO	36,690.69	13.15%	69,831.25	13.82%
Sudeste	CPFL Paulista	28,800.28	10.32%	53,070.29	10.50%
Sudeste	AMPLA	22,733.35	8.15%	40,486.56	8.01%
Sudeste	BANDEIRANTE	20,707.01	7.42%	33,582.75	6.65%
Sul	COPEL	16,840.56	6.03%	31,099.20	6.15%
Norte	CELPA	15,627.54	5.60%	21,848.64	4.32%
Nordeste	COELBA	14,635.13	5.24%	26,863.75	5.32%
Sul	AES SUL	14,027.61	5.03%	27,152.87	5.37%
Sudeste	CPFL Piratininga	13,953.30	5.00%	27,488.51	5.44%
Sudeste	ESCELSA	13,774.17	4.94%	22,216.37	4.40%
Centro-Oeste	CEMAT	11,989.41	4.30%	17,550.70	3.47%
Sul	CELESC	11,977.15	4.29%	23,340.97	4.62%
Sudeste	LIGHT	9,828.32	3.52%	25,007.82	4.95%
Sul	COCEL	8,517.15	3.05%	16,797.76	3.32%
Total (15 maiores)		279,107.85	100.00%	505,374.38	100.00%

Nota: Elaboração própria.

É importante mencionar que estas 15 ACDEs representam 83,51% do valor inicial das exportações e 82,60% do valor total, indicando uma concentração em termos de valor exportado. Nota-se ainda que as cinco primeiras ACDEs se localizam na região Sudeste, enquanto das 10 restantes, quatro se localizam na região Sul, e as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste contam, cada uma, com apenas uma representante. Isto é um indício de que o consumo de energia elétrica incorporado às exportações das ACDEs localizadas no Sul e no Sudeste brasileiro é fortemente influenciado pelo primeiro fator, o valor da produção destinada às exportações. Ainda, verifica-se que este fator, isoladamente, não é capaz de explicar o padrão do consumo de energia elétrica incorporado às exportações, já que a CELPA e a CEMAR, que são as maiores consumidoras, não apresentam os maiores valores de exportação. Desta forma, foi realizada, em seguida, a análise dos outros fatores.

O segundo fator, referente à composição setorial das exportações totais de cada ACDE, pode ser analisado verificando o percentual da produção setorial incorporado às exportações vis-à-vis o percentual destinado ao consumo interno. Esta análise revelou alguns setores, em algumas ACDEs, que destinam grande parte de sua produção às exportações, seja diretamente ou servindo como insumos para produtos posteriormente exportados. Dentre estes, destacam-se:

- ✓ Na CELPA, os setores de Mineração, Não-ferrosos e Ferro e Aço, destinam às exportações, respectivamente, 80,75%, 64,56% e 92,02% de sua produção.
- ✓ Na CEA 68,34% da produção de não-ferrosos compõe as exportações totais.
- ✓ Na CEMAR 86,76% da produção do setor mineração e 98,22% da produção do setor não-ferrosos é incorporada às exportações.
- ✓ Na ESE 70,02% da produção do setor de mineração é parte das exportações.
- ✓ Na SULGIPE, 73,09% da produção do setor de mineração compõe as exportações.
- ✓ A COELBA apresenta exportação de 80,78% de sua produção de não-ferrosos.
- ✓ A CEMIG exporta, direta e indiretamente, 66,53% e 58,67% da sua produção de mineração e não-ferrosos, respectivamente.
- ✓ A distribuidora DEMPEC exporta 71,68% e 64,60% da produção de seus setores química e não-ferrosos, respectivamente.
- ✓ A distribuidora ESCELSA exporta 91,52% da produção do setor mineração, 69,75% da produção do setor papel e celulose e 53,81 da sua produção do setor não metálico.
- ✓ A ELFSM exporta 50,71%, 87,88% e 60,03% da sua produção dos setores agropecuária, mineração e não metálicos, respectivamente.
- ✓ A ELETROPAULO exporta 50,01% de sua produção de não-ferrosos.
- ✓ A BANDEIRANTE exporta, direta e indiretamente, 50,25% de sua produção de não-ferrosos.
- ✓ CPFL Piratininga, exporta 53,90% da sua produção de não-ferrosos.
- ✓ A SELESC exporta 51,77% de seu setor de mineração.
- ✓ A distribuidora ENERSUL exporta 59,45% de sua produção do setor de mineração.
- ✓ A CEMAT exporta 41,67% de sua produção agropecuária e 54,97% de sua produção de não-ferrosos.

Nota-se nesta análise que grande parte dos setores cuja produção é destinada quase que completamente à exportação são setores eletrointensivos, como mineração, não-ferrosos, papel e celulose e indústria química. Isto é uma indicação de que a produção destinada às exportações brasileiras pode ser mais eletrointensiva que a produção destinada ao consumo interno. Isto, no entanto, só pode ser avaliado após a análise dos fatores três e quatro, isto é, a diferença de intensidade energética entre os setores e a

diferença de intensidade energética de um mesmo setor em localidades diferentes. A próxima seção se destina a esta análise a partir dos coeficientes de consumo de energia elétrica calculados na seção 3.

4.3. Análise dos Coeficientes de Consumo de Energia Elétrica

Foram analisados, neste trabalho, os coeficientes de consumo de energia elétrica setoriais para as macrorregiões e, embora tenha sido utilizada uma metodologia diferente da utilizada por SANTOS (2010) na formulação destes coeficientes, os resultados encontrados são semelhantes, isto é, maior intensidade energética média nas regiões Norte e Nordeste. A Tabela 5

Tabela, a seguir, apresenta os coeficientes de consumo de energia elétrica por setores agregados das macrorregiões brasileiras que foram calculados de acordo com a metodologia exposta anteriormente.

**Tabela 5. Coeficientes Médios de Consumo de Energia Elétrica
(GWh/VBP em milhões)**

Média dos Coeficientes das Grandes Regiões	Agropecuário	Energético	Mineração	Não Eletrointensivo	Eletrointensivo	Serviços e Outros
Norte	0,03	0,22	0,06	0,05	0,37	0,04
Nordeste	0,12	0,28	0,08	0,10	0,52	0,03
Sudeste	0,06	0,10	0,03	0,02	0,07	0,03
Sul	0,06	0,18	0,05	0,05	0,12	0,03
Centro-Oeste	0,07	0,14	0,04	0,03	0,08	0,03

Nota: Elaboração própria.

Nota-se que a região Nordeste apresenta coeficientes de consumo de energia elétrica superiores aos das outras regiões em todos os setores, exceto Serviços e Outros, setor no qual se aproxima das outras regiões. O setor de serviços e outros é o que apresenta menor variabilidade entre as regiões, o que pode ser atribuído à composição de seu consumo, relativo a fatores como iluminação, uso de aparelhos eletrônicos e funcionamento de ar condicionado, cujo consumo de energia elétrica não varia significativamente entre as regiões.

A região Norte, entretanto, apresenta um coeficiente baixo no setor agropecuário e coeficientes similares aos do restante do país nos setores mineração, não-eletrointensivo e serviços e outros, sendo que os únicos setores que se destacam por estarem muito acima da média do país são os setores energético e eletrointensivo.

Os altos coeficientes do setor eletrointensivo no Nordeste e no Norte, entretanto, são muito influenciados pelos coeficientes da CELPA e da CEMAR. Ao calcular os coeficientes destas regiões sem considerar estas duas ACDEs, o consumo eletrointensivo, por exemplo, é igual a 0,11 GWh/VBP em milhões nas duas regiões, um valor inclusive menor que o coeficiente da região Sul. Este resultado é uma indicação que pode haver um viés de composição produtiva destas duas ACDEs, tirando um pouco a força do argumento que as regiões Norte e Nordeste apresentam consumo mais eletrointensivo por conta de uso menos eficiente de energia elétrica.

Para determinar se há viés de composição produtiva nestas ACDEs, é realizada a análise dos coeficientes de consumo de energia elétrica na forma setorial mais desagregada possível. Apesar de todos os coeficientes de consumo de energia elétrica dos setores industriais destas ACDEs serem levemente superiores aos das outras, o setor de não-ferrosos se destaca, pois apresenta os maiores coeficientes de todos os setores em todas as ACDEs do país, 2,42 GWh/VBP na CELPA e 4,16 GWh/VBP na CEMAR. Infelizmente o nível de agregação setorial dos dados não nos permite determinar se este coeficiente é alto por conta de tecnologia de produção menos eficiente, por conta da composição setorial destas ACDEs ou por uma combinação destes dois fatores.

É necessário considerar a possibilidade de que os coeficientes de consumo de energia elétrica nestas ACDEs sejam superiores aos demais por conta da sua carência na distribuição constante de gás natural para a produção industrial, principalmente frente à relativa facilidade de acesso a este insumo energético em ACDEs localizadas nas regiões Sudeste e Sul do País.

No entanto, a CEMAR e a CELPA são conhecidas áreas de produção de alumínio, um dos processos produtivos que consomem a maior quantidade de energia elétrica por valor produzido. A produção de alumínio, no entanto, está agregada à produção de outros metais não-ferrosos, cuja produção demanda menos energia elétrica por valor da

produção, de modo que não é possível afirmar com certeza que estes altos coeficientes são resultado apenas deste fator.

Quando os dados de consumo de energia elétrica passarem a ser disponibilizados com a classificação das atividades de acordo com a CNAE, seguindo a Resolução 418 da ANEEL, será possível realizar esta análise com maior desagregação setorial, o que permitirá inferências mais precisas sobre as tecnologias de produção destas ACDEs. Por ora cabe-nos respaldar a análise nos valores levantados neste trabalho, cuja metodologia utilizada procurou maximizar o uso das informações disponíveis.

Como demonstrado no início do capítulo e corroborado pela análise realizada até o momento, os setores industriais eletrointensivo e não-eletrointensivo são os mais importantes para compreender o consumo de energia elétrica incorporado às exportações. Não apenas as exportações destes setores desencadeiam 73,75% do consumo de energia elétrica incorporado às exportações totais, mas apresentam grandes percentuais de produção destinada às exportações face à produção destinada à absorção interna. Caracterizada a relevância destes setores para o objeto de estudo deste trabalho, a próxima seção os analisa mais detalhadamente, verificando os padrões que emergem no consumo de energia elétrica incorporado às suas exportações iniciais, bem como seu consumo direto e indireto.

4.4. Consumo de Energia Elétrica Incorporado às Exportações dos Setores Industriais nas ACDEs

A Figura 4Figura apresenta o consumo de energia elétrica incorporado às exportações do setor industrial eletrointensivo, decompondo as contribuições específicas de diferentes etapas da cadeia produtiva.

Verifica-se que o alto consumo de energia elétrica incorporado às exportações das ACDEs CEMAR e CELPA é explicado pelo grande consumo inicial do setor eletrointensivo, o que é compatível com a noção de que a produção de não-ferrosos, em especial alumínio, influencia os altos coeficientes de consumo nestas regiões.

A CPFL Piratininga, que atende à microrregião de Campinas, apresenta um grande consumo inicial de energia elétrica das exportações no setor de eletrointensivos, o que decorre da grande produção dos setores de ferro e aço, não-ferrosos e indústria química, apresentando, também, grandes percentuais de exportação da produção destes setores.

Pode-se perceber que, ao contrário do consumo inicial, concentrado nas três ACDEs descritas acima, o consumo de energia elétrica incorporado às exportações de eletrointensivos através dos elos da cadeia produtiva é mais disperso entre as ACDEs. A Tabela 6 indica o consumo setorial direto e indireto de energia elétrica das exportações do setor eletrointensivo, para o Brasil como um todo.

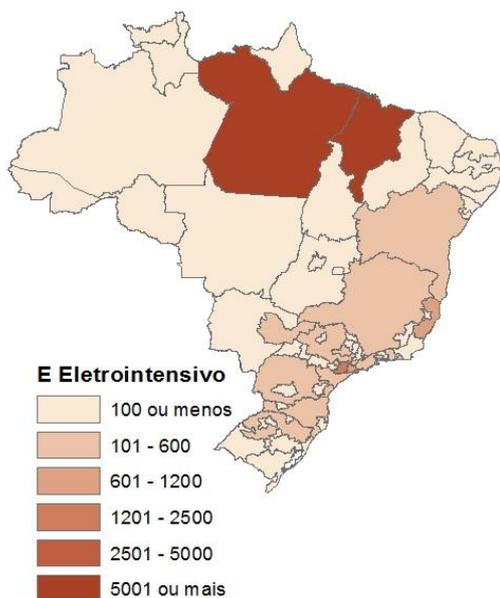
Tabela 6. Consumo de Energia Elétrica Setorial Direto e Indireto Incorporado às Exportações do Setor Eletrointensivo

	Incial	Direto	Indireto	Total	Percentual (total)
Agropecuário	0	46	60	106	0,42%
Energético	0	280	506	786	3,08%
Mineração	0	205	82	287	1,13%
Não eletrointensivo	0	70	111	181	0,71%
Eletrointensivo	19064	3250	1328	23642	92,80%
Serviços e outros	0	228	248	476	1,87%

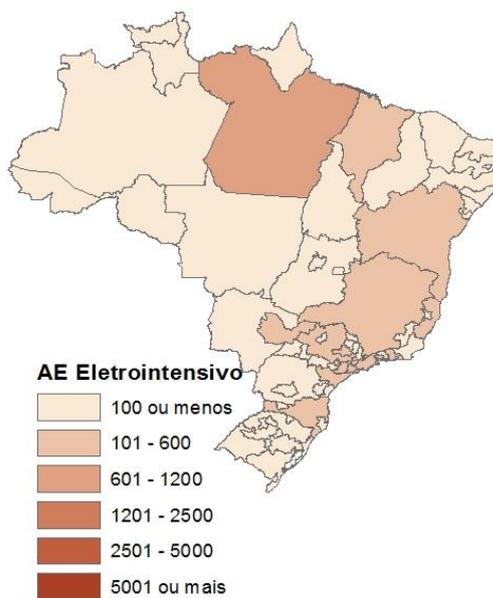
Nota: Elaboração própria.

Figura 4. Consumo de Energia Elétrica Incorporado às Exportações do Setor Eletrointensivo (GWh)

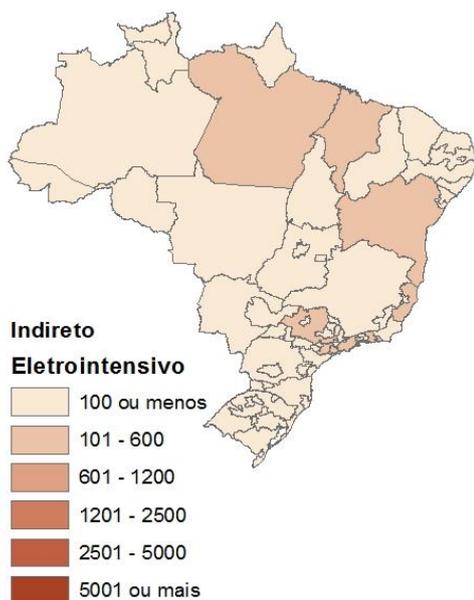
Consumo de Energia das Exportações Eletrointensivos - Inicial



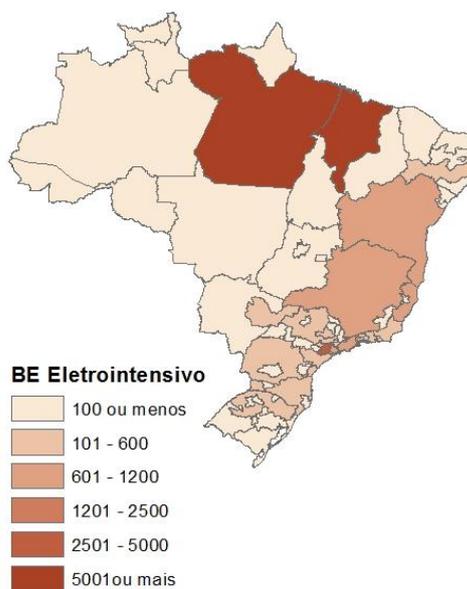
Consumo de Energia das Exportações Eletrointensivos - Direto



Consumo de Energia das Exportações Eletrointensivos - Indireto



Consumo de Energia das Exportações Eletrointensivos - Total



Nota: Elaboração própria.

Pode-se perceber que o setor mais acionado em termos de consumo de energia elétrica é o próprio setor eletrointensivo, o qual é responsável por 92,80% do consumo total incorporado às suas exportações, sendo que o consumo direto e indireto incorporado através dos insumos advindos de outros setores é responsável somente por 7,20% do consumo total de energia elétrica das exportações do setor eletrointensivo.

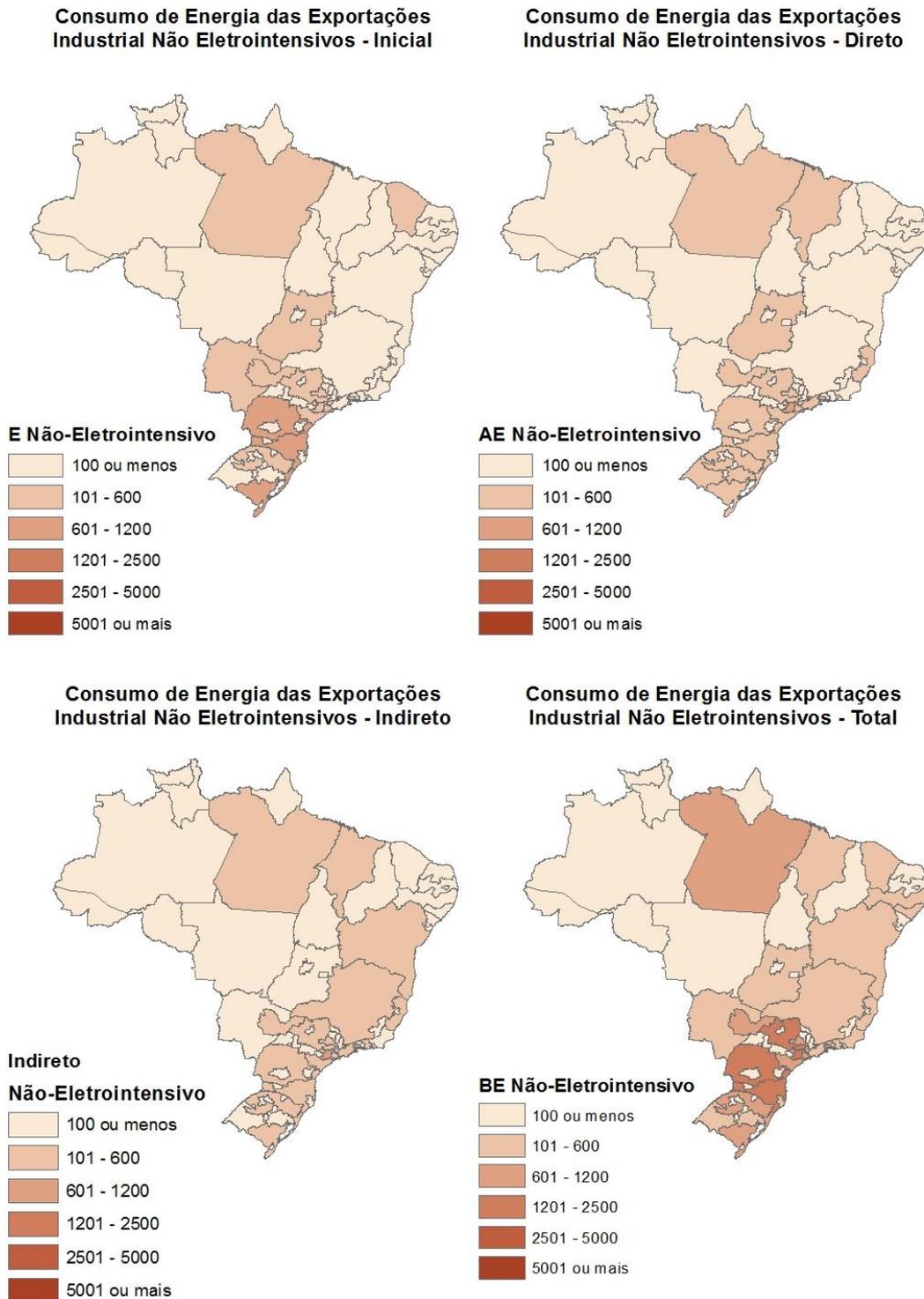
A Figura 4 apresenta o consumo de energia elétrica inicial, direto, indireto e total das exportações do setor industrial não-eletrointensivo.

Os setores industriais não-eletrointensivos diferem do setor eletrointensivo em suas características produtivas, pois é composto por setores que agregam mais valor em sua produção e apresentam maior complexidade produtiva, entre eles os setores têxtil, alimentos e bebidas, automobilístico e máquinas e equipamentos.

O padrão espacial de consumo total de energia elétrica das exportações dos produtos não-eletrointensivo apresenta certa complementariedade como padrão observado no setor eletrointensivo, pois enquanto o primeiro aciona as ACDEs localizadas ao Sul do Brasil, o segundo revela um consumo muito grande na CELPA e na CEMAR, acionando também a COELBA e a CEMIG, distribuidoras de grande consumo total que não são evidenciadas no consumo inicial das exportações dos setores não-eletrointensivos.

Ainda, o consumo final incorporado às exportações do setor não-eletrointensivo foi equivalente, em 2007, a um total de 14.169,63 GWh, composto de consumo inicial, realizado totalmente no setor eletrointensivo, e de consumo direto e indireto incorporados através da cadeia produtiva destes bens não-eletrointensivos exportados. Este consumo direto e indireto pode ter sido realizado no próprio setor eletrointensivo, no caso de utilização de insumos do próprio setor, ou pode ter sido realizado em outros setores, caso os insumos consumidos tenham sido produzidos em outros setores.

Figura 4. Consumo de Energia Elétrica Incorporado às Exportações do Setor Não-Eletrointensivo (GWh)



Nota: Elaboração própria.

A Tabela 7 mostra o consumo de energia elétrica setorial, inicial, direto, indireto e total incorporado às exportações do setor industrial não-eletointensivo, de modo que é possível traçar em quais setores a energia elétrica incorporada direta e indiretamente foi consumida.

Tabela 3. Consumo Setorial de Energia Elétrica Direto e Indireto Incorporado às Exportações do Setor Não-Eletointensivo em GWh

	Inicial	Direto	Indireto	Total	Percentual (total)
Agropecuário	0	908	374	1282	9,04%
Energético	0	188	676	864	6,10%
Mineração	0	18	91	109	0,77%
Não eletrointensivo	5397	1000	503	6900	48,69%
Eletointensivo	0	2260	2060	4319	30,48%
Serviços e outros	0	311	385	696	4,91%

Nota: Elaboração própria.

Percebe-se que, do consumo total de energia elétrica incorporado às exportações do setor não-eletointensivo, 48,69% foram incorporados pelo próprio setor eletrointensivo, o que pode ser atribuído em peso ao consumo inicial. Ainda, 30,48% do consumo total incorporado às exportações deste setor são referentes a consumo direto e indireto realizado no setor eletrointensivo.

Isso significa que o setor eletrointensivo não é apenas responsável por quase a totalidade do consumo incorporado às suas próprias exportações, mas também é responsável por uma parcela considerável do consumo de energia elétrica incorporado às exportações dos setores industriais não-eletointensivos.

4.5. Consumo de Energia Elétrica Incorporado às Exportações dos Outros Setores nas ACDEs

Como o consumo total de energia elétrica incorporado às exportações dos outros setores representa menos de 30% do consumo total incorporado às exportações, a análise da decomposição destes setores não será detalhada. No entanto, podemos citar uma concentração do consumo inicial do setor energético nas ACDEs produtoras de petróleo, a saber, COELBA, LIGHT e AMPLA. Ainda, o consumo inicial do setor de mineração

se concentra na CELPA, com menor destaque nas distribuidoras CEMAR e CELESC. Ademais, o setor de serviços e outros não apresenta nenhum grande destaque espacial, tendo apresentado maior consumo inicial de energia elétrica ligado às exportações localizado nas ACDEs de maior área no Sudeste e na CELPA. Por fim, o setor de agropecuária apresenta consumo inicial maior nas ACDEs CEMAT, CELG e CELESC.

4.6. Comparação do Consumo de Energia Elétrica das Exportações e da Produção para Consumo Doméstico nas Macrorregiões e nas ACDEs

As discussões anteriores revelam que o grande consumo de energia elétrica das exportações se dá no setor eletrointensivo, seja este consumo realizado em setores eletrointensivos cuja produção é exportada ou cuja produção intermediária é incorporada às exportações de setores não-eletrointensivos.

Isto constitui uma indicação de que as exportações brasileiras devem apresentar maior consumo de energia elétrica por valor produzido que a produção destinada à absorção interna. Para verificar se esta indicação é corroborada pelos dados, foram calculados os coeficientes de consumo de energia elétrica com todos os setores agregados para as macrorregiões brasileiras, separando apenas por destino da produção. Se a produção foi incorporada às exportações, ela foi classificada como externa, se ela foi destinada, mesmo que indiretamente, ao consumo interno, ela foi classificada como interna. Foram agregados o consumo setorial de energia elétrica por ACDE, de modo a obter o consumo total de cada macrorregião, também separado por destino da produção, interno ou externo. Este consumo de energia elétrica das macrorregiões foi dividido pelo valor da produção de cada macrorregião, obtendo assim os coeficientes de consumo de energia elétrica, interno e externo, de cada macrorregião. Por fim, foi computada a razão entre o coeficiente externo e o coeficiente interno, obtendo o “coeficiente de razão”. Deste modo, se o “coeficiente de razão” é maior que 1, isto significa que as exportações desta macrorregião são mais eletrointensivas que a produção para consumo interno. Os resultados deste exercício estão representados na Tabela 8.

Tabela 4. “Coeficientes de Razão” para as Macrorregiões Brasileiras

Macrorregião	Valor milhões		Consumo GWh		Coeficiente GWh/VBP em milhões		Coeficiente de razão
	Externo	Interno	Externo	Interno	Externo	Interno	Externo/Interno
n	31.321,35	181.171,75	11.254,32	14.958,53	0,36	0,08	4,35
ne	49.516,85	594.427,11	12.333,64	43.801,48	0,25	0,07	3,38
se	370.327,55	2.214.072,54	20.689,74	84.915,74	0,06	0,04	1,46
s	124.102,64	738.250,79	7.982,09	38.120,23	0,06	0,05	1,25
co	36.552,14	288.997,27	1.503,91	10.648,41	0,04	0,04	1,12
Total	611.820,53	4.016.919,46	53.763,70	192.444,39	0,09	0,05	1,83

Nota: Elaboração própria.

Pode-se perceber que em todas as macrorregiões brasileiras as exportações são mais eletrointensivas que a produção destinada ao consumo interno. Esta diferença, no entanto, é maior no Norte e no Nordeste. Este mesmo exercício foi realizado para as ACDEs, sendo os resultados apresentados na Tabela 9.

A análise da Tabela 9 revela que 37 das 58 ACDEs apresentam “coeficiente de razão” maior que a unidade, o que indica que a intensidade energética é maior nos produtos exportados que naqueles destinados à absorção interna. Ainda, as ACDEs que apresentam maior “coeficiente de razão” são a CEMAR e a CELPA, o que indica que os seus altos coeficientes de consumo de energia elétrica são influenciados pelas exportações.

Tabela 9. “Coeficientes de Razão” para as ACDEs

Macrorregião	Valor milhões		Consumo GWh		Coeficiente GWh/VBP em milhões		Coeficiente de razão
	Externo	Interno	Externo	Interno	Externo	Interno	Externo/Interno
ELETRODONIA	1.338,58	22.527,79	72,16	1.006,40	0,05	0,04	1,21
ELETROACRE	190,66	7.651,13	6,34	287,31	0,03	0,04	0,89
ELETROAM	6.737,14	59.001,05	320,34	2.572,79	0,05	0,04	1,09
ELETRORR	93,00	3.676,11	3,15	115,17	0,03	0,03	1,08
CERR	32,33	356,06	2,63	113,67	0,08	0,32	0,26
CELPA	21.848,64	65.015,21	10.805,34	9.948,42	0,49	0,15	3,23
CEA	215,48	6.105,95	10,81	301,10	0,05	0,05	1,02
CELTINS	865,52	16.838,44	33,55	613,68	0,04	0,04	1,06
CEMAR	4.724,77	37.936,16	8.005,56	12.769,45	1,69	0,34	5,03
ELETROI	573,38	26.289,79	25,16	916,14	0,04	0,03	1,26
COELCE	4.481,03	92.182,26	361,92	4.856,10	0,08	0,05	1,53
COSERN	1.719,88	43.833,10	192,25	2.571,21	0,11	0,06	1,91
EPB	805,23	31.381,31	89,50	2.194,02	0,11	0,07	1,59
EBO	172,55	5.901,78	17,10	382,15	0,10	0,06	1,53
CELPE	4.347,36	105.315,77	375,23	5.279,51	0,09	0,05	1,72
ELETROALAGO	2.827,58	31.413,56	447,75	2.515,86	0,16	0,08	1,98
ESE	2.265,16	32.819,48	220,30	1.833,84	0,10	0,06	1,74
SULGIPE	736,15	5.497,47	7,26	134,18	0,01	0,02	0,40
COELBA	26.863,75	181.856,43	2.591,62	10.349,03	0,10	0,06	1,70
CEMIG	69.036,94	379.158,98	1.363,28	6.487,22	0,02	0,02	1,15
CPFL_M	809,79	4.327,75	2,49	26,32	0,00	0,01	0,51
DMEPC	2.476,69	7.006,59	4,77	36,04	0,00	0,01	0,37
EEB	997,66	7.304,13	11,27	100,34	0,01	0,01	0,82
EMG	1.968,13	15.030,23	31,45	306,57	0,02	0,02	0,78
ESCELSA	22.216,37	74.631,30	1.984,94	3.969,12	0,09	0,05	1,68
ELFSM	532,67	2.601,59	48,61	113,16	0,09	0,04	2,10
AMPLA	40.486,56	117.236,21	1.279,04	4.725,49	0,03	0,04	0,78
LIGHT	25.007,82	308.929,74	1.549,20	9.656,01	0,06	0,03	1,98
ELEKTRO	14.012,51	76.253,84	1.581,00	6.826,22	0,11	0,09	1,26
CPFL_Paul	53.070,29	286.344,48	3.006,04	13.976,70	0,06	0,05	1,16
CNEE	1.524,69	6.091,13	26,98	177,36	0,02	0,03	0,61
CPFL_Sta_C	1.707,30	9.938,25	66,01	405,84	0,04	0,04	0,95
CPFL_L_P	1.650,87	7.848,27	21,42	110,73	0,01	0,01	0,92
CAIUA	1.988,24	12.252,24	58,43	407,36	0,03	0,03	0,88
EDEVP	1.433,74	7.136,03	46,58	300,76	0,03	0,04	0,77
CPFL_S_Paul	504,75	3.023,85	45,30	230,57	0,09	0,08	1,18
CPFL_Pirat	27.488,51	123.063,10	5.267,41	15.879,53	0,19	0,13	1,49
BANDEIRANTE	33.582,75	137.365,71	2.076,50	7.465,03	0,06	0,05	1,14
ELETROPAULO	69.831,25	628.529,13	2.219,05	13.715,37	0,03	0,02	1,46
COPEL	31.099,20	142.769,32	2.637,99	11.353,43	0,08	0,08	1,07
CFO	1.056,66	4.446,98	8,87	52,91	0,01	0,01	0,71
COCEL	16.797,76	121.145,82	4,52	39,63	0,00	0,00	0,82
CELESC	23.340,97	166.894,22	2.174,03	11.622,02	0,09	0,07	1,34
IENERGIA	490,66	3.114,99	12,34	85,24	0,03	0,03	0,92
SC_COOP	1.719,79	10.381,13	272,88	1.225,67	0,16	0,12	1,34
RGE	12.764,53	71.377,48	985,82	4.815,16	0,08	0,07	1,14
MUX	133,11	805,24	2,38	17,95	0,02	0,02	0,80
HIDROMEI	669,86	4.067,89	5,49	51,62	0,01	0,01	0,65
ELETROCAR	388,57	2.895,96	10,46	73,81	0,03	0,03	1,06
RS_COOP	197,19	1.001,95	15,69	67,84	0,08	0,07	1,18
AES_SUL	27.152,87	171.812,25	447,11	2.333,22	0,02	0,01	1,21
UHENPAL	120,05	769,59	9,58	57,27	0,08	0,07	1,07
CEEE	8.171,42	36.767,98	1.394,93	6.324,47	0,17	0,17	0,99
ENERSUL	6.694,74	41.942,27	366,77	2.013,25	0,05	0,05	1,14
CEMAT	17.550,70	57.043,61	375,62	1.364,01	0,02	0,02	0,90
CELG	10.781,80	107.128,69	694,64	4.991,88	0,06	0,05	1,38
CHESP	224,79	2.624,50	5,28	68,79	0,02	0,03	0,90
CEB	1.300,11	80.258,21	61,61	2.210,48	0,05	0,03	1,72
Total	611.820,53	4.016.919,46	53.763,70	192.444,39	0,09	0,05	1,83

Nota: Elaboração própria.

5. Considerações Finais

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise estrutural do consumo de energia elétrica incorporado às exportações brasileiras, tomando como delimitação espacial relevante as ACDEs. Para tanto, foi utilizada uma matriz inter-regional de insumo-produto e calculados coeficientes de consumo de energia elétrica por valor da produção, de modo a possibilitar o cômputo do consumo de energia elétrica total incorporado às exportações setoriais para o ano de 2007.

Este consumo total incorporado às exportações, de acordo com os cálculos realizados, é equivalente a 53.761,91 GWh ao ano, o mesmo que 13,04% de todo o consumo de energia elétrica no Brasil neste mesmo período. Para estabelecer um parâmetro de comparação, a usina hidroelétrica de Belo Monte, um dos maiores empreendimentos energéticos do Brasil, tem uma previsão de produzir cerca de 34.000 GWh ao ano. Isto significa que teriam sido necessárias, em 2007, o equivalente a 1,58 usinas de Belo Monte para atender às necessidades do setor exportador do país.

A análise deste consumo de energia elétrica incorporado às exportações foi realizada buscando determinar a influência de quatro fatores, a saber, o valor total exportado, a composição setorial das exportações das ACDEs, a intensidade energética dos setores exportadores e as diferenças de intensidade no mesmo setor.

Ao verificar o primeiro fator, obtivemos indicação que as ACDEs que apresentam maior valor de exportações são aquelas localizadas no Sudeste e no Sul do Brasil, sendo que dentre as 15 maiores exportadoras apenas três ACDEs são das outras macrorregiões, a saber, a CELPA, a COELBA e a CEMAT. Este fator não explica, por si só, o padrão de consumo de energia elétrica observado, o que se reflete no fato de a CEMAR, segunda maior ACDE em termos de consumo de energia elétrica total das exportações, ser somente a 22^a colocada em termos de valor das exportações. Para verificar o segundo fator, foi analisado o percentual da produção setorial em cada ACDE que é destinado às exportações, onde é possível notar que os setores cuja produção é mais exportada são setores eletrointensivos. Foi realizada, a seguir, a análise do terceiro fator, a intensidade energética dos setores nas regiões, a qual revelou que os coeficientes de consumo de energia elétrica dos setores eletrointensivo das ACDEs CELPA e CEMAR são elevados

quando comparados aos das outras ACDEs, chegando até a puxar para cima as médias das macrorregiões Nordeste e Norte. Ainda, os maiores coeficientes do país são encontrados no setor eletrointensivo de metais não-ferrosos nestas duas ACDEs. Apesar de estas ACDEs serem grandes produtoras de alumínio, um dos processos produtivos mais intensivos no consumo de energia elétrica, o nível de agregação dos dados, em metais não-ferrosos, não nos permite afirmar se estes altos coeficientes são consequência de composição setorial mais eletrointensiva ou de tecnologias menos eficientes em termos de consumo energético em um mesmo setor.

Foi realizada, então, a uma análise da decomposição do consumo de energia elétrica das exportações dos setores industriais em inicial, direto, indireto e total. O foco nestes dois setores se justifica por eles representarem mais de 70% do consumo total de energia elétrica incorporado às exportações, e porque o setor eletrointensivo apresenta os maiores percentuais de valor da produção setorial destinado às exportações em diversas ACDEs. A apreciação desta decomposição revelou que o consumo total de energia elétrica das exportações do setor eletrointensivo é gerado praticamente todo no próprio setor, enquanto em torno de um terço do consumo total de energia elétrica das exportações do setor não-eletrointensivo vem incorporado aos insumos advindos do setor eletrointensivo.

É importante destacar que este resultado é influenciado pela dificuldade em substituir a energia elétrica por outras fontes energéticas nas macrorregiões Norte e Nordeste, dado que ainda não estão implantados gasodutos que abasteçam estas regiões. A chegada desta fonte energética alternativa pode levar à substituição da energia elétrica pelo gás natural, aproximando o consumo das regiões Norte e Nordeste da região Sudeste.¹⁴

Ademais, a análise dos coeficientes de razão indica que as exportações brasileiras são mais intensivas no uso de energia elétrica que a produção para consumo interno em todas as macrorregiões e em 37 das 58 ACDEs analisadas, sendo a CELPA e a CEMAR as que apresentam maiores coeficientes e, portanto, maior distância entre o consumo voltado para exportações e o consumo voltado para produção doméstica.

¹⁴ A malha de gasodutos brasileira ainda não foi consolidada. Embora parte da região Nordeste já esteja sendo contemplada com o fornecimento de gás natural e haja planos para expandir o fornecimento para o restante da região e para a região Norte, os estados que abrigam as ACDEs mencionadas, Maranhão e Pará, ainda não foram contemplados com o fornecimento de gás.

Estes resultados podem ser relacionados à literatura que indica que as exportações brasileiras são mais intensivas em emissões de poluentes que as atividades do restante da economia, pois a produção de energia elétrica está ligada ao dispêndio de recursos ambientais. Exemplos deste fato são a emissão de poluentes através da geração térmica de energia elétrica, o alagamento de grandes áreas para viabilizar a geração hidroelétrica e a conseqüente geração de emissões por conta da degradação do material orgânico submerso. O fato de as exportações brasileiras serem mais intensivas em energia elétrica que o restante da produção indica que as exportações exercem mais pressão sobre os recursos energéticos do país que a produção destinada ao consumo interno.

Desta forma, conclui-se que os órgãos responsáveis pelo planejamento do setor de energia elétrica devem se conscientizar de que as exportações precisam ser consideradas em seu planejamento, com atenção especial à capacidade de transmissão de energia elétrica às ACDEs que apresentam maior consumo incorporado a produtos exportados, quais sejam a CELPA e a CEMAR, além das distribuidoras que atendem ao Sudeste do país.

Por fim, este trabalho indicou que o consumo de energia elétrica incorporado às exportações brasileiras é significativo e, deste modo, qualquer planejamento energético de longo prazo necessita de previsões macroeconômicas adequadas não apenas para o Brasil, mas também para os países importadores dos produtos brasileiros, de modo a prever adequadamente o fluxo de exportações e suprir suas necessidades energéticas.

Referências

- ALCÁNTARA, V.; DUARTE, R. *Comparison of energy intensities in European Union countries: Results of a structural decomposition analysis. Energy Policy*, v.32, p. 177-189, 2004.
- ALCÁNTARA, V.; PADILLA, E. "Key" sectors in final energy consumption: an input-output application to the Spanish case. *Energy Economics*, v. 31, 2003
- ANEEL. Atlas de energia elétrica 3ª edição. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689>. Acesso em 03 de mai. de 2011.
- ANEEL. Nota Técnica nº 317/2007 do PROINFA. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/nreh2007567.pdf>>. Acesso em 03 de jul de 2012.
- ANEEL. Resolução Normativa nº 418. Brasil. 2010.
- ARBEX, M.; PEROBELLI, F.S. *Solow meets Leontief: Economic growth and energy consumption. Energy Economics*, v.32, p. 43-53, 2010.
- BERMANN, C. *Exportando a Nossa Natureza - Produtos intensivos em energia: implicações sociais e ambientais*. 1. ed. Rio de Janeiro: FASE, 2004. v. 1. 70 p.
- BRASIL. Portaria 907, de 28 de agosto de 1989 do Diário oficial da União.
- BRASIL. Portaria 962, de 29 de dezembro de 1987 do Diário Oficial da União.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Anuário estatístico de energia elétrica 2011*. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/20111213_1.pdf>. Acesso em 02 de mar. De 2012.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Balanço energético nacional 2008*. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2008.pdf>. Acesso em 07 de jun. De 2011.
- FARIA, W. R.; HADDAD, E. A.. *Estimação das Elasticidades de Substituição do Comércio Regional do Brasil*. Disponível em: <http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/TDNereus_01_11.pdf>. Acesso em 09 de ago. de 2011.
- HADDAD, E. A.; MARQUES, M. C. C.; Technical Note on the Construction of the Interregional Input-Output System for the Concession Areas of ANEEL. Disponível em: <http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/TD_Nereus_05_2012.pdf>. Acesso em 03 de jun. de 2012.
- HAWDON, D.; PEARSON, P. *Input-output simulations of energy, environment, economy interactions in the UK. Energy Economics*, v.17, 1995.
- HERENDEEN, R.; TANAKA, J. *Energy cost of living. Energy, Grã Bretanha*, v.1, p.165-178, 1976.
- HILGEMBERG, E. M. ; GUILHOTO, J J M . *Uso de combustíveis e emissões de CO2 no Brasil: um modelo inter-regional de insumo-produto. Nova Economia (UFMG)*, vol. 16, 2006.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. *Input-output analysis: foundations and extensions. New Jersey: Prentice-Hall*, 1985.

- PEROBELLI, F. S.; HADDAD, E. A.; NETO, A. B. F.; VILELA, L. P. *Interdependência Energética: uma análise inter-regional*. Disponível em: <http://www.ufjf.br/poseconomia/files/2010/05/TD-009-2010-Perobelli_et_all.pdf> Acesso em 04 de set. de 2011.
- PEROBELLI, F. S.; MATTOS, R. S.; FARIA, W. R.. *Interações energéticas entre o Estado de Minas Gerais e o restante do Brasil: uma análise inter-regional de insumo-produto*. *Econ. Apl.*, Ribeirão Preto, v. 11, n. 1, Mar. 2007 .
- SANTOS, G. F.; *Política energética e desigualdades regionais na economia brasileira*. 2010. 180 f. Tese (Doutorado em economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. *Cartilha Vozes da classe média*. Disponível em <<http://www.sae.gov.br/site/wp-content/uploads/Cartilha-Vozes-Classe-Media.pdf>> Acesso em 30 de set. de 2012.
- SU, B.; ANG, B.W. *Multi-region input–output analysis of CO2 emissions embodied in trade: The feedback effects*. *Ecological Economics*, v.71, p.42-53, 2011.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). *Inclusive Wealth Report*. Disponível em <http://www.unep.org/pdf/IWR_2012.pdf>. Acesso em 08 de ago. de 2012.
- UNITED NATIONS. *Resilient People, Resilient Planet: A future worth choosing*. Disponível em <http://www.un.org/gsp/sites/default/files/attachments/GSPReportOverview_A4%20size.pdf>. Acesso em 02 de jul. de 2012.
- YOUNG, C.E.F; BARBOSA FILHO, F.H. *Comércio internacional, política econômica e poluição no Brasil*. *Anais do XXVI Encontro Nacional de Economia* , pp.1573- 1584. Vitória, 8-11 Dezembro 1998.
- YOUNG, Carlos E.F. e LUSTOSA, Maria Cecília J. *Meio Ambiente e Competitividade na Indústria Brasileira*. *Revista de Economia Contemporânea*, 2001.

ANEXO 1. Classificação Regional – ACDEs

<i>Elements of Set REGDEST</i>		<i>Description (in Portuguese)</i>
R1	ELETRODONIA	ELETROBRÁS DISTRIBUIÇÃO RONDÔNIA
R2	ELETROACRE	ELETROBRÁS DISTRIBUIÇÃO ACRE
R3	ELETROAM	ELETROBRÁS AMAZONAS ENERGIA
R4	ELETRORR	ELETROBRÁS DISTRIBUIÇÃO RORAIMA
R5	CERR	CERR
R6	CELPA	CELPA
R7	CEA	CEA
R8	CELTINS	CELTINS
R9	CEMAR	CEMAR
R10	ELETROI	ELETROBRÁS DISTRIBUIÇÃO PIAUÍ
R11	COELCE	COELCE
R12	COSERN	COSERN
R13	EPB	EPB
R14	EBO	EBO
R15	CELPE	CELPE
R16	ELETROALAGO	ELETROBRÁS DISTRIBUIÇÃO ALAGOAS
R17	ESE	ESE
R18	SULGIPE	SULGIPE
R19	COELBA	COELBA
R20	CEMIG	CEMIG-D
R21	CPFL_M	CPFL Mococa
R22	DMEPC	DMEPC
R23	EEB	EEB
R24	EMG	EMG
R25	ESCELSA	ESCELSA
R26	ELFSM	ELFSM
R27	AMPLA	AMPLA
R28	LIGHT	LIGHT
R29	ELEKTRO	ELEKTRO
R30	CPFL_Paul	CPFL Paulista (incorpora as distribuidoras SP Cooperativa e CPFL Jaguarí)
R31	CNEE	CNEE
R32	CPFL_Sta_C	CPFL Santa Cruz
R33	CPFL_L_P	CPFL Leste Paulista
R34	CAIUA	CAIUÁ
R35	EDEVP	EDEVP
R36	CPFL_S_Paul	CPFL Sul Paulista
R37	CPFL_Pirat	CPFL Piratininga
R38	BANDEIRANTE	BANDEIRANTE
R39	ELETROPAULO	ELETROPAULO
R40	COPEL	COPEL-Dis
R41	CFLO	CFLO
R42	COCEL	COCEL
R43	CELESC	CELESC-Dis (incorpora as distribuidoras Cooperalliança e EFLUL)
R44	IENERGIA	IENERGIA
R45	SC_COOP	SC Cooperativa
R46	RGE	RGE (incorpora a distribuidora "RS INDEFINIDA")
R47	MUX	MUX-ENERGIA
R48	HIDROMEI	DEMEI/HIDROPAN (fusão da DEMEI e da HIDROPAN)
R49	ELETROCAR	ELETROCAR
R50	RS_COOP	RS COOPERATIVA
R51	AES_SUL	AES SUL
R52	UHENPAL	UHENPAL
R53	CEEE	CEEE-D
R54	ENERSUL	ENERSUL
R55	CEMAT	CEMAT
R56	CELG	CELG-D
R57	CHESP	CHESP
R58	CEB	CEB-DIS

ANEXO 2. Localização das ACDEs no Território Brasileiro

