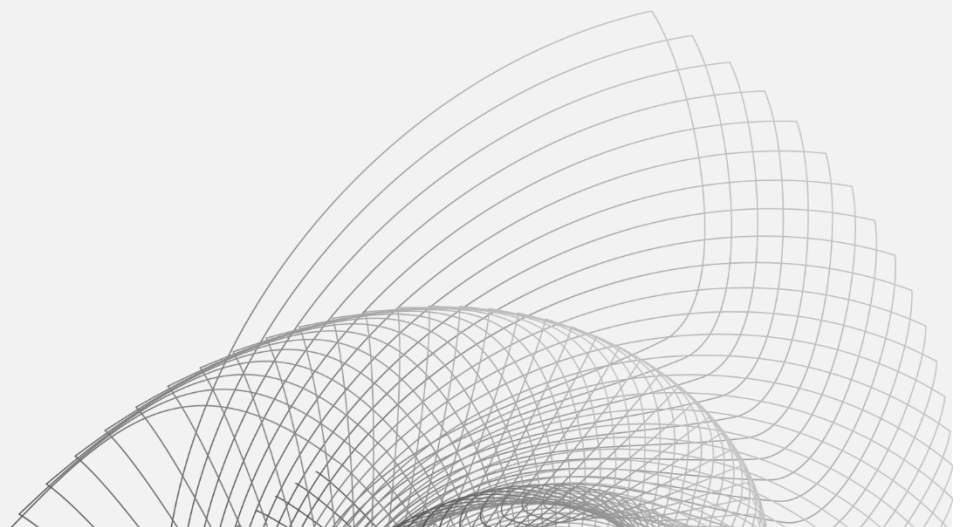


Produto 01

Relatório da análise e seleção de setores de consumo energético objeto da proposição de indicadores

Projeto Sistema de Indicadores para
Eficiência Energética

Março/2020



Elaborado por:

mitsidi
PROJETOS

Autores:

Natália Weber
Letícia Bonani

Eduardo Sabino
Petra Pedraza

Equipe:

Alexandre Schinazi
Hamilton Ortiz
Rosane Fukuoka
Ian Garcia
Bruno Chaves
Petra Pedraza
Bruno Mourão
Laisa Brianti
Victor Luz
Suzy Gasparini
Rodrigo Tenopholo
Guilherme Silva
João Maraccini
Júlia Alves

Gabriel Frasson
Isabela Issa
Maíra André
Vinícius Vidoto
Guilherme Devens
Madson Batista
Amanda Capelo
Luisa Zucchi
Jáydston Nere
Giovana Gonçalves
Isabela Campos
Rafael Katsurayama
Lucas Suzuki

Para:

Eletrobras



Projeto:

Projeto Sistema de Indicadores de Eficiência Energética

Coordenação: Moisés Antônio dos Santos (Procel) e Petra Margot Pedraza (Mitsidi Projetos)

Terceira Versão | 10/março/2020



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	5
2	INTRODUÇÃO	6
	MATRIZ ENERGÉTICA X MATRIZ ELÉTRICA	6
3	METODOLOGIA DE ANÁLISE DE SETORES DE CONSUMO ENERGÉTICO	10
4	RESULTADO AHP	15
4.1	Decomposição do problema de forma hierárquica: definição dos critérios e alternativas.....	15
4.2	Matriz de julgamentos.....	16
4.3	Análise da consistência	18
4.4	Matriz de decisão.....	19
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	21
6	REFERÊNCIAS	22
	APÊNDICE I – COMPATIBILIZAÇÃO DOS SETORES DO BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN) E OS SETORES DA MATRIZ INSUMO PRODUTO (MIP)	25
	APÊNDICE II - GRANDEZAS DAS ALTERNATIVAS E RESULTADOS DA MATRIZ DE DECISÃO.....	28
	APÊNDICE III - MATRIZ DE DECISÃO COM O RESULTADO PARA CADA DAS ALTERNATIVAS.....	30
	APÊNDICE IV – FORMULÁRIO PESOS AOS CRITÉRIOS.....	31
	APÊNDICE V – ANÁLISE DISPONIBILIDADE DE DADOS	36
	APÊNDICE VI – TABELA DISPONIBILIDADE DOS DADOS	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala numérica de Saaty.....	11
Tabela 2 – Índice randômico de acordo com a ordem da matriz.....	13
Tabela 3 – Fonte de dados dos critérios definidos na metodologia AHP.....	15
Tabela 5 - Matriz de julgamento dos indicadores.....	17
Tabela 6 - Matriz de Pesos.....	18
Tabela 7 - Valores do Índice de consistência e Razão de consistência.....	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caracterização dos Tipos de Indicadores (OECD/IEA, 2014 - adaptado).....	6
Figura 2 – Oferta Interna de Eletricidade, em 2019 (EPE, 2020).....	7
Figura 3 - Variação Percentual do Consumo Setorial de Eletricidade, de 2019 com relação a 2018 (EPE, 2020).....	8
Figura 4 - Crescimento do consumo de eletricidade no setor industrial, de 2019 com relação a 2018 (EPE, 2020).....	8
Figura 5 - Participação Setorial no Consumo de Eletricidade em 2019 (EPE, 2020).....	9
Figura 6 - Estrutura hierárquica básica do método AHP.....	11
Figura 7 – Estrutura AHP e seus respectivos setores e critérios analisados.....	16
Figura 8 – Instituições representadas pelas pessoas que responderam ao formulário de julgamentos dos critérios da AHP.....	17
Figura 9 – Peso dos indicadores.....	18
Figura 10 - Representatividade de cada alternativa de acordo com os critérios adotados.....	20

1 APRESENTAÇÃO

Este produto é o primeiro do Projeto de Sistema de Indicadores para Eficiência Energética, uma iniciativa da Eletrobras realizada por meio do Segundo Plano Anual de Aplicação de Recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PAR PROCEL) que está sendo desenvolvido pela Mitsidi Projetos. O escopo do projeto contempla a identificação e proposição de indicadores de eficiência energética para cinco setores de consumo energético do país, assim como a modelagem de um sistema informatizado para gerenciamento dos indicadores.

O Governo Brasileiro implementou, ao longo de quatro décadas, diversas ações exitosas na área de eficiência energética, a saber, os programas nacionais PROCEL e CONPET, o PEE, gerido pela ANEEL, a lei da Eficiência Energética e suas regulamentações, o PBE entre outras. Além das iniciativas governamentais, existem iniciativas privadas como as da Abesco, atividades de algumas associações de classe e consumidores, entre outras. Essas iniciativas geraram e geram importantes informações.

A avaliação contínua destas ações pode aprimorar a eficiência de alocação de recursos e direcionar projetos. Uma das formas de acompanhamento e avaliação destas ações é a montagem de um sistema de indicadores de eficiência energética que abrangesse toda a cadeia, desde a coleta de dados até a divulgação e análise de macroindicadores. Vários estudos nacionais e internacionais apontam a falta de um maior número de indicadores como lacuna da política pública nacional.

2 INTRODUÇÃO

Segundo o IEA, os indicadores de eficiência energética são, em geral, indicadores que ajudam a demonstrar se uma coisa é mais eficiente em termos energéticos do que outra (OECD/IEA, 2014). Em geral, tais indicadores são intensidades, apresentadas como uma razão entre o consumo de energia (medido em unidades de energia) e os dados de atividade (medido em unidades físicas), conforme expressa a Equação 1, a seguir.

$$\text{Indicador de Eficiência Energética} = \frac{\text{Consumo de Energia (unidade de energia)}}{\text{Dados de Atividade (unidade física)}}$$

Equação 1 - Indicador Base de Eficiência Energética (OECD/IEA, 2014 - adaptado)

Além disso, os resultados apresentados pelos indicadores de eficiência energética poderão relacionar-se por meio de planos hábeis de gestão e tecnologia ambiental e de conservação de energia (TAVARES; MONTEIRO, 2014). Portanto, o uso de indicadores dá-se pelo uso como instrumento de análise do progresso da eficiência energética em sua totalidade ou em setores individuais (EPE, 2014).

Em relação a sua caracterização, podem ser definidos como macro e micro, segundo a metodologia do IEA, expresso na Figura 1, a seguir.

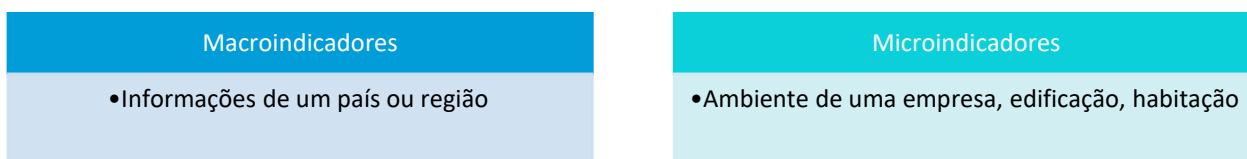


Figura 1 - Caracterização dos Tipos de Indicadores (OECD/IEA, 2014 - adaptado)

Além disso, há uma subdivisão de acordo com seus objetivos em indicadores descritivos, ou seja, que apontam as condições de eficiência energética sem esclarecer as causas e os desvios, e explicativos, que revelam os motivos no qual ocorreram os desvios ou inconstância nos indicadores descritivos (SAIDEL; FAVATO; MORALES, 2005).

Assim, esses indicadores podem ser determinados em função de dois princípios: 1- princípio econômico: a eficiência energética deve ser medida em alto nível de agregação, não possibilitando a caracterização com indicadores técnicos ou físicos; 2- princípio técnico-econômico: a eficiência energética deve ser medida em nível desagregado, como em um sub-setor ou para atividade final; conectando o consumo de energia com um indicador de atividade medido em unidades físicas (toneladas de aço, número de ocupantes etc.) (SAIDEL; FAVATO; MORALES, 2005).

MATRIZ ENERGÉTICA X MATRIZ ELÉTRICA

O consumo final no balanço energético brasileiro nada mais é que a energia que impulsiona a indústria, o transporte, o comércio e os demais setores econômicos do país. Essa energia se conduz através de

gasodutos, linhas de transmissão, rodovias, ferrovias etc., com destino aos locais de consumo. Todavia essas operações sofrem com perdas de energia. Tratando-se de energia proveniente da natureza, esta não se encontra adequada para os usos finais sendo necessária ser transformada, como nas usinas hidrelétricas que utilizam a energia mecânica da água para produzir energia elétrica etc. Este tipo de procedimento, entre outros, também demandam perdas de energia. Desta forma, somando os consumos finais de energia, das perdas na distribuição e armazenagem, e perdas nos processos de transformação obtém-se a oferta interna de energia (OIE). Também conhecida como demanda total de energia, sua estrutura por energético é habitualmente intitulada de Matriz Energética (MME, 2020).

Segundo a EPE, matriz energética se caracteriza como um conjunto de fontes disponíveis em um país, estado, ou no mundo, para suprir a necessidade de demanda de energia. Ou seja, são fontes de energia capazes de movimentar os carros, cozinhar e gerar eletricidade. Já a matriz elétrica corresponde apenas a fontes voltadas para a geração de energia elétrica. Logo, a matriz elétrica compõe a matriz energética.

A matriz energética global é constituída, em sua maioria, por fontes não renováveis como o uso do petróleo e seus derivados, seguido pelo carvão, gás natural, biomassa, nuclear, hidráulica e outros; sendo este último equivalente a fontes renováveis como solar, eólica e geotérmica, por exemplo. No entanto, quase metade da matriz de energia no Brasil utilizava, até 2017, fontes renováveis mesmo com o alto consumo de energia de fontes não renováveis.

Conforme a EPE (2020), em 2019 o Brasil dispunha de uma matriz elétrica predominantemente renovável com destaque para a fonte hidráulica (que representa 64,9%), e, se somarmos todas as renováveis essas representam 83% da oferta interna de eletricidade (resultado da soma das fontes: hidráulica, biomassa, eólica e solar). A Figura 2, ilustra a oferta interna de eletricidade.

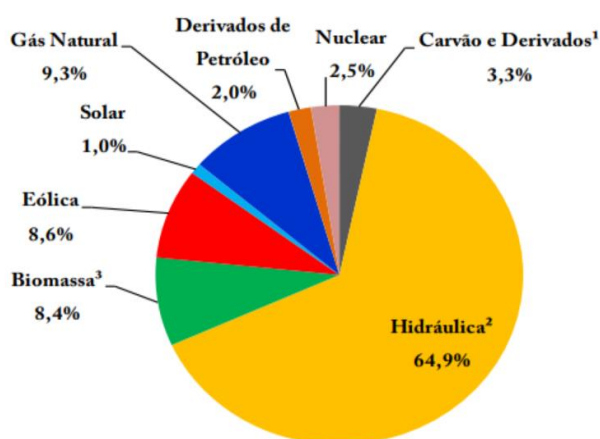


Figura 2 – Oferta Interna de Eletricidade, em 2019 (EPE, 2020)

A partir da matriz elétrica, pode-se analisar o consumo de energia elétrica no Brasil inclusive qual a participação de cada setor neste consumo. A Figura 3, a seguir, indica a variação de consumo setorial

de energia elétrica de 2019 em relação a 2018. Segundo a EPE (2020), a indústria registrou uma redução no consumo de eletricidade de -2,44%, com destaque para a siderurgia, cujo decréscimo da produção física de -8,7%, provocando a retração do consumo de eletricidade nos segmentos de ferro-ligas, aço e pelotas. Assim, papel e celulose também acompanhou uma redução (-6,6%). Tais análises estão expressas na Figura 3 e Figura 4, a seguir.

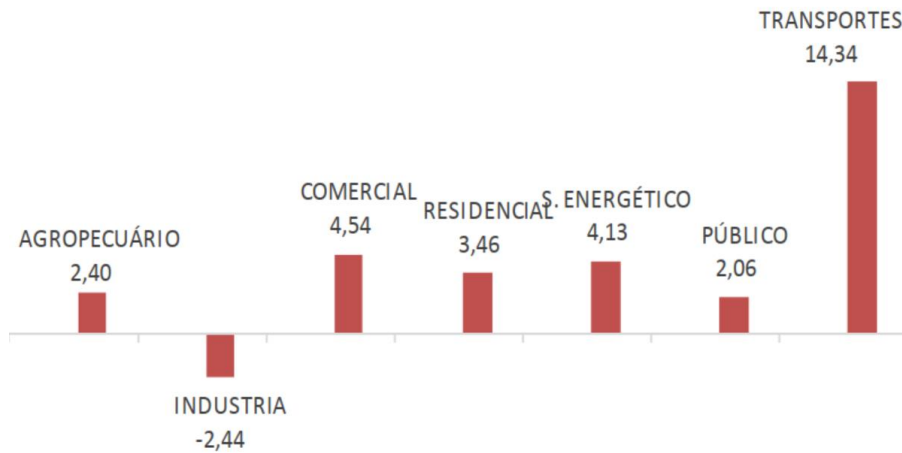


Figura 3 - Variação Percentual do Consumo Setorial de Eletricidade, de 2019 com relação a 2018 (EPE, 2020)

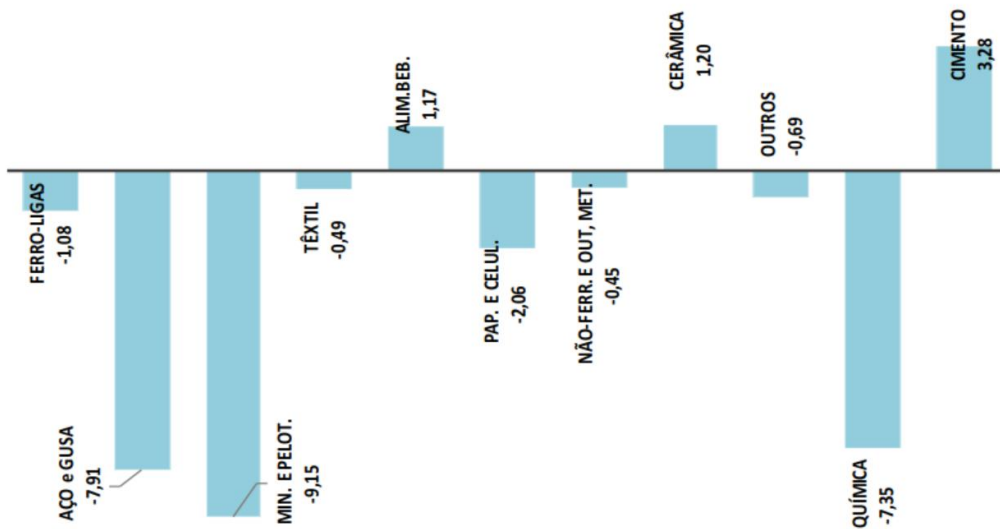


Figura 4 - Crescimento do consumo de eletricidade no setor industrial, de 2019 com relação a 2018 (EPE, 2020)

A Figura 5 expressa a participação setorial no consumo de energia elétrica em 2019. É possível identificar que os setores que mais consomem energia são o industrial (35,9%), residencial (26,1%) e comercial (17,4%), respectivamente.

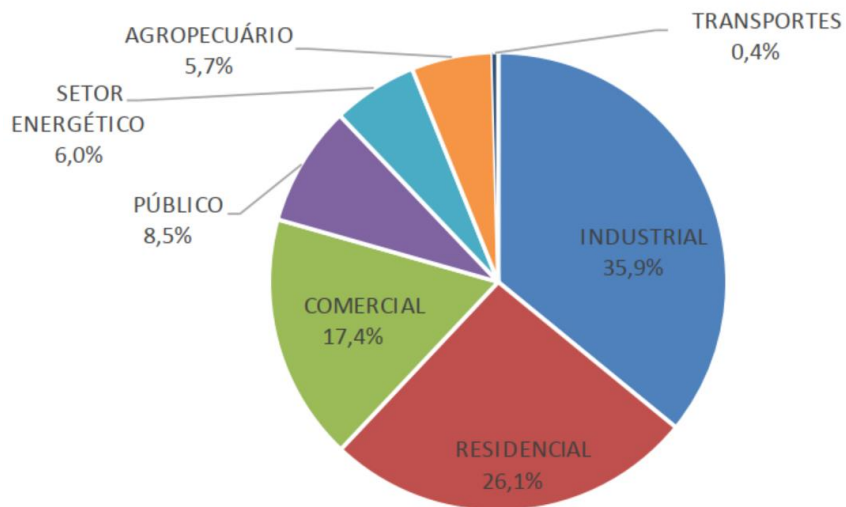


Figura 5 - Participação Setorial no Consumo de Eletricidade em 2019 (EPE, 2020)

3 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE SETORES DE CONSUMO ENERGÉTICO

Muitas decisões importantes, como definições governamentais locais e nacionais, de como se deve agir ou não diante de um problema, são problemas complexos de escolha. Ao mesmo tempo, eles também envolvem uma decisão lógica. Em geral, na tomada de decisões avalia-se alternativas a fim de satisfazer um conjunto de objetivos pretendidos. O problema está em escolher a alternativa que melhor satisfaz o conjunto total de objetivos.

O objetivo deste trabalho é de **analisar e selecionar de setores de consumo energético objeto para proposição de indicadores de eficiência energética (EE)**. Essa tomada de decisão é complexa e envolve muitos fatores, como: a relevância dos setores para a economia nacional, a representatividade frente ao consumo de energia total do país, a disponibilidade de dados acerca de seus aspectos econômicos e energéticos, a abrangência territorial, o alcance social e a existência de políticas públicas de eficiência energética.

Neste trabalho escolheu-se o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para determinação dos setores para os quais serão desenvolvidos os indicadores de EE. Esse método foi desenvolvido por Saaty (1988) na década de 80 e, ainda hoje, é a técnica mais utilizada para tomada de decisão quando se tem múltiplos critérios (RUOSO, 2020). O AHP é um método de análise hierárquica em que decompõe e sintetiza as relações entre os critérios até chegar a uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se da melhor resposta de desempenho (SAATY, 1988). Resumidamente, consiste em apresentar de forma hierarquizada o problema, deixando o objetivo a ser atingindo no topo e baseia-se na habilidade humana inata de fazer julgamentos sobre problemas diversos.

Essa apresentação de forma hierárquica auxilia no melhor entendimento do problema e fornece subsídio lógico para a tomada de decisão. Uma hierarquia bem construída será um modelo que reflete bem a realidade. Não obstante, é possível obter uma classificação de importância entre os elementos de um nível inferior, de acordo com a contribuição para se atingir o objetivo principal (ZANARDO *et al.*, 2018).

O desenvolvimento da AHP pode ser dividido em 4 etapas principais:

1. Construção de hierarquias: nesta etapa é necessário decompor o problema para que tanto os critérios quanto as alternativas possam ser estruturadas de forma hierárquica, sendo que no primeiro nível da hierarquia corresponde ao propósito geral do problema, o segundo aos critérios e o terceiro as alternativas. A Figura 6 mostra estrutura hierárquica básica do método AHP.

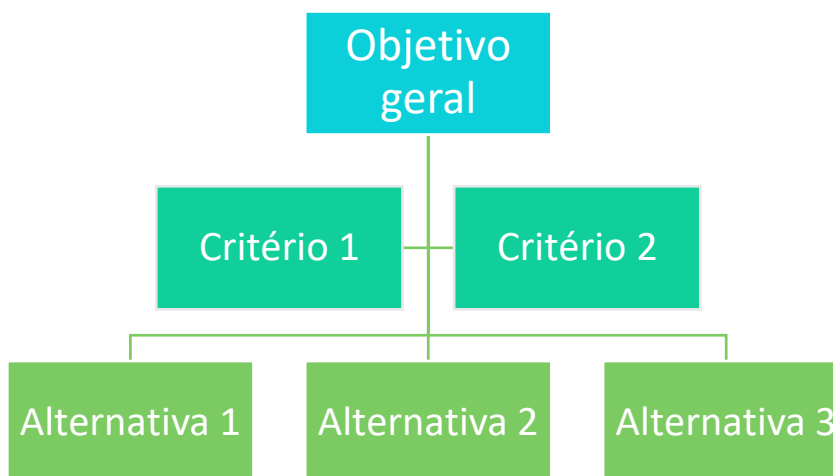


Figura 6 - Estrutura hierárquica básica do método AHP

2. Definição de prioridades: nesta etapa é necessário julgar par-a-par os elementos de um nível da hierarquia à luz de cada elemento em conexão com o nível superior, compondo a matriz de julgamento. Para tanto, utiliza-se a escala numérica de Saaty, Tabela 1, para compor os julgamentos.

Tabela 1 – Escala numérica de Saaty.

ESCALA NÚMERICA	DEFINIÇÃO	EXPLICAÇÃO
1	Igual importância	Ambos elementos contribuem igualmente para o objetivo
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Forte importância	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito forte ou essencial	Um elemento é fortemente favorecido em relação à outra; sua demonstração de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6, 8	Valores intermediários adjacentes	Usados como valores de consenso entre as opiniões.
incremento 0,1	Valores intermediários na graduação mais fina de 0.1.	Usados para graduações mais finas das opiniões

Fonte: Adaptado de (SOUZA MARINS; DE OLIVEIRA SOUZA; DA SILVA BARROS, 2009)

A quantidade de julgamentos necessários para a construção de uma matriz de julgamentos genérica “A” é $n(n - 1)/2$, onde n é o número de elementos pertencentes a esta matriz. Os elementos da matriz são definidos e expressos genericamente na Equação 1.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

onde,

$$a_{ij} > 0 \rightarrow \textit{positiva}$$

$$a_{ij} = a_{ji} = 1$$

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \rightarrow \textit{recíproca}$$

$$a_{ij} = a_{ik} \times a_{kj} \rightarrow \textit{consistência}$$

A partir dessa matriz é possível a obtenção da Matriz de Pesos que é formada pelo autovetor e o autovetor normalizado. O autovetor de cada critério (w_i) é calculado a partir da média geométrica de cada uma das linhas da matriz, conforme mostra a Equação 2:

$$w_i = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a_{in}} \quad (2)$$

onde, n é o número de elementos dessa matriz (a_{ij}). Em seguida, é necessária normalizar os elementos da matriz de julgamento, através da Equação 3:

$$w_i' = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3)$$

onde, w_i' refere-se ao autovetor normalizado, também chamado de prioridades médias locais, e a_{ij} aos elementos da matriz.

3. Cálculo do índice de consistência (IC) e da razão de consistência (RC): para analisar a consistência dos julgamentos o método AHP propõe calcular o IC e o RC da matriz de julgamentos realizados. Conforme Saaty e Vargas (2012), para se analisar a consistência de uma matriz, seu autovalor máximo ($\lambda_{máx}$) precisa ser igual a n . O autovalor máximo ($\lambda_{máx}$) é calculado a partir da multiplicação dos

seguintes vetores: soma dos elementos da matriz (a_{ij}) pelo vetor autovalor normalizado, conforme mostra a Equação 4:

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \sum_{i=1}^n a_{ij} w_i' \quad (4)$$

Dessa forma, o IC é determinado a partir da Equação 5, em que n refere-se à ordem da matriz julgamento:

$$IC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1} \quad (5)$$

De forma geral, o autovetor dá a ordem de prioridade e o autovalor é a medida de consistência do julgamento. Por fim, calcula-se o RC, Equação 6, no qual consiste na subtração do IC pelo índice randômico (IR).

$$RC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x}}{IR} \quad (6)$$

em que, o valor do IR foi definido por Saaty (2012) para matrizes de ordem 1 a 15, a Tabela 2 mostra o IR para matrizes de ordem 1 a 10.

Tabela 2 – Índice randômico de acordo com a ordem da matriz.

Ordem da matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Como regra geral, se o RC for menor ou igual a 0,10 então há consistência para prosseguir com os cálculos da AHP. Caso contrário, recomenda-se que os julgamentos sejam refeitos.

4. Definição da matriz de decisão: nesta etapa é calculada a matriz de decisão com todas as alternativas definidas anteriormente, neste caso, serão os subsetores da economia. Para efetuar esse cálculo, primeiramente deve-se definir se a prioridade do critério analisado é crescente ou decrescente. Por exemplo: quanto menor o número de emissões de gases que causam o efeito estufa menor é o impacto ambiental; e, quanto maior o número de pessoas ocupadas naquele setor maior é o seu impacto social.

Ressaltando que essa priorização tem haver com o objetivo geral do problema. Em seguida, calcula-se o vetor de decisão para cada alternativa (d_i), conforme mostra a Equação 7.

$$d_i = \sum_{i=1}^n w'_i \frac{m_i}{\sum m_i} \quad (7)$$

onde, os valores de cada alternativa (m_i) são apenas normalizados se a priorização for crescente, e se for decrescente deve ser linearizado antes de ser normalizado.

4 RESULTADO AHP

Neste item serão apresentados os resultados de cada etapa do método AHP aplicado ao problema proposto.

4.1 DECOMPOSIÇÃO DO PROBLEMA DE FORMA HIERÁRQUICA: DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS E ALTERNATIVAS

A primeira etapa da decomposição do problema consiste na identificação dos critérios em que o problema pode ser avaliado. Considerando os principais aspectos que envolvem a tomada de decisão para seleção de setores de consumo energético, como: a relevância dos setores para a economia nacional, a representatividade frente ao consumo de energia total do país, a disponibilidade de dados acerca de seus aspectos econômicos e energéticos, a abrangência territorial, o alcance social e a existência de políticas públicas de eficiência energética.

Foram selecionados os seguintes critérios para analisar o problema: consumo de eletricidade (ENERGIA), relevância para economia do país (PIB), e disponibilidade de dados (DADOS). A Tabela 3 apresenta os critérios escolhidos analisar o problema da priorização dos setores da economia, bem como as fontes dos dados utilizados para analisá-lo.

Tabela 3 – Fonte de dados dos critérios definidos na metodologia AHP.

Critério	Definição	Referência
ENERGIA	Consumo final de energia elétrica (GWh), ano base 2017	EPE, 2018
PIB	Valor Adicionado Bruto (VAB), exceto setor residencial no qual foi considerado o consumo final das famílias, ambos os valores foram obtidos através da Matriz de Insumo-Produto (MIP) do Brasil, no qual a unidade de medida usada é R\$1.000.000, ano base 2017	NEREUS, 2020
DISPONIBILIDADE DE DADOS	Análise da disponibilidade de dados e acesso fácil a informações a partir de dados consolidados proveniente de documentos, anuários e balanços	IBGE, EPE, ANEEL, IEA, ANP

A segunda etapa da decomposição hierárquica do problema envolve a definição das alternativas a serem analisadas. Com intuito de selecionar setores relevantes, tanto para economia do país quanto energeticamente intensivos, foram escolhidos os setores da economia presentes no BEN (EPE, 2018). Contudo, para obter os dados de participação no PIB foi realizada uma correlação entre dos setores CNAE que integram a metodologia MIP (Matriz Insumo-Produto) e que estão sendo considerados no BEN (Apêndice A - Tabela 8). A Figura 7 mostra estrutura AHP final com as 16 alternativas e 3 critérios que serão analisadas pelo método AHP.



Figura 7 – Estrutura AHP e seus respectivos setores e critérios analisados

A próxima etapa da aplicação do método AHP envolve o julgamento dos critérios a fim de determinar o peso que cada um deles possui frente ao problema a ser resolvido.

4.2 MATRIZ DE JULGAMENTOS

O primeiro passo para realização da matriz de julgamentos é julgar par-a-par a intensidade de importância entre os indicadores com base na escala numérica de Saaty (apresentada na Tabela 1). Por conseguinte, preenche-se a matriz de julgamento dos indicadores conforme (Tabela 1) e Equação 1. A fim de obter resultados com o menor viés possível, um formulário com os julgamentos foi enviado e respondido por 17 pessoas de diversas especialidades e instituição relacionados ao tema. A Figura 8 apresenta as instituições das quais as pessoas que responderam fazem parte.

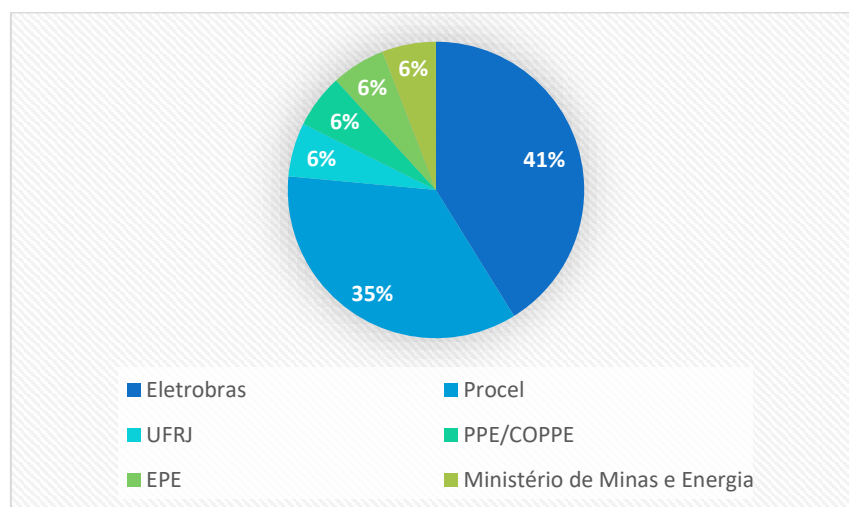


Figura 8 – Instituições representadas pelas pessoas que responderam ao formulário de julgamentos dos critérios da AHP.

Cada resposta enviada foi analisada individualmente, inclusive a consistência das respostas a partir do cálculo da análise de consistência. Entre as 17 respostas, 4 delas foram consistentes. A média das respostas consistentes foram agregadas na matriz de julgamentos, como apresenta a Tabela 4. O resultado, como já diz o nome, é uma matriz com os julgamentos atribuídos a eles.

Tabela 4 - Matriz de julgamento dos indicadores.

	Julgamento dos indicadores		
	DADOS	ENERGIA	PIB
DADOS	1.00	0.33	3.00
ENERGIA	3.00	1.00	5.00
PIB	0.33	0.20	1.00
SOMA	4.33	1.53	9.00

Dessa forma, com a Tabela 4 completa, é possível realizar os cálculos da matriz de pesos, que é formada por três linhas, que representam os indicadores, e por duas colunas, que representa o autovetor e os valores das prioridades médias locais. O cálculo de cada um dos termos da matriz, são dados pelas Equações (2 e 3). A Tabela 5 apresenta os valores calculados.

Tabela 5 - Matriz de Pesos.

	Matriz de Pesos	
	Auto vetor	PML
DADOS	1,00	25,83%
ENERGIA	2,47	63,70%
PIB	0,41	10,47%
SOMA	3,87	100,00%

A partir dos cálculos do PML, tem-se os pesos de cada indicador na seleção final. Conforme Tabela 5, observa-se que o consumo de energia (ENERGIA) apresentou o maior peso (63,70%), a disponibilidade ficou com um peso de 25,83%, e a contribuição em relação ao PIB apresentou o menor peso (10,47%). A Figura 9 apresenta os pesos dos critérios.

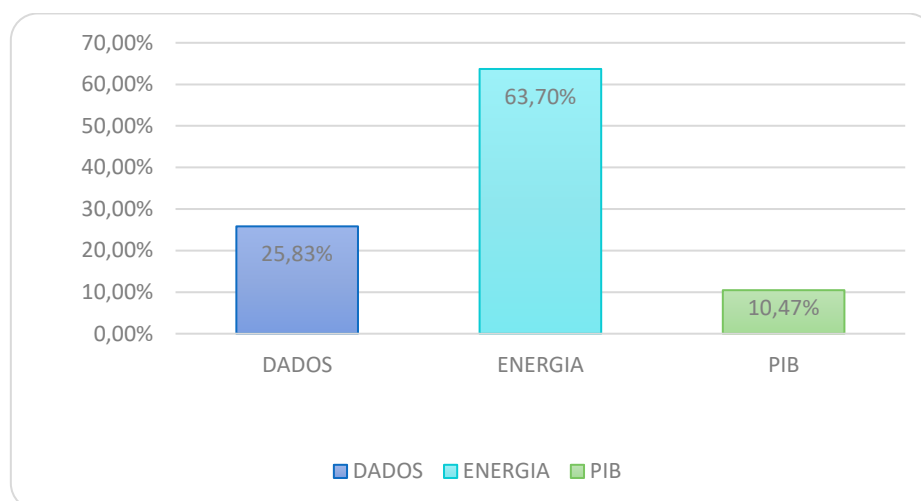


Figura 9 – Peso dos indicadores.

4.3 ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA

Em seguida, como os pesos são definidos a partir de uma análise qualitativa, o método AHP prevê a avaliação da consistência dos resultados encontrados. Esta validação é obtida a partir da análise da consistência dos resultados. Como apresentado na seção anterior, pode-se afirmar que a condição de consistência é adequada para valores de $RC \leq 0,1$ ou 10%. Assim, calculou-se esse parâmetro seguindo as Equações (4, 5 e 6). O resultado do RC foi de 9.996% e, portanto, menor que 10%. A Tabela 6 sumariza os valores considerados e obtidos nos cálculos.

Tabela 6 - Valores do Índice de consistência e Razão de consistência

n (ordem da matriz quadrada)	índice randômico ($n=3$)	$\lambda_{\text{máx}}$	IC	RC
3	0,52	0.019	3.04	3,7%

A partir do resultado obtido é possível afirmar que foi alcançada a consistência. Desse modo, pode-se seguir com os procedimentos da metodologia AHP. O próximo passo é a composição da matriz de decisão.

4.4 MATRIZ DE DECISÃO

Com os cálculos da matriz de julgamento dos indicadores e da matriz de pesos, prossegue-se para a análise das alternativas. Para tanto, os valores de cada um dos critérios definidos são obtidos conforme as fontes mencionadas anteriormente na Tabela 3. O Apêndice A apresenta os valores de cada alternativa nas suas unidades de medidas, bem como, seus valores normalizados.

Salienta-se que a normalização para os valores reais é um processo numérico e feito para os casos em que o indicador está linearizado com o desempenho esperado. Sob a luz problema analisado, considerou-se que os seguintes critérios são mais relevantes quanto maior for a sua magnitude: ENERGIA (GWh), DISPONIBILIDADE DE DADOS e PIB (milhões de R\$) e estão linearizados.

Com a obtenção dos valores normalizados de cada indicador para cada alternativa, prossegue-se para o cálculo do vetor decisão, seguindo a Equação (7) apresentada na metodologia. Dessa forma, é possível relacionar os pesos de cada critério com o valor de cada alternativa e obter a soma deste cálculo. O resultado é o ranqueamento dos setores de acordo com as premissas adotadas (do Apêndice A). A

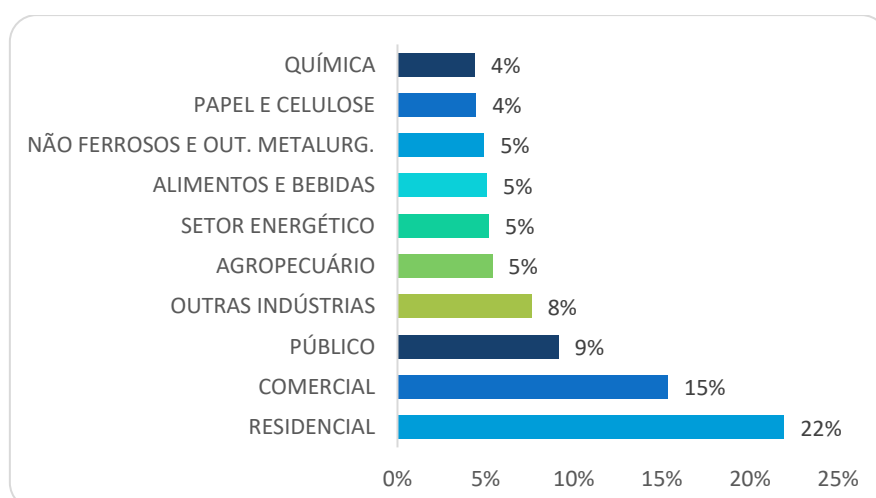


Figura 10 apresenta os dez maiores valores do vetor decisão, que podem ser interpretados como os resultados da AHP.

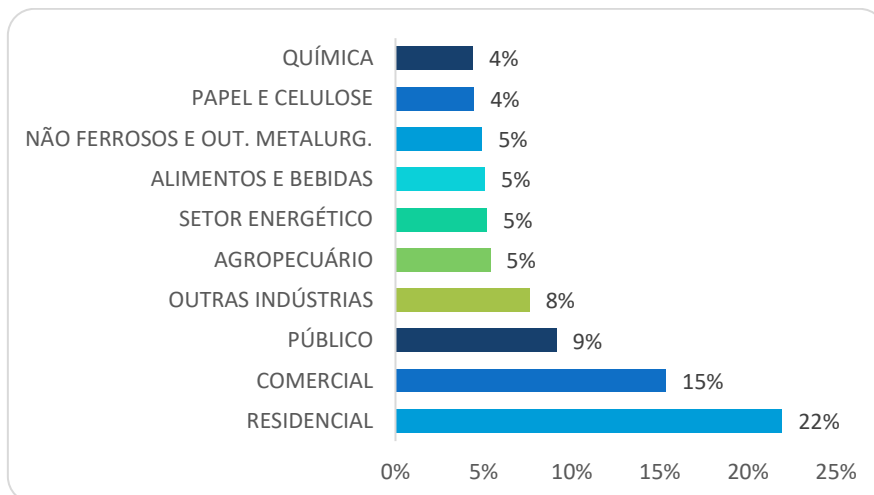


Figura 10 - Representatividade de cada alternativa de acordo com os critérios adotados.

Conforme indica a

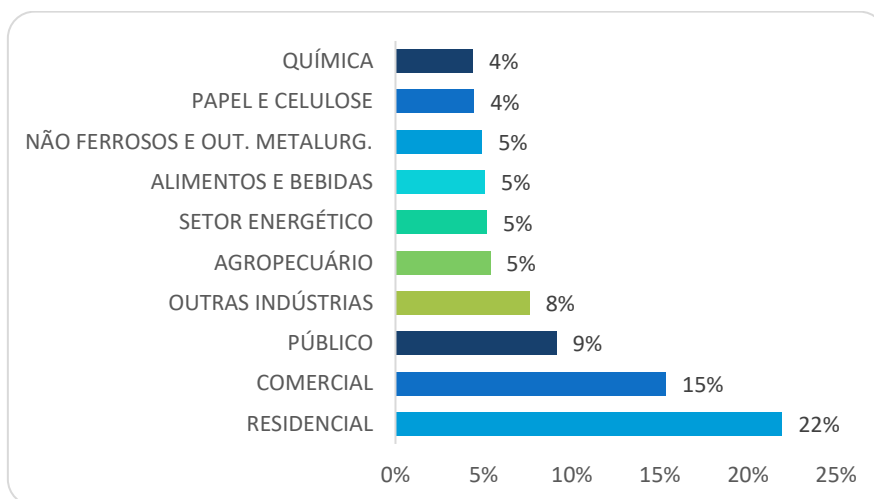


Figura 10, os 5 setores mais relevantes para proposição de indicadores de eficiência energética, segundo metodologia AHP, são os setores: residencial (21,95%); Comercial (15,36%); Público (9,16%); Outras Indústrias (7,62%); Agropecuário (5,40%).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista o objetivo deste produto em analisar e selecionar setores de consumo energético, objeto para proposição de indicadores de eficiência energética, aplicou-se a metodologia *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para determinação dos setores para os quais serão desenvolvidos os indicadores. Trata-se de um método de análise que apresenta de forma hierarquizada o problema, deixando o objetivo a ser atingido no topo e baseia-se na habilidade humana inata de fazer julgamentos sobre problemas diversos.

Para isso, foram considerados três critérios: energia; PIB e disponibilidade de dados. O primeiro critério diz respeito ao consumo final de energia elétrica (em GWh) a partir das bases do Balanço Energético Nacional (disponibilizado pela Empresa de Pesquisa Energética); já o PIB foi utilizado o Valor Adicionado Bruto, exceto setor residencial no qual foi considerado o consumo final das famílias, ambos mensurados em R\$ 1.000.000, ano base 2017, a partir dos dados do IBE; e o critério de disponibilidade de dados se deu a partir da análise da disponibilidade de dados e acesso fácil a informações a partir de dados consolidados proveniente de documentos, anuários e balanços a partir de diversas fontes (IBGE, EPE, ANEEL, ANP e IEA).

Além dos critérios, foram definidos os pesos de cada um dos critérios apresentados a partir da aplicação de um questionário, cujos respondentes pertenciam a Eletrobras e outras instituições (MME, UFRJ e EPE). Foram coletados, ao todo, 17 contribuições apresentando que o consumo de energia (ENERGIA) apresentou o maior peso (63,70%), a disponibilidade ficou com um peso de 25,83%, e a contribuição em relação ao PIB apresentou o menor peso (10,47%).

A partir da definição dos critérios e seus pesos, obteve-se que os setores mais relevantes para proposição de indicadores de eficiência energética segundo metodologia AHP são os: residencial (21,95%); Comercial (15,36%); Público (9,16%); Outras Indústrias (7,62%); Agropecuário (5,40%), sendo esses, portanto, a proposta para dar continuidade às outras etapas do projeto.

6 REFERÊNCIAS

BORGES, F. Q.; BORGES, F. Q. **Gestão Regional e Sustentabilidade energética: Uma análise de indicadores no setor agropecuário paraense (2002–2010)**. 2014. *Gestão & Regionalidade* vol. 30, n. 88, 2014. Disponível em: https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_gestao/article/view/2272/1522. Acesso em: 30 nov. 2020.

CAMPOS, A. T.; de Campos, A. T. **Balancos energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas**. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782004000600050&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 26 nov. 2020.

Centro de Excelência em Eficiência Energética - EXCEN. **Estudos em Eficiência Energética - Recomendações para Políticas Públicas**. 2019. Disponível em: <http://www.abcobre.org.br/uploads/conteudo/conteudo/2019/11/MLtd5/estudos-em-eficiencia-energetica-vol-2-excen-procobre.pdf>. Acesso em: 23 nov 2020.

Empresa de Pesquisa Energética - EPE. **Atlas da Eficiência Energética - Brasil 2019**. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-461/Atlas%20da%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20do%20Brasil%20\(002\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-461/Atlas%20da%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20do%20Brasil%20(002).pdf). Acesso em: 23 nov. 2020.

Empresa de Pesquisa Energética - EPE. **Avaliação da Eficiência Energética e Geração Distribuída para os próximos 10 anos**. 2014. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2026%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20e%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa%20para%20os%20pr%C3%B3ximos%2010%20anos%5B1%5D.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.

Empresa de Pesquisa Energética - EPE. **Matriz Energética e Matriz Elétrica**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#:~:text=Enquanto%20a%20matriz%20energ%C3%A9tica%20representa,a%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20el%C3%A9trica>. Acesso em: 30 nov 2020.

Empresa de Pesquisa Energética - EPE. **Relatório nacional de monitorização da eficiência energética do Brasil**. 2015. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38864/1/S1500677_pt.pdf. Acesso em: 26 de nov. 2020.

GOMES, V. **Panorama geral do setor elétrico e governança setorial**. Grupo de Pesquisa do Setor Elétrico – GESEL. Disponível em:

https://www.aneel.gov.br/documents/655804/14752877/Panorama+geral+do+setor+el%C3%A9trico+e+governan%C3%A7a+setorial_Victor.pdf/43046afc-c5ce-8f77-0f68-597e1dcfdfa0. Acesso em: 30 nov 2020.

International Energy Agency - IEA. **Energy Efficiency Indicator: Fundamentals on Statistics**. 2014. France. (iea-energyefficiencyindicatorsfundamentalsonstatistics.pdf).

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. **Contextualização do Setor Elétrico Brasileiro e o Planejamento da Infraestrutura no longo prazo**. 2020. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10098/1/NT_69_Diset_Contextualizacao%20do%20Setor%20El%C3%A9trico%20Brasileiro.pdf. Acesso em: 4 dez 2020.

Ministério de Minas e Energia – MME. **Resenha Energética Brasileira**. 2020. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/36208/948169/Resenha+Ener%C3%A9tica+Brasileira+-+edi%C3%A7%C3%A3o+2020/ab9143cc-b702-3700-d83a-65e76dc87a9e>. Acesso em: 30 nov 2020.

SAIDEL, M. A.; FAVATO, L. B.; MORALES, C. **Indicadores energéticos e ambientais: Ferramenta importante na gestão da energia elétrica**. 2005. Disponível em: <http://www.sef.usp.br/wp-content/uploads/sites/52/2015/09/Indicadores-Energ%C3%A9ticos-e-Ambientais-Ferramenta-Importante-na-Gest%C3%A3o-da-Energia-El%C3%A9trica-PURE-GEPEA-USP-I-CBEE-2005.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.

SILVA, M. **Indicadores de eficiência energética: A abordagem da AIE**. 2019. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/Session%202%20-%20PT.PDF>. Acesso em: 23 nov. 2020.

TAVARES, F. V.; MONTEIRO, L. **Indicadores de Eficiência Energética na Indústria de Fertilizantes de Amônia**. 2014. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão v. 9, n. 2, 2014, p 216–223. Niterói, RJ.

BRASIL. **Clima**. [s. l.], 2020. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html. Acesso em: 22 dez. 2020.

EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2018: ano base 2017**. [s. l.], 2018. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2018vf.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2020.

NEREUS. **Sistema de Matrizes de Insumo-Produto, Brasil (2010-2017) | NEREUS**. [s. l.], 2020. Disponível em: <http://www.usp.br/nereus/?dados=sistema-de-matrizes-de-insumo-produto-brasil-2010-2017>. Acesso em: 18 dez. 2020.

RUOSO, A. C. **MODELO DE DIAGNÓSTICO PARA A GERAÇÃO DE BIOGÁS EM ATERROS SANITÁRIOS**. 2020. - Universidade de Santa Maria (UFSM), [s. l.], 2020.

SAATY, T. L. What is the Analytic Hierarchy Process? *In: Mathematical Models for Decision Support*. [S. l.]: Springer Berlin Heidelberg, 1988. p. 109–121. *E-book*. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-642-83555-1_5. Acesso em: 17 dez. 2020.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process**. 2. ed. [S. l.]: Springer, 2012. *E-book*. Disponível em: [https://doi.org/DOI 10.1007/978-1-4614-3597-6](https://doi.org/DOI%2010.1007/978-1-4614-3597-6)

SOUZA MARINS, C.; DE OLIVEIRA SOUZA, D.; DA SILVA BARROS, M. O USO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (AHP) NA TOMADA DE DECISÕES GERENCIAIS – UM ESTUDO DE CASO. *In: 2009, XLI SBPO*. [S. l.: s. n.] p. 1778. Disponível em: [http://www2.ic.uff.br/~emitacc/AMD/Artigo 4.pdf](http://www2.ic.uff.br/~emitacc/AMD/Artigo%204.pdf). Acesso em: 18 dez. 2020.

ZANARDO, R. P. *et al.* Energy audit model based on a performance evaluation system. **Energy**, [S. l.], v. 154, p. 544–552, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.04.179>

APÊNDICE I – COMPATIBILIZAÇÃO DOS SETORES DO BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN) E OS SETORES DA MATRIZ INSUMO PRODUTO (MIP)

BEN - macrosetor	BEN - subsetor	MIP
RESIDENCIAL		Consumo das famílias
AGROPECUÁRIO		Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita
		Pecuária, inclusive o apoio à pecuária
		Produção florestal; pesca e aquicultura
INDUSTRIAL	ENERGÉTICO	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades
		Refino de petróleo e coquearias
		Fabricação de biocombustíveis
	NÃO FERROSOS E OUTROS NÃO METÁLICOS	Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais
	FERRO-GUSA E FERROLIGAS	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura
	CIMENTO E CERÂMICA	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
	MINERAÇÃO	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração
		Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos
		Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio
		Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos
	ALIMENTOS E BEBIDAS	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca
		Fabricação e refino de açúcar
		Outros produtos alimentares
		Fabricação de bebidas
	QUÍMICA	Fabricação de produtos do fumo
		Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros
		Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos
		Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal

BEN - macrosetor	BEN - subsetor	MIP	
		Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	
	PAPEL E CELULOSE	Fabricação de produtos da madeira	
		Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	
		Impressão e reprodução de gravações	
	TÊXTIL	Fabricação de produtos têxteis	
		Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	
		Fabricação de calçados e de artefatos de couro	
	OUTRAS INDÚSTRIAS	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	
		Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	
		Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	
		Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	
		Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	
		Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	
		Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	
		Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	
		Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	
		Construção	
	SERVIÇOS	COMERCIAL	Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas
			Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores
Alojamento			
Alimentação			
Edição e edição integrada à impressão			
Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem			
Telecomunicações			

BEN - macrosetor	BEN - subsetor	MIP
		Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação
		Intermediação financeira, seguros e previdência complementar
		Atividades imobiliárias
		Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas
		Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D
		Outras atividades profissionais, científicas e técnicas
		Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual
		Outras atividades administrativas e serviços complementares
		Atividades de vigilância, segurança e investigação
		Organizações associativas e outros serviços pessoais
	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	
	PÚBLICO	Educação privada
		Administração pública, defesa e seguridade social
		Saúde pública
Educação pública		
TRANSPORTE E	TRANSPORTE RODOVIÁRIO	Transporte terrestre
		Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio

APÊNDICE II - GRANDEZAS DAS ALTERNATIVAS E RESULTADOS DA MATRIZ DE DECISÃO

ALTERNATIVAS	Alternativas Vs Critérios					
	1º Critério -> Consumo (GWh)		2º Critério -> PIB (milhões R\$)		3º Critério -> Disponibilidade de dados	
	GWh	Normalização	PIB	Normalização	Dados	Normalização
SETOR ENERGÉTICO	29.641,88	5,64%	3.515	0,03%	1	6,25%
RESIDENCIAL	133.975,50	25,49%	4.153.992	39,13%	1	6,25%
COMERCIAL	90.198,25	17,16%	2.851.910	26,87%	1	6,25%
PÚBLICO	43.308,45	8,24%	2.328.733	21,94%	1	6,25%
AGROPECUÁRIO	28.735,84	5,47%	302.971	2,85%	1	6,25%
CIMENTO	6.005,15	1,14%	13.962	0,13%	1	6,25%
FERRO GUSA E AÇO	18.934,73	3,60%	14.625	0,14%	1	6,25%
FERRO LIGAS	6.038,77	1,15%	4.669	0,04%	1	6,25%
MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO	12.497,06	2,38%	90.577	0,85%	1	6,25%
NÃO FERROSOS E OUT. METALURG.	27.292,00	5,19%	12.414	0,12%	1	6,25%
QUÍMICA	22.152,27	4,22%	116.652	1,10%	1	6,25%
ALIMENTOS E BEBIDAS	27.483,40	5,23%	145.887	1,37%	1	6,25%
TÊXTIL	6.514,30	1,24%	58.162	0,55%	1	6,25%

ALTERNATIVAS	Alternativas Vs Critérios					
	1º Critério -> Consumo (GWh)		2º Critério -> PIB (milhões R\$)		3º Critério -> Disponibilidade de dados	
	GWh	Normalização	PIB	Normalização	Dados	Normalização
PAPEL E CELULOSE	23.242,84	4,42%	46.443	0,44%	1	6,25%
CERÂMICA	3.743,00	0,71%	8.702	0,08%	1	6,25%
OUTRAS INDÚSTRIAS	45.780,38	8,71%	462.461	4,36%	1	6,25%
SOMA	525.543,83	1,000	10.615.674,85	1,0	16,0	1,0

APÊNDICE III - MATRIZ DE DECISÃO COM O RESULTADO PARA CADA DAS ALTERNATIVAS

Matriz de Decisão	Critérios			(RESULTADO)
	Consumo	PIB	Dados	
A.V.N	63,70%	10,47%	25,83%	Vetor decisão
SETOR ENERGÉTICO	5,64%	0,03%	6,25%	5,21%
RESIDENCIAL	25,49%	39,13%	6,25%	21,95%
COMERCIAL	17,16%	26,87%	6,25%	15,36%
PÚBLICO	8,24%	21,94%	6,25%	9,16%
AGROPECUÁRIO	5,47%	2,85%	6,25%	5,40%
CIMENTO	1,14%	0,13%	6,25%	2,36%
FERRO GUSA E AÇO	3,60%	0,14%	6,25%	3,92%
FERRO LIGAS	1,15%	0,04%	6,25%	2,35%
MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO	2,38%	0,85%	6,25%	3,22%
NÃO FERROSOS E OUT. METALURG.	5,19%	0,12%	6,25%	4,93%
QUÍMICA	4,22%	1,10%	6,25%	4,41%
ALIMENTOS E BEBIDAS	5,23%	1,37%	6,25%	5,09%
TÊXTIL	1,24%	0,55%	6,25%	2,46%
PAPEL E CELULOSE	4,42%	0,44%	6,25%	4,48%
CERÂMICA	0,71%	0,08%	6,25%	2,08%
OUTRAS INDÚSTRIAS	8,71%	4,36%	6,25%	7,62%
SOMA	100,00%	100,00%	100,00%	

APÊNDICE IV – FORMULÁRIO PESOS AOS CRITÉRIOS

Pesquisa para auxiliar no Projeto Indicadores de Eficiência Energética ELETROBRAS - PROCEL

Nós da Mitsidi, equipe contratada para desenvolver o projeto de indicadores para 5 setores da economia à Eletrobras-Procel, gostaríamos de convidá-lo(la) a participar desta pesquisa que objetiva avaliar os critérios em grau de importância para escolha de setores da economia a serem monitorados por indicadores de eficiência energética.

Este questionário possui uma seção com questões de múltipla escolha e uma para comentários e sugestões. As perguntas devem ser respondidas de acordo com sua percepção e experiência.

Sobre o projeto: Oriundo do Segundo Plano de Aplicação de Recursos (PAR) do Procel, é responsável por identificar e propor indicadores de eficiência energética para 5 setores de consumo energético do país, bem como realizar a modelagem de uma plataforma que apresentará esses indicadores.

O projeto encontra-se na fase inicial, em que está sendo realizada a seleção dos setores de consumo, a partir de uma análise multicritério. Por isso, sua contribuição é muito importante para o desenvolvimento de todo o trabalho.

IMPORTANTE: Os participantes da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, os dados coletados terão total sigilo e serão acessados apenas pelo cliente (ELETROBRAS - PROCEL) e pela Contratada (Mitsidi).

***Obrigatório**

1. Endereço de e-mail *

Informações Iniciais

2. Nome

3. Cargo

4. Instituição que representa *

Análise de importância dos Critérios

Para compreender o impacto dos critérios "Disponibilidade de Dados", "PIB" e "Consumo de Energia" em cada setor, é necessário compará-los par a par.

Julgue cada critério de acordo com sua percepção e experiência.

Considere que a seleção dos setores servirá de base para futuramente auxiliar a compor a plataforma de Indicadores de Eficiência Energética.

Critério Disponibilidade de Dados

Esse critério refere-se a disponibilidade de dados na base da EPE (Consumo de Energia e Eficiência Energética) e IBGE (informações econômicas)

Critério Consumo de Energia

Este critério refere-se ao consumo de Energia (GWh) do setor no BEN (Balanço Energético Nacional)

Critério Participação no PIB

Este critério refere-se a representatividade do setor na composição do PIB (US\$)

Critérios



5. Compare a importância entre a Disponibilidade de Dados e o Consumo de Energia e indique a opção que mais se adequa:

Marcar apenas uma oval.

- Disponibilidade de Dados é extremamente importante em relação ao Consumo de Energia
- Disponibilidade de Dados tem importância muito forte em relação ao Consumo de Energia
- Disponibilidade de Dados tem importância forte em relação ao Consumo de Energia
- Disponibilidade de Dados é moderadamente importante em relação ao Consumo de Energia
- Ambas têm a mesma importância (equivalentes)
- Consumo de Energia é moderadamente importante em relação a Disponibilidade de Dados
- Consumo de Energia tem importância forte em relação a Disponibilidade de Dados
- Consumo de Energia tem importância muito forte em relação a Disponibilidade de Dados
- Consumo de Energia é extremamente importante em relação a Disponibilidade de Dados

6. Compare a importância entre a Disponibilidade de Dados e a Participação no PIB e indique a opção que mais se adequa:

Marcar apenas uma oval.

- Disponibilidade de Dados é extremamente importante em relação a Participação no PIB
- Disponibilidade de Dados tem importância muito forte em relação a Participação no PIB
- Disponibilidade de Dados tem importância forte em relação a Participação no PIB
- Disponibilidade de Dados é moderadamente importante em relação a Participação no PIB
- Ambas têm a mesma importância (equivalentes)
- Participação no PIB é moderadamente importante em relação a Disponibilidade de Dados
- Participação no PIB tem importância forte em relação a Disponibilidade de Dados
- Participação no PIB tem importância muito forte em relação a Disponibilidade de Dados
- Participação no PIB é extremamente importante em relação a Disponibilidade de Dados

7. Compare a importância entre o Consumo de Energia e a Participação no PIB e indique a opção que mais se adequa:

Marcar apenas uma oval.

- Consumo de Energia é extremamente importante em relação a Participação no PIB
- Consumo de Energia tem importância muito forte em relação a Participação no PIB
- Consumo de Energia tem importância forte em relação a Participação no PIB
- Consumo de Energia é moderadamente importante em relação a Participação no PIB
- Ambas têm a mesma importância (equivalentes)
- Participação no PIB são moderadamente importante em relação ao Consumo de Energia
- Participação no PIB tem importância forte em relação ao Consumo de Energia
- Participação no PIB tem importância muito forte em relação ao Consumo de Energia
- Participação no PIB são extremamente importantes em relação ao Consumo de Energia

8. Gostaria de sugerir outro critério a ser acrescentado nesta estrutura? Deixe seus comentários e sugestões no espaço abaixo.

Durante a pesquisa estaremos à disposição para sanar quaisquer dúvidas e esclarecimentos pelo contato de e-mail institucional@mitsidi.com. Agradecemos sua participação!

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE V – ANÁLISE DISPONIBILIDADE DE DADOS

A seleção de setores de consumo energético foi baseada, dentre outros fatores, na disponibilidade de dados e acesso fácil a informações, considerando a nomenclatura do Balanço Energético da EPE: residencial, comercial, público, agropecuário, transportes e industrial.

Em relação ao setor residencial, a partir do relatório do Balanço Energético Nacional (BEN), publicado anualmente pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética), e através da plataforma SIE (Sistema de Informações Energéticas), ainda em desenvolvimento, é possível consultar informações como o consumo mensal e anual de energia elétrica e a participação no PIB do subsetor selecionado. Através de levantamentos divulgados pela IEA (International Energy Agency), como o World Energy Statistics, também é possível consultar o consumo residencial por uso final no país. Além disso, o Brasil possui uma série de políticas de eficiência energética que abrangem o uso de energia em residências, incluindo padrões mínimos de desempenho energético, etiquetagem de eletrodomésticos e programas de incentivo.

Já no setor público, a partir de relatórios de consumo e receita de distribuição emitidos anualmente pela ANEEL, é possível consultar dados como o consumo de energia elétrica em MWh, receita de fornecimento de energia elétrica (com ou sem tributos), número de unidades consumidoras e tarifa média de fornecimento (com ou sem impostos). Estes dados podem ser consultados por região, ano, mês e concessionária responsável. Além de dados gerais de consumo final do setor, que podem ser consultados através do BEN – 2020.

O setor comercial apresenta dados ,fornecidos pela EPE, por meio do BEN – 2020, como a participação setorial no consumo de eletricidade e autoprodução de eletricidade por setor e fonte. Dados como a evolução do perfil de demanda de energia dos setores de comércio e serviços (intensidade elétrica e energética), também são disponibilizados pela EPE. Outro dado disponível relevante diz respeito ao consumo comercial por subsistema e região, que está disponível no Anuário estatístico de energia elétrica – 2020.

Para o setor industrial, a partir do relatório do Balanço Energético Nacional (BEN), publicado anualmente pela EPE, e através da plataforma BEN Interativo, é possível ter acesso a dados como intensidade energética, caracterizada pela razão entre o consumo interno de energia e o seu Produto Interno Bruto (PIB), variação da intensidade energética em determinados períodos e consumo energético específico, medido pela razão entre o consumo final de energia pela produção física.

O setor de transportes tem dados divulgados anualmente através de relatórios elaborados pela EPE, como participação do transporte de passageiros na demanda energética final do setor de transportes e consumo de energia no setor transportes por fonte. Informações sobre o licenciamento de veículos e participação dos automóveis 1.000cc no total licenciado podem ser acessados através de dados fornecidos pela ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores).

Quanto ao setor agropecuário, é possível a consulta de dados através do Balanço Energético Nacional (BEN), como, por exemplo, consumo final por setor, consumo de energia e estrutura do consumo. A EPE (Empresa de Energética) também fornece dados relevantes como o consumo final energético do setor, demanda elétrica do setor, intensidade energética e elétrica do setor e indicadores como o consumo de eletricidade/PIBAgro. O IBGE também divulga dados importantes para o setor como evolução da safra de itens selecionados e de rebanhos selecionados, além de indicadores agrícolas como a produtividade agrícola de itens relacionados.

Dados gerais sobre os seis macros setores priorizados (Residencial, Comercial, Público Industrial, Transportes e Agropecuário), também podem ser consultados no anuário estatístico de energia elétrica, divulgado pela EPE, além do próprio Balanço Energético Nacional (BEN).

APÊNDICE VI – TABELA DISPONIBILIDADE DOS DADOS

Disponibilidade de dados		
Setor	Fonte de dados	Dados disponíveis
Residencial	EPE	<p>Comparação do consumo total das edificações em 106 tep – Residencial x Serviços – 2005, 2010, 2015, 2018 (Fonte: Elaboração EPE)</p> <p>Políticas vigentes (Fonte: Elaboração EPE)</p> <p>Consumo de energia residencial por uso final (Fonte: Elaboração EPE)</p> <p>Consumo elétrico residencial por uso final (Fonte: Elaboração EPE)</p> <p>Posso e consumo médio anual por equipamento (Fonte: Elaboração EPE)</p> <p>Decomposição da variação do consumo de eletricidade por equipamento entre 2005 e 2018 (Fonte: Elaboração EPE)</p> <p>ODEX residências (Fonte: Elaboração EPE)</p>
	BEN - 2020	<p>Variação % do consumo setorial de Eletricidade (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Participação setorial no consumo de eletricidade (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Consumo Final por Setor - 10³ tep e % (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Composição Setorial do Consumo de Derivados de Petróleo (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Composição Setorial do Consumo de Eletricidade (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Composição Setorial do Consumo Final de Biomassa (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Fluxo Energético - BEN 2020 / ano base 2019</p> <p>Fluxo de Energia Elétrica - BEN 2020 / ano base 2019</p> <p>Produto Interno Bruto Setorial (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Consumo Final de Energia do Setor / PIB do Setor (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Evolução dos Rendimentos Energéticos, Setores e Usos Finais Brasil (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Variação dos Rendimentos Energéticos, Participação dos Efeitos da Tecnologia e da Sociedade – Brasil (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Autoprodução de eletricidade por setor e fonte [GWh] (Fonte: BEN, 2020)</p>
	Plano Decenal de Expansão de Energia 2029	<p>Consumo final de energia no setor de edificações – 2019, 2024, 2029 – (Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2029)</p> <p>Consumo de energia elétrica por equipamento residencial – 2019, 2029 - (Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2029)</p> <p>Consumo médio por equipamento (kWh/ano/equipamento) – 2019, 2029 - (Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2029)</p> <p>Consumo evitado de energia elétrica nas residências (GWh) (Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2029)</p>
	Anuário estatístico de energia elétrica – 2020	<p>Consumo residencial por subsistema (GWh)) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)</p> <p>Consumo residencial por região e UFs (GWh)) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)</p> <p>Consumidores residenciais por subsistema, dez. de cada ano (mil) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)</p> <p>Consumidores residenciais por região e UF, dez. de cada ano (mil) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)</p> <p>Consumidores residenciais na rede por região e faixa de consumo (mil) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)</p> <p>Consumo médio residencial por subsistema (kWh/mês) (Fonte: Anuário</p>

Disponibilidade de dados		
Setor	Fonte de dados	Dados disponíveis
		estatístico de energia elétrica – 2020) Consumo médio residencial por região e UF (kWh/mês) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)
Comercial	EPE	Evolução do perfil de demanda de energia dos setores de comércio e serviços (intensidade elétrica e energética) (Fonte: Elaboração EPE)
	BEN - 2020	Variação % do consumo setorial de Eletricidade (Fonte: BEN, 2020) Participação setorial no consumo de eletricidade (Fonte: BEN, 2020) Consumo Final por Setor - 10 ³ tep e % (Fonte: BEN, 2020) Composição Setorial do Consumo de Derivados de Petróleo (Fonte: BEN, 2020) Composição Setorial do Consumo de Eletricidade (Fonte: BEN, 2020) Composição Setorial do Consumo Final de Biomassa (Fonte: BEN, 2020) Fluxo Energético - BEN 2020 / ano base 2019 Fluxo de Energia Elétrica - BEN 2020 / ano base 2019 Autoprodução de eletricidade por setor e fonte [GWh] (Fonte: BEN, 2020)
	Anuário estatístico de energia elétrica – 2020	Consumo comercial por subsistema (GWh) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020) Consumo comercial por região e UFs (GWh) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020) Consumidores comerciais por subsistema, dez. de cada ano (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020) Consumidores comerciais por região e UF, dez. de cada ano (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020) Consumidores comerciais na rede por região e tensão de fornecimento (unidade) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)
Público	ANEEL	Relatório de consumo e receita de distribuição - consumo de energia elétrica em MWh, receita de fornecimento de energia elétrica (com ou sem tributos), número de unidades consumidoras e tarifa média de fornecimento (com ou sem impostos). Estes dados podem ser consultados por região, ano, mês e concessionária responsável
	BEN - 2020	Variação % do consumo setorial de Eletricidade (Fonte: BEN, 2020) Participação setorial no consumo de eletricidade (Fonte: BEN, 2020) Consumo Final por Setor - 10 ³ tep e % (Fonte: BEN, 2020) Composição Setorial do Consumo de Derivados de Petróleo (Fonte: BEN, 2020) Composição Setorial do Consumo de Eletricidade (Fonte: BEN, 2020) Composição Setorial do Consumo Final de Biomassa (Fonte: BEN, 2020) Fluxo Energético - BEN 2020 / ano base 2019 Fluxo de Energia Elétrica - BEN 2020 / ano base 2019 Autoprodução de eletricidade por setor e fonte [GWh] (Fonte: BEN, 2020)
	Anuário estatístico de energia elétrica – 2020	Consumo iluminação pública por sistema (GWh) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020) Consumo iluminação pública por região e UFs (GWh) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020) Consumidores iluminação pública na rede por região e tensão de fornecimento (unidade) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)

Disponibilidade de dados		
Setor	Fonte de dados	Dados disponíveis
Industrial	BEN - 2020	<p>Consumo final por setor (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Composição setorial do consumo de derivados do petróleo (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Composição setorial do consumo de eletricidade (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Composição setorial do consumo de carvão vapor (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Composição setorial do consumo final de biomassa (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Consumo de energia por setor – Setor industrial e subsetores - Cimento, Ferro gusa e aço, Ferro ligas, Mineração e pelletização, Não ferrosos e outros da metalurgia, Química, Alimentos e bebidas, Têxtil, Papel e celulose, Cerâmica e Outras Indústrias - (Fonte BEN, 2020).</p> <p>Crescimento do consumo de eletricidade no setor indústria (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Total de fontes primárias (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Total de fontes secundárias (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Consumo de energia por setor – Setor industrial e subsetores - Cimento, Ferro gusa e aço, Ferro ligas, Mineração e pelletização, Não ferrosos e outros da metalurgia, Química, Alimentos e bebidas, Têxtil, Papel e celulose, Cerâmica e Outras Indústrias - (Fonte BEN, 2020) em % e 10³ tep (toe) (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Estrutura do consumo no setor industrial e subsetores - Cimento, Ferro gusa e aço, Ferro ligas, Mineração e pelletização, Não ferrosos e outros da metalurgia, Química, Alimentos e bebidas, Têxtil, Papel e celulose, Cerâmica e Outras Indústrias - (Fonte BEN, 2020) em % e 10³ tep (toe) (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Autoprodução de eletricidade por setor e fonte [GWh] (Fonte: BEN, 2020)</p>
	EPE	<p>Consumo final energético do setor industrial (Fonte: EPE (2019a))</p> <p>Consumo final energético por fonte (%) (Fonte: EPE (2019a))</p> <p>Participação dos setores no consumo final de energia da indústria (Fonte: EPE (2019a))</p> <p>Consumos de energia e valor adicionado da indústria no Brasil (Fonte: elaboração EPE, a partir de EPE (2019a) e IBGE (2019a))</p> <p>Caminho da intensidade energética e PIB per capita na indústria Brasil (Fonte: elaboração EPE, a partir de EPE (2019a) e IBGE (2019a))</p> <p>Intensidade energética dos segmentos industriais (Fonte: elaboração EPE, a partir de EPE (2019a) e IBGE (2019a))</p> <p>Variação da intensidade energética dos segmentos energointensivos industriais (Fonte: elaboração EPE, a partir de EPE (2019a) e IBGE (2019a))</p> <p>Consumo energético específico na indústria (Subsetores) (Fonte: elaboração EPE, a partir de EPE (2019a))</p> <p>Decomposição da variação do consumo energético industrial (2000 a 2018) (Fonte: Elaboração da EPE, a partir da EPE (2019a) e IBGE (2019a)).</p> <p>ODEX do consumo de energia do setor industrial (Fonte: elaboração EPE)</p>

Disponibilidade de dados		
Setor	Fonte de dados	Dados disponíveis
	Anuário estatístico de energia elétrica – 2020	Consumo industrial por subsistema (GWh)) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020) Consumo industrial por região e UFs (GWh)) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020) Consumidores industriais por subsistema, dez. de cada ano (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020) Consumidores industriais por região e UF, dez. de cada ano (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020) Consumidores industriais na rede por região e tensão de fornecimento (unidade) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020) Consumo industrial por gênero (GWh) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)
Agropecuário	BEN - 2020	Consumo final por setor (Fonte: BEN, 2020) Consumo de energia (Fonte: BEN, 2020) Estrutura do consumo (Fonte: BEN, 2020) Composição setorial do consumo de derivados do petróleo (Fonte: BEN, 2020) Composição setorial do consumo de eletricidade (Fonte: BEN, 2020) Composição setorial do consumo de carvão vapor (Fonte: BEN, 2020) Composição setorial do consumo final de biomassa (Fonte: BEN, 2020) Total de fontes primárias (Fonte: BEN, 2020) Fluxo Energético - BEN 2020 / ano base 2019 Fluxo de Energia Elétrica - BEN 2020 / ano base 2019 Autoprodução de eletricidade por setor e fonte [GWh] (Fonte: BEN, 2020) Produto Interno Bruto Setorial (Fonte: BEN, 2020) Consumo Final de Energia do Setor / PIB do Setor (Fonte: BEN, 2020)
	EPE	Consumo final energético do setor agropecuário (Fonte: EPE (2019a)) Setor agropecuário: consumo final energético por fonte. (Fonte: EPE (2019a)) Demanda elétrica do setor agropecuário. (Fonte: elaboração EPE) Intensidade energética e elétrica do setor agropecuário (Fonte: EPE (2019a)) Indicador do setor agropecuário: Consumo de eletricidade / PIBAgro (Fonte: Elaboração EPE)
	IBGE	Evolução da safra de itens selecionados (Fonte: IBGE (2019b)) Indicador agrícola: Produtividade agrícola de itens selecionados (Fonte: IBGE (2019a)) Evolução de rebanhos selecionados (Fonte: IBGE (2019c))

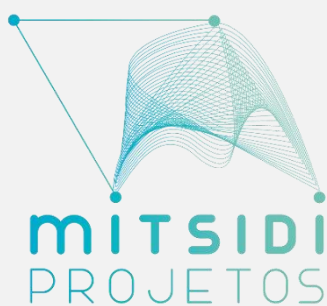
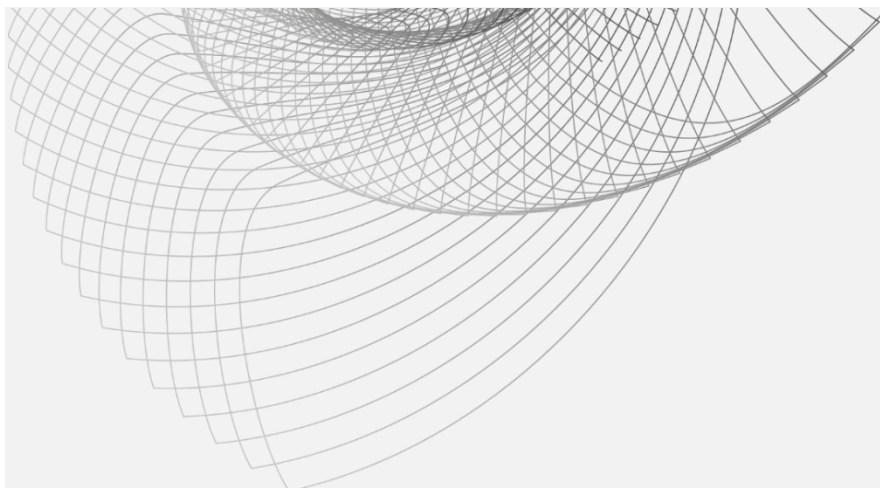
Disponibilidade de dados		
Setor	Fonte de dados	Dados disponíveis
Transportes	BEN - 2020	<p>Variação % do consumo setorial de Eletricidade (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Participação setorial no consumo de eletricidade (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Consumo Final por Setor - 10³ tep e % (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Composição Setorial do Consumo de Derivados de Petróleo (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Composição Setorial do Consumo de Eletricidade (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Composição Setorial do Consumo Final de Biomassa (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Fluxo Energético - BEN 2020 / ano base 2019</p> <p>Fluxo de Energia Elétrica - BEN 2020 / ano base 2019</p> <p>Consumo de energia por setor: Total de Fontes Primárias, Gás Natural, Total de Fontes Secundárias, Derivados de Petróleo e de Gás Natural, Óleo Diesel Total, Diesel de Petróleo, Biodiesel, Óleo Combustível, Gasolina, Gás Liquefeito de Petróleo – GLP, Querosene, Eletricidade, Álcool Etilíco Total, Álcool Anidro, Álcool Hidratado (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Consumo de energia por setor: Rodoviário, Ferroviário, Aéreo e Hidroviário (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Produto Interno Bruto Setorial (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Consumo Final de Energia do Setor / PIB do Setor (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Evolução dos Rendimentos Energéticos, Setores e Usos Finais Brasil (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Variação dos Rendimentos Energéticos, Participação dos Efeitos da Tecnologia e da Sociedade – Brasil (Fonte: BEN, 2020)</p>
	EPE	<p>Consumo de energia no setor transportes por fonte (Fonte: EPE (2019a))</p> <p>Participação do transporte de passageiros na demanda energética final do setor de transportes Fonte: EPE (2019b)</p> <p>Evolução do índice de mobilidade Fonte: EPE- 2019. Elaborado a partir de ANTP (2016)</p> <p>Evolução da atividade e do consumo energético por segmento do transporte de passageiros Fonte: elaboração EPE</p> <p>Intensidade Energética de cada modo de transportes de passageiros no Brasil (Fonte: elaboração EPE)</p>
	ANFAVEA	<p>Licenciamento de veículos leves (Fonte: ANFAVEA (2019))</p> <p>Participação dos automóveis 1.000cc no total licenciado (Fonte: ANFAVEA (2019))</p> <p>Proporção - comerciais leves e automóveis no licenciamento de veículos leves (Fonte: ANFAVEA (2019))</p>
Geral	BEN - 2020	<p>Variação % do consumo setorial de Eletricidade (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Participação setorial no consumo de eletricidade (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Fluxo energético (Fonte: BEN, 2020)</p> <p>Fluxo de energia elétrica (Fonte: BEN, 2020)</p>
	Anuário estatístico de energia elétrica – 2020	<p>Consumo por região geográfica e classe (GWh)) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)</p> <p>Consumo por subsistema elétrico e classe (GWh)) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)</p> <p>Consumidores por classe, dez. de cada ano (mil) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)</p> <p>Consumidores cativos por classe, dez. de cada ano (mil) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)</p>

Disponibilidade de dados		
Setor	Fonte de dados	Dados disponíveis
		Consumidores livres por classe, dez. de cada ano (unidade) (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020) Brasil – Consumo e número de consumidores (Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica – 2020)

Produto 01 – Relatório da análise e seleção de setores de consumo energético objeto da
proposição de indicadores

Projeto Sistema de Indicadores para Eficiência Energética

mitsidi
PROJETOS



Rua Bela Cintra, 478
Consolação. CEP 01415-000
+55 11 3159 3188
www.mitsidi.com