



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**PEDRO SECCHIN DE ALMEIDA**

**INTENSIDADE DE ELETRICIDADE MUNICIPAL:  
ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**VITÓRIA  
2019**

**PEDRO SECCHIN DE ALMEIDA**

**INTENSIDADE DE ELETRICIDADE MUNICIPAL:  
ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (Modalidade Profissional) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla César Martins Cunha

**VITÓRIA  
2019**

**Incluir Ficha Catalográfica (Solicitar no site da Biblioteca Central)**

**PEDRO SECCHIN DE ALMEIDA**

**INTENSIDADE DE ELETRICIDADE MUNICIPAL:  
ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (Modalidade Profissional) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável na área de concentração Sustentabilidade, Ambiente e Sociedade e linha de pesquisa Gestão Sustentável e Energia.

Aprovada em 03 de dezembro de 2019.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carla César Martins Cunha  
Orientadora – PPGES/CT/UFES

---

Prof. D.Sc. Ednilson Silva Felipe  
Examinador Interno – PPGES/CT/UFES

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Virgínia Parente  
Examinadora Externa – PPGE/IEE/USP

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, Professora Carla Martins, por todo o apoio, paciência e dedicação empregada durante o mestrado.

Aos professores participantes da banca do meu Exame de Qualificação, D.Sc. Ednilson Silva Felipe e D.Sc. Adriana Fiorotti Campos, que puderam enriquecer este trabalho com seus comentários e sugestões.

Aos profissionais da Agência de Regulação de Serviços Públicos - ARSP, que apoiaram o desenvolvimento desse estudo com informação de alta qualidade e debates sobre o tema. Agradecimento especial ao Diretor Cláudio Roberto Saade, aos técnicos Alberto Lima e Alexandre de Mello Delpupo e ao ex-Diretor, Carlos Yoshio Motoki.

Aos profissionais do Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN, que puderam contribuir não só com o fornecimento de dados, mas no tratamento desses, bem como na estrutura de apresentação dos resultados. Agradecimento especial ao Antônio Ricardo Freislebem da Rocha, à Edna Moraes, ao Vicente de Paulo Costa Pereira e à Ana Luzia Fregonazzi Bottecchia pelas valiosas contribuições.

Aos meus colegas Thiago Martins e Kaio Spacini, por toda troca de conhecimentos e companheirismo nesses dois anos de dedicação, sem contar com a pronta disponibilidade em ajudar e a ouvir.

Por fim, meu profundo agradecimento aos meus pais, irmãos e minha namorada Mayara, pelo apoio em minhas decisões e compreensão nos períodos de confraternização que eu abstive.

## RESUMO

Esse projeto teve o objetivo de desenvolver um *website* para a consulta pública do progresso da eficiência energética dos municípios e regiões do estado do Espírito Santo e suas respectivas posições no ranqueamento do efeito da Intensidade Real de Eletricidade. Acredita-se que esse trabalho possa contribuir para desenvolver uma competição virtuosa entre as gestões públicas municipais e estadual e estimular novos investimentos em eficiência energética, despertando também a iniciativa privada. Nesse trabalho foi proposto uma metodologia IDA - Análise de Decomposição do Índice (do inglês, *Index Decomposition Analysis*), que visa à captura do efeito da Intensidade Real, isolando possíveis distorções, como o efeito das mudanças da atividade e da estrutura. O método matemático empregado foi o LMDI - Método Índice Divisia de Média Logarítmica (do inglês, *Logarithmic Mean Divisia Index*), por ser o mais indicado na literatura pela sua flexibilidade e menor componente de erro. O *website* foi construído com o aplicativo *Google Data Studio* devido suas facilidades em conexão com base de dados em planilhas, atualização *online*, compartilhamento e apresentação dos dados como um *dashboard*. Foram analisados o estado do Espírito Santo e as suas principais microrregiões, dando destaque aos seus municípios mais relevantes, a saber: Litoral Sul com a melhor performance, Rio Doce com a pior performance e a Metropolitana, por ser a mais relevante em consumo de eletricidade e VA (Valor Adicionado ao PIB). Por fim, constatou-se que, de uma maneira geral, o Espírito Santo apresentou uma piora em sua Intensidade Real de Eletricidade justificada pela redução do efeito da estrutura, onde setores mais energointensivos (industrial) perderam representatividade na economia para setores de menor consumo de eletricidade.

**Palavras-chave:** Intensidade Real de Eletricidade. Eficiência Energética. LMDI. Espírito Santo.

## ABSTRACT

This project aimed to develop a website for public consultation on the energy efficiency progress of the municipalities and regions of the state of Espírito Santo and their respective positions in the ranking of the effect of the Real Electricity Intensity. It is believed that this work can contribute to develop a virtuous competition between municipal and state public administrations and stimulate new investments in energy efficiency, also awakening the private initiative. In this work, an IDA - Index Decomposition Analysis (IDA) methodology was proposed to capture the Real Intensity effect, isolating possible distortions, such as the effect of activity and structure changes. The mathematical method employed was the Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI) Method, as it is the most indicated in the literature for its flexibility and lower error component. The website was built with the Google Data Studio application because of its facilities in spreadsheet database connection, online updating, sharing and presentation of data as a dashboard. The state of Espírito Santo and its main microregions were analyzed, highlighting its most relevant municipalities, namely: South Coast with the best performance, Rio Doce with the worst performance and Metropolitana, as it is the most relevant in electricity consumption and VA (Value Added to GDP). Finally, it was found that, in general, Espírito Santo presented a worsening in its Real Electricity Intensity justified by the reduction of the structure effect, where more energy intensive sectors (industrial) lost representativeness in the economy for sectors with lower consumption of electricity.

**Keywords:** Energy Efficiency. Real Electricity Intensity. LMDI. Espírito Santo.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Políticas para melhoria da eficiência energética no mundo.....	25
Figura 2 – Políticas de eficiência energética por setor no mundo.....	26
Figura 3 – O que governos devem fazer para encorajar as pessoas para reduzir o consumo de energia (%).....	30
Figura 4 – Nível de serviço pode ser apresentado em um espectro de Informação, Conselho e Assistência.....	31
Figura 5 – Instituições que contribuem para o fomento da eficiência energética no Espírito Santo.....	32
Figura 6 – Nível de desagregação do indicador de eficiência energética.....	34
Figura 7 – Consumo mundial de eletricidade versus PIB, 1971-2001.....	35
Figura 8 – Consumo de eletricidade/ PIB (PPC) do Brasil e regiões do mundo em 2004.....	35
Figura 9 – Energia elétrica/PIB U\$2000 (PPC).....	37
Figura 10 – Intensidade energética e intensidade de eletricidade.....	41
Figura 11 – Consumo de eletricidade.....	41
Figura 12 – Nível hierárquico de desagregação do CEI.....	45
Figura 13 – Distribuição geográfica do Espírito Santo em microrregiões.....	54
Figura 14 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica do Espírito Santo entre 2008 e 2016.....	61
Figura 15 – Variação da representatividade de cada setor no VA total da economia Estadual.....	62
Figura 16 – Peso de cada setor no consumo de energia elétrica no estado do Espírito Santo, por ano.....	63
Figura 17 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica da microrregião Litoral Sul entre 2008 e 2016.....	65
Figura 18 – Variação da representatividade de cada setor no VA total da economia da microrregião Litoral Sul.....	66
Figura 19 – Peso de cada setor no consumo de energia elétrica na microrregião Litoral Sul, por ano.....	66
Figura 20 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica da microrregião Rio Doce entre 2008 e 2016.....	69



Figura 21 – Variação da representatividade de cada setor no VA total da economia da microrregião Rio Doce.....	70
Figura 22 – Peso de cada setor no consumo de energia elétrica na microrregião Rio Doce, por ano.....	70
Figura 23 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica da microrregião Metropolitana entre 2008 e 2016.....	73
Figura 24 – Variação da representatividade de cada setor no VA total da economia da microrregião Metropolitana.....	73
Figura 25 – Peso de cada setor no consumo de energia elétrica na microrregião Metropolitana, por ano.....	74
Figura 26 – <i>Dashboard</i> página 01: breve resumo sobre o projeto.....	78
Figura 27 – <i>Dashboard</i> página 02: descrição sobre indicadores e índices de eficiência energética.....	79
Figura 28 – <i>Dashboard</i> página 03: explicação sobre o benefício metodológico.....	80
Figura 29 – <i>Dashboard</i> página 04: tratamento dos dados e elaboração dos indicadores.....	81
Figura 30 – <i>Dashboard</i> página 05: dados desagregados para a região selecionada.....	82
Figura 31 – <i>Dashboard</i> página 06: decomposição da variação do consumo de energia elétrica para as microrregiões do Espírito Santo.....	83
Figura 32 – <i>Dashboard</i> página 07: Ranking de eficiência energética ordenados pelo efeito da Intensidade Real de eletricidade dos municípios mais relevantes no VA total do Espírito Santo.....	84
Figura 33 – <i>Dashboard</i> página 08: Ranking de eficiência energética ordenados pelo efeito da Intensidade Real de eletricidade dos municípios do Espírito Santo.....	85
Figura 34 – <i>Dashboard</i> página 09: Gráficos da mudança do consumo, atividade, estrutura e intensidade real.....	86
Figura 35 – <i>Dashboard</i> página 10: Tabelas da mudança do consumo, atividade, estrutura e intensidade real.....	87

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Leis e programas de eficiência energética elaboradas no Brasil, 1985 – 2019 .....	27
Quadro 2 – Metodologias utilizadas para calcular índices de eficiência energética	44
Quadro 3 – Relação de dados coletados.....	52
Quadro 4 – Relação entre o $R^2$ das classes consumidoras de alguns municípios para diversas temperaturas base.....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Performance de eficiência energética setorial para as 30 regiões na China, em 2010.....	46
Tabela 2 – Valor Adicionado Total das atividades do Espírito Santo.....	56
Tabela 3 – Atividade e consumo de energia elétrica dos 78 municípios do Espírito Santo.....	58
Tabela 4 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica das regiões agregadas.....	59
Tabela 5 – Comparação entre os índices de eficiência energética oriundas da intensidade agregada e intensidade real.....	60
Tabela 6 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica das dez microrregiões do Espírito Santo entre 2008 e 2016.....	64
Tabela 7 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica dos municípios da microrregião Litoral Sul entre 2008 e 2016.....	67
Tabela 8 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Litoral Sul.....	68
Tabela 9 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica dos municípios da microrregião Rio Doce entre 2008 e 2016.....	71
Tabela 10 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Rio Doce.....	72
Tabela 11 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica dos municípios da microrregião Metropolitana entre 2008 e 2016.....	75
Tabela 12 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Metropolitana.....	75
Tabela 13 – Maior classe consumidora, mudança na representatividade do setor energointensivo e efeito da estrutura na microrregião.....	76
Tabela A.1 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Caparaó.....	96
Tabela A.2 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Central Serrana.....	97
Tabela A.3 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Central Sul.....	97

Tabela A.4 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Centro-Oeste.....	98
Tabela A.5 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Litoral Sul.....	99
Tabela A.6 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Metropolitana.....	99
Tabela A.7 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Nordeste.....	100
Tabela A.8 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Noroeste.....	101
Tabela A.9 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Rio Doce.....	101
Tabela A.10 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Sudoeste Serrana.....	102
Tabela B.1 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica dos municípios do Espírito Santo entre 2008 e 2016.....	103

## LISTA DE SIGLAS

ACEEE	<i>American Council for an Energy-Efficient Economy</i>
ADEME	<i>Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie</i>
AMUNES	Associação dos Municípios do Espírito Santo
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ARPS	Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo
CDD	<i>Cooling Degree Days</i>
CEI	<i>Composite Energy intensity</i>
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
ECEEE	<i>European Council for an Energy Efficient Economy</i>
EGR	<i>Energy-to-GDP Ratio</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FINDES	Federação das Indústrias do Estado do Espírito Santo
GWh	Gigawatt-hora
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDA	<i>Index Decomposition Analysis</i>
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IGP-DI	Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna
IJSN	Instituto Jones dos Santos Neves
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
LMDI	<i>Logarithmic Mean Divisia Index</i>
MEPS	<i>Minimum Efficiency Performance Standards</i>
MME	Ministério de Minas e Energia
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programas de Eficiência Energética
PIB	Produto Interno Bruto
PPP	<i>Purchasing Power Parities</i>
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

SEP	Secretaria de Estado de Economia e Planejamento
WEC	<i>World Energy Council</i>
WEO	<i>World Energy Outlook</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

$E$	consumo total de energia (GWh) no município
$E_i$	consumo de energia (GWh) no setor $i$
$Q$	nível total de atividade do município
$Q_i$	nível de atividade do setor $i$
$S_i$	parcela da atividade do setor $i$ ( $S_i = Q_i/Q$ )
$I$	intensidade de eletricidade agregada do município ( $I = E/Q$ )
$I_i$	intensidade de eletricidade do setor $i$ ( $I_i = E_i/Q_i$ )
$D_{tot}$	Variação percentual do consumo de energia no período
$D_{act}$	Variação percentual da atividade no período
$D_{str}$	Variação percentual da estrutura no período
$D_{int}$	Variação percentual da intensidade energética real no período
$\Delta E_{tot}$	Variação absoluta do consumo de energia no período
$\Delta E_{act}$	Variação absoluta da atividade no período
$\Delta E_{str}$	Variação absoluta da estrutura no período
$\Delta E_{int}$	Variação absoluta da intensidade energética real no período
$CO_2$	Dióxido de carbono
$R^2$	Coefficiente de Determinação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	16
1.2	OBJETIVOS.....	21
1.3	ESTRUTURA CAPITULAR.....	21
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>23</b>
2.1	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	23
2.1.1	IMPLANTAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	23
2.1.2	EDUCAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO.....	29
2.2	MENSURAÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	33
2.2.1	INDICADOR DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	33
2.2.2	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	40
2.3	COMPARTILHAMENTO DE DADOS COM A COMUNIDADE.....	49
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>51</b>
3.1	ELABORAÇÃO DOS INDICADORES.....	51
3.2	LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS.....	55
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>56</b>
4.1	TRATAMENTO DE DADOS.....	56
4.2	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	59
<b>5</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO <i>WEBSITE</i>.....</b>	<b>77</b>
5.1	ATUALIZAÇÃO DE BASE DE DADOS AUTOMATIZADA.....	87
5.2	DIVULGAÇÃO DO SITE A ENTIDADES INFLUENTES.....	88
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>89</b>
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
	APÊNDICE A – VARIAÇÃO DAS ATIVIDADES E DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	96
	APÊNDICE B – <i>RANKING</i> MUNICIPAL PELO EFEITO DA INTENSIDADE REAL.....	103



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A gestão dos recursos energéticos é um dos principais desafios que, em escala mundial, a sociedade moderna enfrenta. O desenvolvimento econômico das últimas décadas caracterizou-se pela utilização intensa de energia gerada a partir de recursos não renováveis. A natureza finita, o impacto ambiental da produção e o consumo alertaram o mundo quanto à necessidade de mudança dessas premissas de suporte ao modelo de desenvolvimento (TASSINI, 2010). Boff (2015) traz alguns elementos que são capazes de ilustrar essa adversa realidade nos dias atuais. A Avaliação Ecosistêmica do Milênio, organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) entre 2001 e 2005, mostrou que mais de 60% dos serviços essenciais para a vida se encontravam em processo de acelerada degradação. O relatório *Living Planet* de 2010 revelou que a pegada ecológica da humanidade mais que duplicou desde 1966. Em 1961, era preciso apenas de 63% da Terra para atender as demandas humanas. Já em 2011, este percentual de aproximou de 170%, com a expectativa de se ter a necessidade de três planetas Terra para atender às demandas em 2030 (BOFF, 2015).

No *World Energy Outlook* (WEO) de 2017 (IEA, 2017b), presume-se que o Produto Interno Bruto (PIB) mundial cresça a uma taxa média composta de 3,4% ao ano, próxima do nível apontado no relatório do ano anterior. A população mundial deve subir de 7,4 bilhões, em 2016, para 9,1 bilhões em 2040. A eletricidade é a força crescente entre os usos finais mundiais de energia, representando 40% do aumento no consumo final até 2040 - a mesma parcela de crescimento que o petróleo tomou nos últimos vinte e cinco anos (IEA, 2017b). Os edifícios respondem por quase um terço do consumo final de energia global e 55% da demanda global de eletricidade. O crescimento da demanda de eletricidade nos edifícios tem sido particularmente rápido nos últimos 25 anos, representando quase 60% do crescimento total do consumo global de eletricidade. Em algumas economias rapidamente emergentes, incluindo a China e a Índia, a demanda de eletricidade em edifícios cresceu em média mais de 8% ao ano na última década. No Cenário Central da *International Energy Agency* (IEA), o uso de eletricidade em edifícios deve ser quase o dobro, passando de 11 PWh

(equivalente a  $10^{15}$  Wh) em 2014 para cerca de 20 PWh em 2040, exigindo grandes aumentos na geração de energia e capacidade de rede (IEA, 2017b).

Nos últimos anos, a demanda total da energia do Brasil cresceu 5,3% ao ano e estima-se que, em 2020, o consumo de eletricidade será 61% superior ao ano de 2010 (TOLMASQUIM, 2012). No país em que há predominância da geração hidrelétrica, deve-se considerar a forte interação da energia elétrica com uso da água, o que gera preocupação devido à possibilidade de escassez desse recurso (REIS; SANTOS, 2014). Apesar da grande relevância, a fonte hidráulica vem perdendo espaço, enquanto a geração termelétrica expande sua participação na matriz de eletricidade. A participação da eletricidade de origem hidráulica, que era de 91% em 1996 decaiu ao longo do período e chega a 66% em 2016. Em sentido oposto, a participação de fontes termelétricas passa de 9% para 28% no mesmo período (EPE, 2017). No estado do Espírito Santo, que 65% da sua geração de energia elétrica é proveniente de usinas termelétricas de fontes não renováveis, preocupa quanto à escassez desses recursos e aos impactos ambientais (ARSP, 2018).

Hoje, a sociedade é provocada de diversas formas sobre um modo sustentável de vida. Essa não pode ser reducionista e aplicar-se apenas no crescimento e desenvolvimento, como é comumente atacada. Ela deve cobrir desde as pessoas até as comunidades, a cultura, a política e seus ecossistemas, em todos os níveis: global, nacional, estadual e municipal (BOFF, 2015). Tendo em vista o aumento do consumo energético, a crise de abastecimento e a necessidade de programas e políticas de conservação do uso racional de energia, foi publicado, em 2001, pelo Ministério de Minas e Energia (MME), a Lei de Eficiência Energética. Essa visa ações de redução do consumo, tanto pela introdução de novas tecnologias como também mudanças do padrão de consumo (WELTER et al., 2015). O crescimento urbano, como consequência das atividades humanas, está diretamente relacionado ao consumo de energia. Por outro lado, o planejamento urbano atual não é um processo que garanta cidades energeticamente eficientes. Em tal contexto, este objetivo torna-se essencial para alcançar o desenvolvimento sustentável do território e das atividades humanas (AMADO; POGGI; AMADO, 2016).

A eficiência energética é frequentemente o meio de menor custo para atender a novas demandas por energia. Os governos que incentivam o investimento em eficiência

energética e implementam políticas de apoio, poupam dinheiro aos cidadãos, reduzem a dependência das importações de energia e diminuem a poluição. No entanto, a eficiência energética continua maciçamente subutilizada globalmente, apesar de seus múltiplos benefícios comprovados e seu potencial para se tornar o maior recurso individual para atender à crescente demanda de energia em todo o mundo (ACEEE, 2016).

O tema da presente pesquisa justifica-se devido à relevância que o aumento do consumo da energia elétrica representa como ameaça para o desenvolvimento da sociedade e a elevada expectativa que se tem sobre o assunto em desenvolver ações que colaborem para um crescimento econômico e social sustentável. A escala das futuras necessidades de eletricidade e o desafio de descarbonizar o fornecimento de energia ajudam a explicar por que o investimento global em eletricidade ultrapassou o de petróleo e gás pela primeira vez em 2016, e por que a segurança da eletricidade está impulsionando firmemente a agenda política. O uso crescente de tecnologias digitais em toda a economia melhora a eficiência e facilita a operação flexível de sistemas de energia, mas também cria possíveis novas vulnerabilidades que precisam ser abordadas (IEA, 2017b). Os sistemas industriais respondem por um terço do aumento da demanda de energia no Cenário Novas Políticas. Rendas crescentes significam que muitos milhões de residências adicionam aparelhos elétricos (com uma parcela crescente de dispositivos conectados “inteligentes”) e instalam sistemas de refrigeração. A eletricidade faz incursões no fornecimento de calor e mobilidade, juntamente com o crescimento em seus domínios tradicionais, permitindo que sua participação no consumo final suba para quase um quarto. Uma maré fortalecida de iniciativas da indústria e apoio a políticas impulsiona também a projeção para uma frota global de carros elétricos em até 280 milhões até 2040, considerando-se os 2 milhões atuais (IEA, 2017b).

O papel da eficiência energética é bem compreendido e apreciado pela comunidade global. O potencial de melhoria da eficiência energética é enorme e, além disso, pode ser realizado rapidamente. No caminho para a sustentabilidade energética, a eficiência deve vir em primeiro lugar, pois é a fonte de combustível mais barata e prontamente disponível (WEC, 2016). A pesquisa conduzida pelo *World Energy Council* (WEC) em conjunto com a Agência para o Ambiente e Gestão de Energia (ADEME, do francês *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie*), desde

1992, conclui que a eficiência energética continua a melhorar em todo o mundo. Mas, apesar dos avanços significativos, muito mais pode e deve ser feito para melhorar a eficiência da produção e o uso de energia. As políticas de eficiência energética desempenham um papel fundamental no apoio à transição para a energia sustentável. Os indicadores de eficiência energética do Conselho Mundial de Energia mostram que não há antinomia entre desenvolvimento econômico e eficiência energética. Muito pelo contrário, os melhores resultados ao longo do tempo na intensidade energética ocorreram na China, onde o crescimento do PIB foi alto durante a última década (WEC, 2016).

De acordo com a metodologia de eficiência energética do Conselho Americano para uma Economia Eficiente em Energia (ACEEE, do inglês *American Council for an Energy-Efficient Economy*) (2018), *International Energy Efficiency Scorecard*, o Brasil ocupou, em 2018 com a 4ª pior nota, a posição 20 do *ranking*, à frente apenas dos Emirados Árabes, África do Sul e Arábia Saudita. Já no aspecto de progresso em eficiência energética, o Brasil ficou em último lugar em um *ranking* com 28 países analisados, sem representar sequer 1% de aperfeiçoamento entre os anos de 2000 e 2016 (IEA, 2017a). Entretanto, o país conta com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), que foi criado em dezembro de 1985 pelo Ministério de Minas e Energia, mas ganhou maior relevância a partir da Lei de Eficiência Energética em 2001. Coordenado desde o início pela Eletrobrás, o PROCEL proporcionou uma economia energética de 21,2 bilhões de kWh somente em 2017, o que correspondeu a 4,57% de todo o consumo nacional de eletricidade no ano, evitando a emissão de 1,965 milhão de tCO<sub>2</sub> equivalentes na atmosfera (ELETROBRAS, 2018). A Lei de Eficiência Energética é um dos principais componentes do marco legal da política de eficiência energética no Brasil, constituindo-se num instrumento eficaz e efetivo de política pública. Contudo, a sua implementação demanda um importante esforço, não só para a elaboração das regulamentações e dos programas de metas, mas bem como os custosos planos para a fiscalização e estudos de acompanhamento do ganho de eficiência energética (ELETROBRAS, 2014).

Apesar do estado do Espírito Santo ser pequeno e se encontrar na 12ª posição de consumo de energia elétrica do Brasil, ele se enquadra com o 6º maior consumo per capita do país, com mais de 10% acima da média nacional. Além disso, dentre as

classes consumidoras, aquela que compete à gestão pública das municipalidades, vem em constante ascensão, sendo a única irredutível mesmo em períodos de crises econômica (ARSP, 2018). Dessa forma, embora o Brasil tenha uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, no Espírito Santo esse cenário se deteriora, à medida que são implantadas cada vez mais termelétricas para suprir suas demandas de energia elétrica. Entretanto, sem as medidas de eficiência energética essa situação seria ainda mais adversa (EPE, 2014).

Diante de muitos estímulos a políticas e medidas de eficiência energética, o já citado *International Energy Efficiency Scorecard*, divulgado anualmente pela ACEEE, possui, essencialmente, três finalidades. Primeiro, apresenta uma comparação básica entre os esforços da política de uso e eficiência de energia nos principais países consumidores de energia. Segundo, identifica várias boas práticas e políticas que os países podem implementar para aproveitar o potencial de eficiência inexplorado. Por último, mostra onde os Estados Unidos estão no estágio de eficiência energética global e fornece recomendações para futuras melhorias nas políticas. Espera-se ainda que as conclusões do relatório gerem discussão entre as partes interessadas para promover a eficiência energética globalmente. Portanto, esse projeto se propôs a aplicar metodologias de cálculo de indicadores de desempenho energético para acompanhar o progresso de eficiência energética dos municípios do estado do Espírito Santo para que as partes interessadas busquem constantemente o aprimoramento energético.

A partir da premissa que há elevada expectativa no aumento da demanda de energia elétrica para os próximos anos e constantes esforços para redução do seu uso, o problema a ser trabalhado nessa pesquisa será: como criar uma competição virtuosa entre os municípios do estado do Espírito Santo, para que os menos eficientes energeticamente tenham sua atenção despertada e busquem aperfeiçoamento, tanto no âmbito público quanto o privado, de modo que os mais eficientes sejam reconhecidos e tenham constante engajamento para aprimoramentos?

## 1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente trabalho foi desenvolver um *website*, que fosse possível sua atualização anualmente, para a consulta pública do progresso da eficiência energética dos municípios do estado do Espírito Santo em um determinado período e suas respectivas posições no ranqueamento de Intensidade de Eletricidade.

Para tanto, os seguintes objetivos específicos foram traçados:

- a. Elaborar uma tabela que relacione os 78 municípios do Espírito Santo com suas respectivas notas de ganho de eficiência energética por setores no período analisado e sua posição em ordem crescente;
- b. Desenvolver um *website* de baixo custo que possa ser acessado publicamente;
- c. Estabelecer mecanismos de atualização automática da base de dados assim que as informações do consumo de energia e atividade (PIB) forem disponibilizadas publicamente;
- d. Promover o *site* em entidades e grupos influentes na iniciativa privada e pública.

## 1.3 ESTRUTURA CAPITULAR

Além desta seção introdutória, a presente dissertação compõe-se do Capítulo 2, que apresenta um arcabouço conceitual e analítico sobre o qual este trabalho se sustenta.

Já o Capítulo 3 descreve as fontes de dados utilizadas, o seu tratamento para elaboração dos indicadores e o método empregado. Nesse trabalho, foi usado o IDA para identificar o efeito da intensidade real de eletricidade, isolando-a de possíveis distorções oriundas da mudança da estrutura econômica ou da atividade.

No Capítulo 4 o trabalho aborda e discute os resultados, partindo das regiões mais agregadas, como as microrregiões do Estado, até as cidades de maior destaque.

Já Capítulo 5 é descrito o desenvolvimento do *website*, cuja finalidade é fornecer

dados desagregados e os índices de eficiência energética de cada microrregião, com objetivo de provocar as instituições públicas e privadas sobre seus desempenhos.

Por fim, no Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais desta dissertação.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A energia é um insumo fundamental para o desenvolvimento social e econômico de qualquer região. A falta de oferta deste recurso pode desencadear várias crises, principalmente no âmbito econômico, colocando-o em uma posição frágil diante da concorrência e aumentando o nível de dependência energética. Portanto, utilizá-la de forma eficiente permite determinada economia avançar mais que outras. A melhoria na eficiência energética é um dos meios privilegiados para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, essencial para minimizar os impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. Além disso, técnicas modernas e equipamentos "mais eficientes" também pode contribuir para a competitividade nos preços dos produtos e serviços (SILVA; GUERRA, 2009). O crescente uso de energia e as emissões globais de gases de efeito estufa relacionadas à energia estão incentivando novas políticas nacionais de eficiência energética e acordos internacionais de cooperação de longo prazo. Estes requerem estudos contínuos para monitorar seu progresso. Assim, esforços substanciais estão sendo direcionados para o desenvolvimento de metodologias confiáveis de avaliação. Assim, metodologias que mais se destacam utilizam índices de eficiência energética (HOROWITZ, 2008).

Embora a expressão “eficiência energética” seja intuitiva, escrever uma definição clara é extremamente complexo. Quando se trata de tentar definir “ser energeticamente eficiente” ou “eficiência energética”, não parece haver uma única definição comumente aceita. Geralmente, acredita-se que um aumento na eficiência energética ocorre quando os insumos energéticos são reduzidos para um determinado nível de serviço ou quando há serviços aumentados ou aprimorados para uma determinada quantidade de insumos energéticos (IEA, 2014a).

#### 2.1.1 IMPLANTAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Segundo o relatório da IEA (2014), denominado *Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making*, a preocupação com a segurança energética, os impactos sociais e econômicos dos altos preços da energia e a crescente conscientização sobre

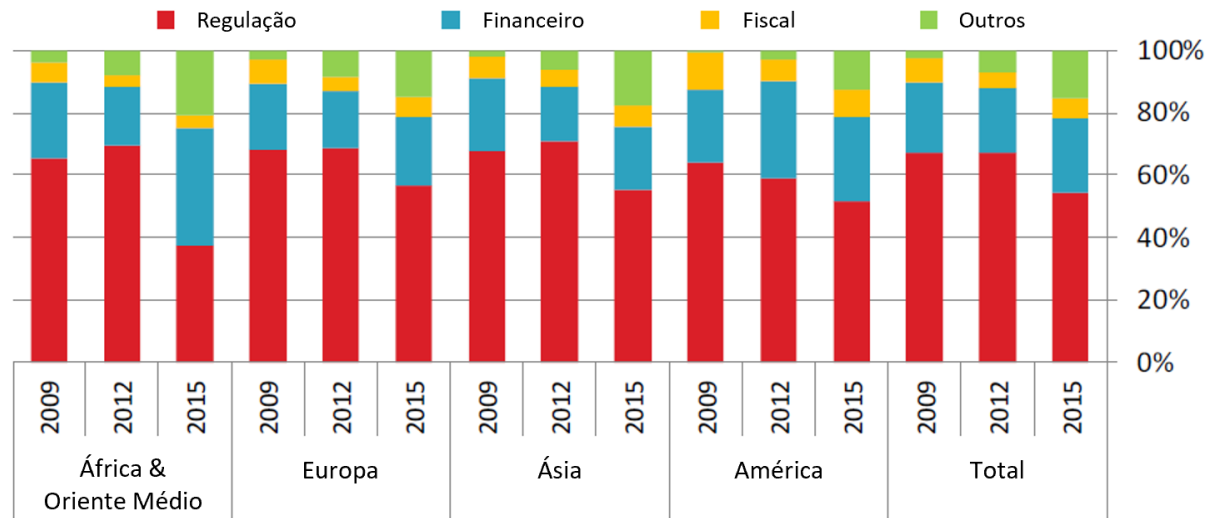


as mudanças climáticas levaram muitos países a dar maior ênfase ao desenvolvimento de políticas e medidas que promovam a eficiência energética (IEA, 2014b). Dois aspectos se tornaram cada vez mais claros:

- Garantir um melhor uso dos recursos energéticos globais exigirá políticas que englobem um amplo leque de opções. Há um crescente reconhecimento de que a melhoria da eficiência energética é, muitas vezes, o meio mais econômico, comprovado e prontamente disponível para alcançar esse objetivo;
- Estabelecer e manter políticas sólidas requer a disponibilidade de dados de boa qualidade, oportunos, comparáveis e detalhados, que vão muito além daqueles atualmente incluídos nos balanços de energia, e que refletem as características distintas da atividade econômica e dos recursos disponíveis em cada país.

Segundo o WEC (2016), aumentar a eficiência energética requer um ambiente integrado onde os regulamentos são necessários, mas o financiamento também faz parte do projeto. Por outro lado, interessados públicos usam vários tipos instrumentos políticos para melhorar a eficiência energética. Estes incluem, mais frequentemente, regulamentos, instrumentos financeiros e fiscais e informações. Ainda de acordo com os resultados da citada pesquisa, as regulamentações são também amplamente utilizadas e representaram mais de 50% de todas as medidas em 2015 (Figura 1), porque se mostraram eficazes na redução do consumo de energia de eletrodomésticos, dispositivos específicos e aceleraram a implantação de equipamentos energeticamente eficientes, bem como investimentos e práticas de economia de energia.

Figura 1 – Políticas para melhoria da eficiência energética no mundo

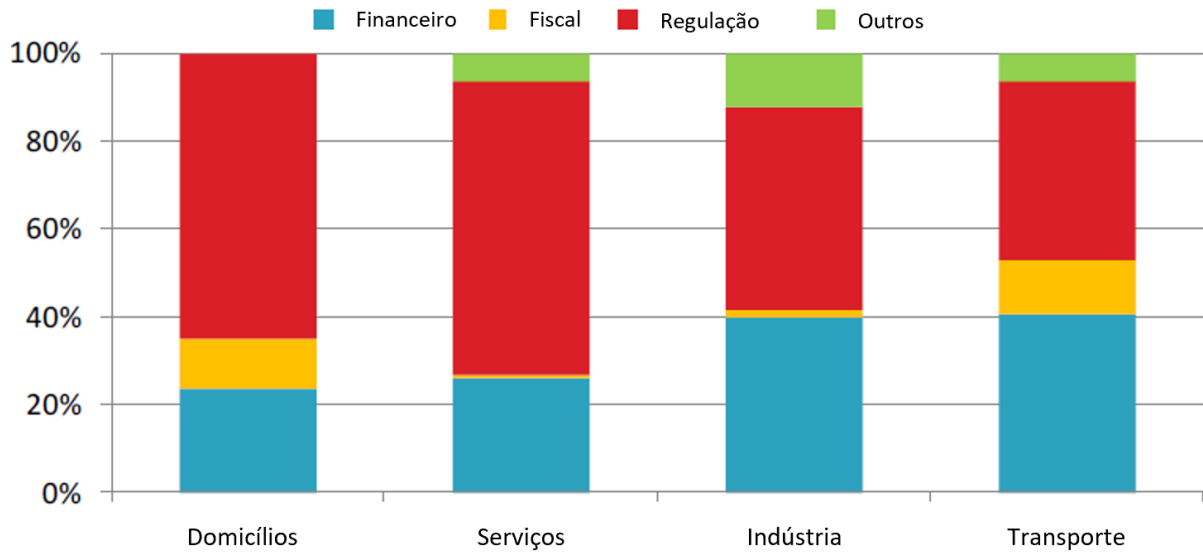


Fonte: WEC (2016).

Nota: Traduzido pelo autor.

Os regulamentos são mais poderosos do que os incentivos tradicionais para transformar o mercado, pois são obrigatórios para os consumidores. O efeito dos incentivos é frequentemente fraco, pois depende das mudanças de comportamento de milhões de consumidores, a maioria dos quais carece de informações e recursos. No entanto, o impacto das regulamentações depende da sua aplicação ou das medidas de acompanhamento, tornando o seu emprego mais aceitável. Na maioria das regiões, a proporção de regulamentos, dentre outras políticas, está diminuindo (por exemplo, África e Oriente Médio), liderando outras iniciativas, como medidas financeiras / fiscais a Empresas de Serviços de Energia, particularmente na Ásia. Se os regulamentos são importantes nos setores residencial e de serviços (eletrodomésticos, etiquetagem, códigos de construção e certificados), os incentivos financeiros são mais determinantes na indústria (tais como subsídios para auditorias energéticas) ou nos transportes, onde a competitividade não deve ser afetada por regulamentos (Figura 2). Os incentivos fiscais são menos comuns e são compartilhados entre os setores de transportes (por exemplo, isenção fiscal em carros eficientes, ou imposto em veículos menos eficientes ou poluentes) e residencial (WEC, 2016).

Figura 2 – Políticas de eficiência energética por setor no mundo



Fonte: WEC (2016).

Nota: Traduzido pelo autor.

A estratégia para implementar as políticas visando à melhoria da eficiência no Brasil é semelhante à maioria dos países ao redor do mundo. As iniciativas geralmente são orientadas pelo governo e passam por medidas de educação, regulamentação de equipamentos, programas de etiquetagem, financiamento de projetos e P&D, programas de descontos e uma Lei de Eficiência Energética. O Ministério de Minas e Energia (MME) coordena todos os programas de eficiência energética no Brasil. O Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE) está relacionado ao MME e é formado por representantes de órgãos governamentais ligados ao setor de energia e por especialistas em energia com o objetivo de definir: limites de eficiência para equipamentos de uso final; formas de monitorar a eficiência do equipamento; e métodos para avaliar os resultados destes regulamentos. O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) realiza um programa bem-sucedido de etiquetagem de endosso (selo PROCEL) e apoia muitas iniciativas de eficiência energética, como o *site* PROCELInfo. O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) é responsável pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) (INMETRO, 2014), certifica laboratórios de medição e conduz os Programas de Avaliação de Conformidade relacionados às aplicações dos regulamentos dos Padrões Mínimos de Desempenho de Eficiência (MEPS, do inglês *Minimum Efficiency Performance Standards*). A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é destinada à regulamentação dos Programas de

Eficiência Energética (PEE) e de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), financiados pelas concessionárias do setor elétrico por uma lei criada durante a desregulamentação do setor, a saber, a Lei No. 9.991/2000 (ANDRADE; PONTES, 2017), que “Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências” (BRASIL, 2000). No Quadro 1, as leis e os programas de eficiência energética elaborados no Brasil disponibilizados no site do PROCEL em 2019 estão relacionados por tema, cronologicamente.

Quadro 1 – Leis e programas de eficiência energética elaboradas no Brasil, 1985 – 2019

(continua)

<b>Lei/Programa</b>	<b>Ano</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
Crise de energia	1987	Decreto 93.901 de 09/01/1987	Estabelece critérios para o racionamento de energia elétrica
Crise de energia	2001	Decreto 3.789 de 18/04/2001	Institui Comissão de Gerenciamento da Racionalização da Oferta e do Consumo de Energia Elétrica (CGRE)
Crise de energia	2001	Decreto 3.806 de 26/04/2001	Acrescenta inciso a decreto que trata de medidas emergenciais de racionalização de energia
Crise de energia	2001	Medida Provisória 2.147 de 15/05/2001	Trata da criação da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE)
Crise de energia	2001	Portaria 174 de 25/05/2001	Constitui a Comissão Interna de Redução do Consumo de Energia
Crise de energia	2002	Decreto 4.145 de 25/02/2002	Dispõe sobre meta de consumo emergencial
Fontes renováveis	2002	Lei 10.438 de 29/04/2002	Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial
GLD	1997	Portaria 466 de 12/11/1997	Dispõe sobre as condições gerais de fornecimento de energia elétrica
GLD	2000	Resolução ANEEL 456 de 29/11/2000	Estabelece as condições de fornecimento de energia elétrica
Índices de eficiência	1993	Decreto 0-006 de 8/12/1993	Institui o Selo Verde de Eficiência Energética
Índices de eficiência	2000	Decreto 3.330 de 06/01/2000	Define meta de redução de consumo de energia nos órgãos públicos para iluminação, refrigeração e arquitetura ambiental
Índices de eficiência	2001	Lei 10.295 de 17/10/2001	Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia
Índices de eficiência	2001	Decreto 4.059 de 19/12/2001	Estabelece níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, para máquinas e aparelhos fabricados ou comercializados no país

Quadro 1 – Leis e programas de eficiência energética elaboradas no Brasil, 1985 – 2019  
(continuação)

<b>Lei/Programa</b>	<b>Ano</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
Índices de eficiência	2001	Lei 10.334 de 19/12/2001	Trata da fabricação e da comercialização de lâmpadas incandescentes
Índices de eficiência	2002	Decreto 4.508 de 11/12/2002	Define níveis mínimos de eficiência energética de motores elétricos
Índices de eficiência	2002	Portaria 113 de 15/03/2002	Estabelece meta de consumo para os órgãos públicos
Índices de eficiência	2005	Portaria Interministerial 553 de 08/12/2005	Define os índices mínimos de rendimento nominal dos motores elétricos de indução trifásicos
Índices de eficiência	2006	Portaria Interministerial 132 de 12/06/2006	Aprova regulamentação para lâmpadas fluorescentes compactas
Linhas de crédito	1994	Decreto 1.040 de 11/01/1994	Determina que agentes financeiros oficiais de fomento incluam projetos de conservação e uso racional da energia
Prêmios	1993	Decreto 0-002 de 08/12/1993	ria o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia
Programas de eficiência energética	1985	Portaria Interministerial 1.877 de 30/12/1985	Institui o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel)
Programas de eficiência energética	1990	Decreto 99.656 de 26/10/1990	Cria a Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE)
Programas de eficiência energética	1998	Portaria 001 de 13/08/1998	Cria grupo de trabalho para estudar a eficiência energética
Programas de eficiência energética	2001	Portaria 46 de 07/03/2001	Cria o Comitê de Acompanhamento das Metas de Conservação de Energia
Programas de eficiência energética	2016	Lei nº 13.280, de 03/05/2016	Altera a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, para disciplinar a aplicação dos recursos destinados a programas de eficiência energética
Projetos ANEEL	1999	Resolução ANEEL 334 de 02/12/1999	Autoriza o desenvolvimento de projetos que visam à melhoria do fator de carga
Projetos ANEEL	2000	Lei 9.991 de 24/07/2000	Dispõe sobre obrigatoriedade de aplicação de recursos em P&D e eficiência energética
Projetos ANEEL	2000	Resolução ANEEL 271 de 19/07/2000	Estabelece critérios de aplicação de recursos no combate ao desperdício de energia e P&D do setor elétrico

Quadro 1 – Leis e programas de eficiência energética elaboradas no Brasil, 1985 – 2019  
(conclusão)

<b>Lei/Programa</b>	<b>Ano</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
Projetos ANEEL	2001	Resolução ANEEL 394 de 17/09/2001	Estabelece critérios para aplicação em projetos de combate ao desperdício de energia elétrica
Projetos ANEEL	2001	Decreto 3.867 de 16/07/2001	Define onde os recursos de P&D em eficiência energética serão depositados
Projetos ANEEL	2001	Resolução ANEEL 153 de 18/04/2001	Estabelece percentual de aplicação de recursos no Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica Ciclo 2000/2001
Projetos ANEEL	2001	Resolução ANEEL 185 de 21/05/2001	Define as deduções para a obtenção da Receita Operacional Líquida
Projetos ANEEL	2001	Resolução ANEEL 186 de 23/05/2001	Altera dispositivos e promove ajustes nos critérios para aplicação de recursos no combate ao desperdício de energia ciclo 2000/2001
Projetos ANEEL	2002	Resolução ANEEL 492 de 03/09/2002	Estabelece critérios para aplicação de recursos em programas de eficiência energética
Projetos ANEEL	2005	Projeto de Lei 6164/2005 08/11/2005	Prorroga até 2010 a aplicação de recursos em programas de eficiência energética
Projetos ANEEL	2005	Resolução ANEEL 176 de 28/11/2005	Estabelece critérios para aplicação de recursos em programas de eficiência energética
Projetos ANEEL	2006	Resolução Normativa ANEEL 233 de 24/10/2006	Procedimentos para cálculo dos recursos previstos na Lei no 9.991
Projetos ANEEL	2006	Resolução ANEEL 215 de 28/03/2006	Propõe modificações no texto do Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética
Projetos ANEEL	2007	Lei 11.456 de 29/03/2007	Prorroga a aplicação de recursos nos programas de eficiência energética até 2010

Fonte: Procel (2019).

Nota: Adaptado pelo autor.

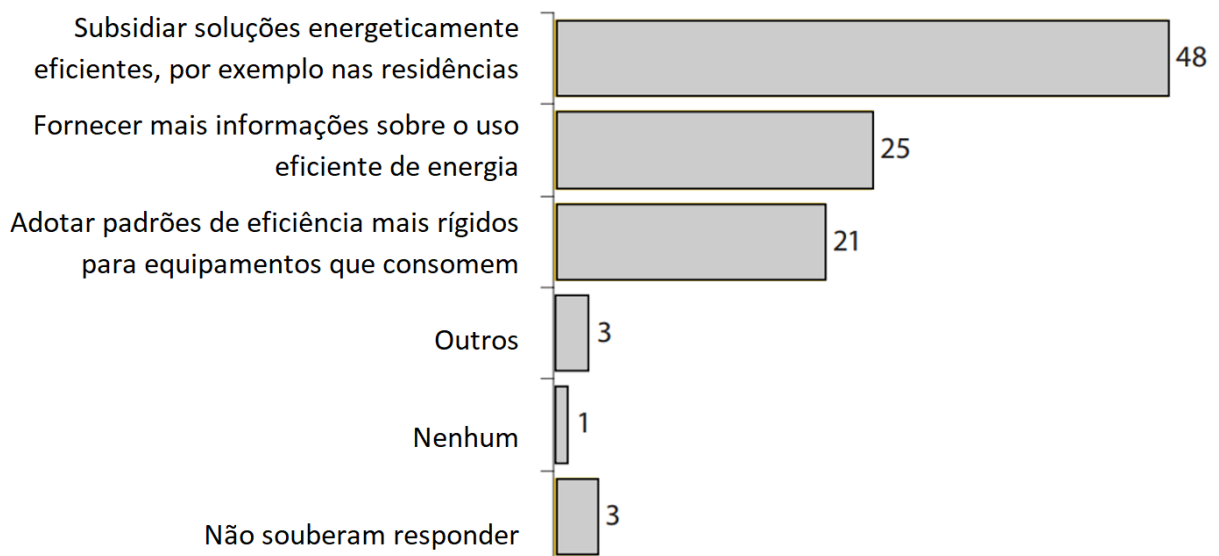
### 2.1.2 EDUCAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO

Segundo Oliveira, Shayani e Oliveira (2013), em sua pesquisa de “Proposta de plano de negócios para eficiência energética no Brasil”, dentre as diversas deficiências em iniciativas de eficiência energética no país há forte preocupação com a educação e conscientização. Uma mudança de mentalidade deve ser trazida sobre o desperdício de energia elétrica. A mídia de massa deve ser usada para aumentar a consciência

nacional sobre o problema de desperdício de energia. Além disso, a falta de informação sobre as melhores tecnologias e o custo-benefício associado a elas. A sociedade precisa estar ciente das novas tecnologias de eficiência energética disponíveis no mercado e seus respectivos benefícios econômicos e financeiros. O sucesso das políticas de eficiência energética é fortemente influenciado pelos consumidores, por meio das suas decisões de compra. Por isso, medidas educativas, incluindo programas de educação e formação em matéria de energia e alterações climáticas estão previstas pelas instituições da Comissão Europeia (KANELLAKIS; MARTINOPOULOS; ZACHARIADIS, 2013).

Os consumidores precisam de informações boas e confiáveis para incentivá-los a agir. A Figura 3 é baseada em uma pesquisa do Eurobarômetro de 2007, mostrando o que os consumidores acham que é necessário para incentivar a eficiência energética, com destaque para a importância de mais informações.

Figura 3 – O que governos devem fazer para encorajar as pessoas para reduzir o consumo de energia (%)



Fonte: ECS (2007).

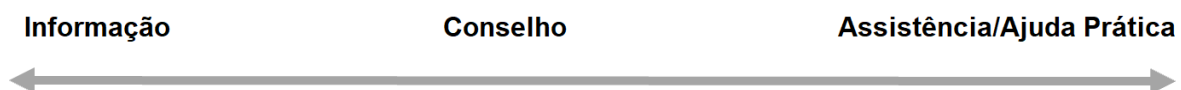
Nota: Traduzido pelo autor.

O desenvolvimento e disseminação de informações é fundamental para motivar os consumidores a realizar ações para melhorar seu desempenho energético. Desde as primeiras estratégias de eficiência energética desenvolvidas após as primeiras crises petrolíferas nos anos 70, encontrar formas efetivas de comunicar por que melhorias na eficiência energética devem ser feitas, como elas podem ser feitas e onde obter

informações adicionais em apoio a ações de poupança têm sido fundamentais. Os serviços de comunicação para consumidores e outras partes interessadas evoluíram ao longo das décadas e agora incluem até mesmo o uso de mídias sociais. Em parte, isso se deve a uma maior prioridade para melhorar a eficiência energética; em parte, é porque existem mais ferramentas de comunicação disponíveis. As informações podem ser direcionadas diretamente aos consumidores ou a intermediários (ou seja, cadeia de suprimentos), que terão um impacto sobre os comportamentos dos consumidores (ECEEE, 2016).

Os serviços de informação de eficiência energética, amplamente implantados na Europa, possuem significados diferentes para públicos diversos. Não existe uma definição única que tenha sido largamente utilizada por organizações internacionais, como a Agência Internacional de Energia. No entanto, há uma distinção entre as atividades e os tipos de serviços que essas iniciativas oferecem, que podem ser categorizados conforme a Figura 4. Por exemplo, o fornecimento de informações é, em grande parte, uma comunicação unidirecional de material genérico ou direcionado. O aconselhamento envolve necessariamente uma comunicação bidirecional entre o especialista e o cliente. Além do aconselhamento, há a facilitação ou a oferta de uma gama de serviços práticos, que economizam energia e podem ser oferecidos em resposta às necessidades ou circunstâncias de um cliente, sendo que o mais avançado deles seria um serviço de portaria completo, na maioria dos casos disponíveis apenas como uma oferta comercial (CITYNVEST, 2016).

Figura 4 – Nível de serviço pode ser apresentado em um espectro de Informação, Conselho e Assistência



Fonte: ECS (2007).

Nota: Traduzido pelo autor.

No Brasil, uma séria lacuna foi mostrada entre programas de conscientização para uso racional de energia. A falta de informação ajustada sobre uso racional de energia para um consumidor típico brasileiro é percebida. Apesar da existência de alguns programas que foco na conservação de energia, as populações, em sua maioria, não



são conscientes sobre a importância estratégica que isso representa para o desenvolvimento nacional. A criação de novos programas deve levar em consideração o conhecimento desenvolvido em educação, estabelecer novas metodologias que respeitem os limites sociais e cognitivos do público alvo. Esse tipo de programa deve ser aplicado dentro do sistema educacional (em todos os níveis), cooptando professores como agentes multiplicadores. Por outro lado, a participação de empresas públicas e privadas deve limitar-se ao fornecimento de recursos e informações que complementam o sistema educacional, com conhecimento atualizado e específico (DIAS; MATTOS; BALESTIERI, 2004).

Em nível nacional é possível identificar algumas instituições que possam ser enquadrados nesses níveis de serviços, independentemente da sua eficiência de comunicação com seu respectivo público ou não. No caso do estado do Espírito Santo, há instituições que contribuem com o fomento da eficiência energética e buscam desenvolvê-la localmente. Assim, a Figura 5 ilustra cada *stakeholder*, classificado de acordo com seu respectivo nível de serviço.

Figura 5 – Instituições que contribuem para o fomento da eficiência energética no Espírito Santo



Fonte: Produção do próprio autor.

Além disso, é possível identificar os públicos de acordo com as classes de consumo, tais como, residencial, comercial e industrial, relacionados com os seguintes representantes locais com atuação em todo estado do Espírito Santo. Representantes

do Governo do Estado, pela Secretaria de Desenvolvimento; representação da iniciativa privada, pelo Espírito Santo em Ação; representação das indústrias, pelo sistema Findes; e, por fim, a representação dos municípios pela AMUNES – Associação dos Municípios do Espírito Santo.

## 2.2 MENSURAÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

### 2.2.1 INDICADOR DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Os indicadores de energia são uma ferramenta importante para analisar as interações entre atividade econômica e humana, consumo de energia e emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Estes indicadores mostram aos decisores políticos onde a economia de energia pode ser feita. Além de fornecer informações sobre tendências no consumo de energia no passado, os indicadores de eficiência energética também podem ser usados para ajudar a modelar e prever a demanda futura de energia. Uma das questões mais importantes a serem compreendidas a partir de uma perspectiva de política energética é até que ponto as melhorias na eficiência energética foram responsáveis pelas mudanças na intensidade energética final nos diferentes países (IEA, 2014b).

Os indicadores de eficiência energética relacionam o uso de energia a alguma atividade, podendo ser valores monetários ou físicos relevantes, estabelecendo a relação consumo de energia por uma demanda de serviços, conforme (1).

$$\text{Indicador de Eficiência Energética} = \frac{\text{Consumo de Energia}}{\text{Dado da Atividade}} \quad (1)$$

Eles podem ser definidos em diferentes níveis de agregação em termos da demanda de energia, em toda a economia, setor, subsetor, uso final, tecnologia, processo e dispositivo (HOROWITZ, 2008). Esses são elaborados para entender tendências no consumo de um subsetor ou uso final, podendo ser mais ou menos agregados e sofisticados, mediante a disponibilidade de dados seguindo uma “abordagem piramidal”, do nível mais agregado até o mais desagregado, conforme apresentado na Figura 6 (IEA, 2014a).

Figura 6 – Nível de desagregação do indicador de eficiência energética



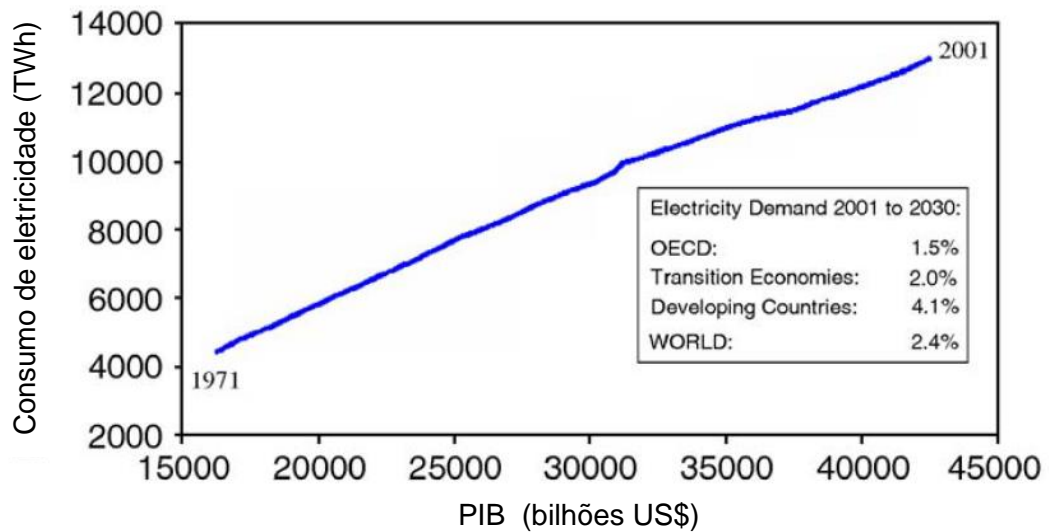
Fonte: IEA (2014).

Nota: Traduzido pelo autor.

Mediante a disponibilidade de dados, é preferível que os indicadores de eficiência energética sejam calculados no nível de uso final ou subsetorial, ou em um nível ainda mais desagregado, o nível de consumo de energia da unidade. Por exemplo, no setor residencial, o consumo de energia de refrigeração do ambiente por área útil é um indicador de eficiência energética no nível de uso final, e o consumo de energia por unidade de eletrodoméstico é um indicador de eficiência energética no nível de consumo da unidade (IEA, 2014a).

Pesquisadores usam intensidade energética, isto é, consumo de energia dividido pelo produto interno bruto (PIB), como uma medida da capacidade de uma determinada economia para realizar atividades econômicas com consumo mínimo de energia. Um país que consome mais energia do que outro, com o mesmo PIB, tem maior intensidade energética e acredita-se que seja menos eficiente em termos energéticos (OKAJIMA; OKAJIMA, 2013). A correlação entre demanda de eletricidade e a capacidade de uma economia gerar riqueza é significativa, e o uso da relação entre as duas variáveis se tornou prática comum. Estudos mostram uma vinculação quase linear entre PIB mundial agregado e consumo de eletricidade ao longo do período 1971-2001, como ilustrado na Figura 7 (BIROL, 2003).

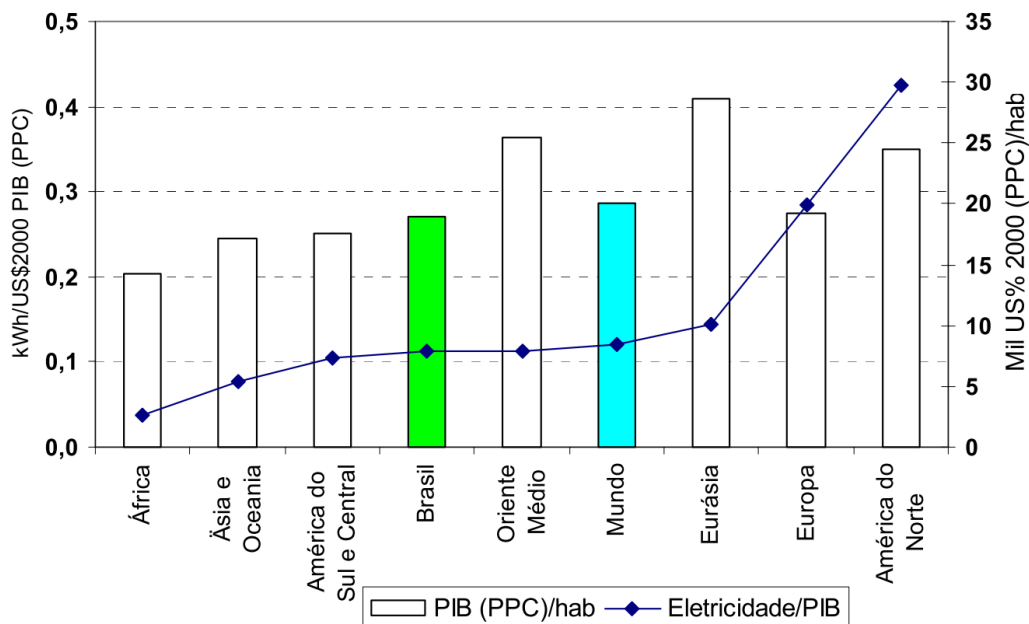
Figura 7 – Consumo mundial de eletricidade versus PIB, 1971-2001



Fonte: Birol (2003).  
 Nota: Traduzido pelo autor.

Diversos países com menores renda e acesso à energia elétrica, apresentam um comportamento de baixa intensidade de eletricidade, de acordo com a Figura 8, correspondendo à zona próxima à origem no gráfico. Contudo, a partir do nível de renda em que está o Brasil, a intensidade energética passa a depender de características sociais e econômicas do país e de sua opção energética, apresentando maior intensidade de eletricidade (ALVIM et al., 2007).

Figura 8 – Consumo de eletricidade/ PIB (PPC) do Brasil e regiões do mundo em 2004



Fonte: Alvim e outros (2007).

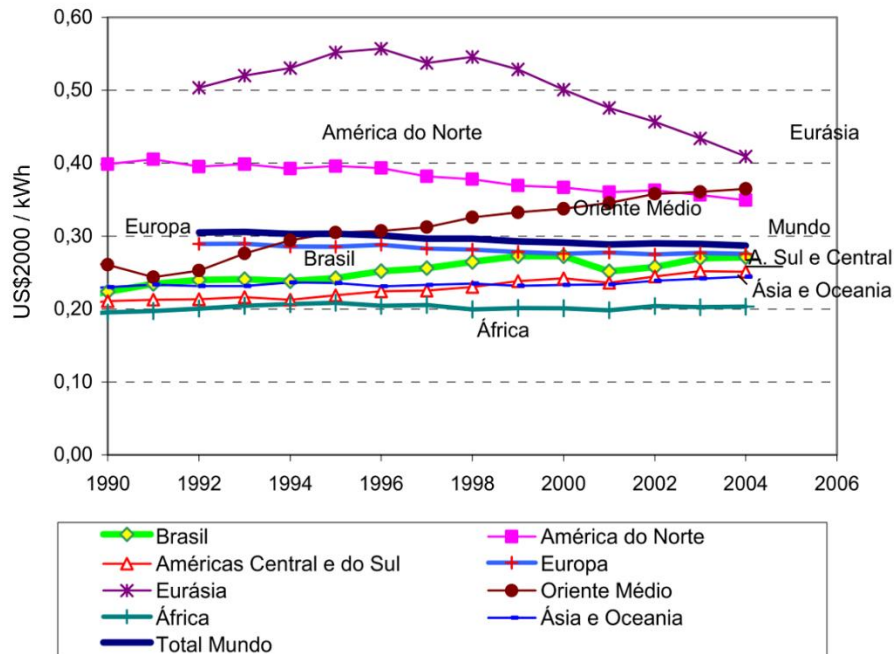
A intensidade de eletricidade pode ser afetada por muitos fatores, como a estrutura econômica, desenvolvimento econômico, preço da energia e clima (OKAJIMA; OKAJIMA, 2013). Os setores produtivos que compõem determinada economia são compostos por diversas atividades que se distinguem tanto em sua intensidade em energia elétrica quanto na sua capacidade de gerar riqueza. Economias que têm uma forte dependência da produção industrial (que pode ser altamente intensiva em energia) são mais propensas a ter uma intensidade energética maior do que as economias baseadas em serviços (WANG, 2013). Portanto, utilizar a intensidade de eletricidade, composta pela razão entre consumo de energia elétrica e PIB, como indicador para comparar economias de baixa equivalência entre os setores produtivos (Industrial, Comercial e Rural) pode não ser o mais adequado. Sugere-se, portanto, que seja realizada a comparação desagregada por cada setor, dada pela razão entre seu consumo de energia e o PIB do setor (ROMÁN-COLLADO; COLINET, 2018).

A intensidade de eletricidade do Brasil teve um aumento gradual de 1995 a 1999, uma queda durante 2000 e 2001 (após uma grande desaceleração econômica e racionamento de energia elétrica) e, posteriormente, voltou a aumentar gradativamente (Figura 9). Embora o Brasil tenha apresentado uma tendência de alta na relação consumo de eletricidade e PIB, isso não significa que o país passou por uma deterioração de eficiência energética ou não teve acesso a mais práticas de eficiência energética e tecnologias (GANDHI et al., 2017). Os países em desenvolvimento tendem a ter uma intensidade energética crescente, pois o seu consumo de energia elétrica aumenta mais rapidamente do que o seu PIB (MIELNIK; GOLDEMBERG, 2000).

Uma razão é devido à expansão na escala de produção do setor industrial, intensivo em energia elétrica, conforme mostrado nos casos durante períodos de crescimento econômico na Coreia Sul, de 1987 a 1993, e na China, de 1998 a 2006 (ZHAO; MA; HONG, 2010). Além disso, segundo Liddle (2009) e Hang e Tu (2007), para uma economia em crescimento, os avanços tecnológicos são menos propensos a reduzir a intensidade de energia elétrica devido ao paradoxo de *Jevons*, que sugere que as reduções na intensidade energética podem levar a aumentos no consumo de energia elétrica, ao invés de diminuições. Por exemplo, Medlock e Soligo (2001), utilizando a econometria de painéis, constataram que intensidade de eletricidade tem uma inversa forma de U, primeiro aumenta como parte do crescimento econômico, mas, em níveis

de desenvolvimento econômico, diminuem conforme a estrutura econômica tipicamente muda da indústria para os serviços.

Figura 9 – Energia elétrica/PIB US\$2000 (PPC)



Fonte: Alvim e outros (2007).

Nota: Traduzido pelo autor.

A demanda por energia elétrica está aumentando devido a uma população crescente e à busca pelo crescimento econômico, que consequentemente levou ao aumento dos preços da energia elétrica (APERGIS et al., 2015). Segundo o estudo de Verbruggen (2006) realizado com os países da OCDE, identificou-se uma correlação negativa entre o preço e a intensidade da eletricidade. Altos preços de consumo final são um pré-requisito para baixas intensidades de eletricidade, o que contribui para tornar acessíveis fontes de eletricidade sustentáveis. Pesquisas semelhantes na China concluíram que a intensidade energética de indústrias intensivas em eletricidade (por exemplo, indústrias de cimento e aço) melhorou com o aumento do preço da eletricidade (HERRERIAS; CUADROS; LUO, 2016; ZHOU; LEVINE; PRICE, 2010). Estudos implicam que o gerenciamento do preço da eletricidade pode ser uma potencial ferramenta política para melhorar a intensidade de eletricidade nos setores industriais de países com o preço da eletricidade controlada pelo governo, com as seguintes ressalvas. Em primeiro lugar, é provável que os aumentos dos preços da eletricidade sejam eficazes a longo prazo, mas não podem ser tão eficazes a curto

prazo, com exceções regionais. Em segundo lugar, aumentos de preço da eletricidade podem prejudicar a eficiência do uso de eletricidade em regiões caracterizadas por setores manufatureiro, onde as elevações de preços reduzem mais a produção industrial do que diminuem a demanda por eletricidade (KWON et al., 2016).

Independentemente do setor a ser analisado, os valores do consumo de energia elétrica de usuários finais dependem das circunstâncias e preferências específicas da região (GANDHI et al., 2017). A quantidade de energia necessária para a refrigeração do ambiente depende muito da temperatura externa, e esse impacto no consumo de energia pode facilmente mascarar os efeitos das melhorias na eficiência energética. Por exemplo, um município pode reduzir drasticamente a quantidade de energia necessária para a refrigeração do ambiente ao longo de um ano, simplesmente devido a um verão excepcionalmente fresco. Já em outro município, a redução no consumo de energia devido a melhorias na eficiência energética dos sistemas de condicionamento de ar pode ser mais do que compensada pela exigência extra de energia devido a um verão extremamente quente (IEA, 2017a). Portanto, para monitorar com precisão a evolução no tempo do consumo de energia para a refrigeração ou o aquecimento de ambientes nos setores residencial e comercial, é essencial eliminar o impacto das variações de temperatura e produzir dados corrigidos pelo clima. Uma das metodologias mais comuns adotadas para essa correção é o uso de graus-dia de resfriamento, CDD (do inglês, *Cooling Degree Days*). Essa é uma medida simplificada da intensidade e duração do clima quente ou frio durante um determinado período em um local específico (IEA, 2014a).

De acordo com o relatório *Energy Efficiency Indicators Highlights* da IEA (2017c), para ajustar o consumo de energia elétrica à variação da temperatura de determinado município, deve ser empregado a metodologia de graus-dia de resfriamento. O valor de CDD para um período, por exemplo, um verão, é determinado subtraindo-se, para cada dia, a temperatura média diária de uma temperatura base pré-definida e somando-se os dias do período em que a temperatura média externa do ar é maior que a temperatura base. Quando a temperatura do ar externo é igual ou menor que a temperatura base, o CDD é zero. Quanto maior o grau de resfriamento e quanto mais quente a estação, maior a quantidade de energia necessária para o resfriamento do ambiente. Logo, o CDD pode ser definido como em (2).

$$CDD = \sum_{k=1}^n (T_k - T_{Base}) \quad (2)$$

onde:

$T_{Base}$  é a temperatura base, sendo  $T_k > T_{Base}$ ;

$T_k$  é a média da temperatura no dia  $k$ ;

$n$  é a quantidade de dias em determinado período.

Como observado anteriormente, dois fatores são fundamentais para o cálculo do CDD. O primeiro é a temperatura base, que deve ser ajustada ao nível da temperatura do ar exterior, na qual os residentes de uma dada região tendem a ligar seus dispositivos de refrigeração. A temperatura base deve ser cuidadosamente determinada de acordo com as características da região, já que esta escolha impactará a correção de temperatura dos dados de consumo de energia. O segundo fator é a série temporal das temperaturas médias diárias. Por exemplo, se a temperatura média em um dia é 5 graus acima da temperatura base, existem cinco CDD para esse dia. Para obter o número anual de CDD, todos os valores positivos de CDD são somados para cada dia do ano (IEA, 2014a). Quando os números de CDD são definidos, os dados de consumo de energia para refrigeração de ambientes podem ser corrigidos de acordo com as variações de temperatura, conforme (3):

$$Energy_{TCi} = Energy_{atual\ i} * \frac{CDD_{médio\ do\ período}}{CDD_{ano\ i}} \quad (3)$$

onde:

$Energy_{TCi}$  é o consumo de energia corrigido pela temperatura no ano  $i$ ,

$Energy_{atual\ i}$  é o consumo de energia atual no ano  $i$ ,

$CDD_{médio\ do\ período}$  é a média de graus-dia de refrigeração em um determinado período,

$CDD_{ano\ i}$  é o total de graus-dia de refrigeração no ano  $i$ .

Outro tratamento amplamente empregado aos indicadores de eficiência energética busca equivalência em valores monetários, como o PIB. Ele é expresso em paridades de poder de compra (PPP, do inglês *Purchasing Power Parities*). A paridade do poder de compra é uma forma de medir as variáveis econômicas em diferentes países, de forma que as variações irrelevantes da taxa de câmbio não distorçam as comparações. As taxas de câmbio do poder de compra são tais que custariam



exatamente o mesmo número de, por exemplo, dólares para comprar euros e depois comprar uma cesta de mercadorias no mercado, já que teria o valor de comprar os mesmos bens diretamente com dólares. A taxa de câmbio do poder de compra usada nessas conversões é igual à proporção dos respectivos poderes de compra das moedas (recíprocas de seus níveis de preço) (LIDDLE, 2009).

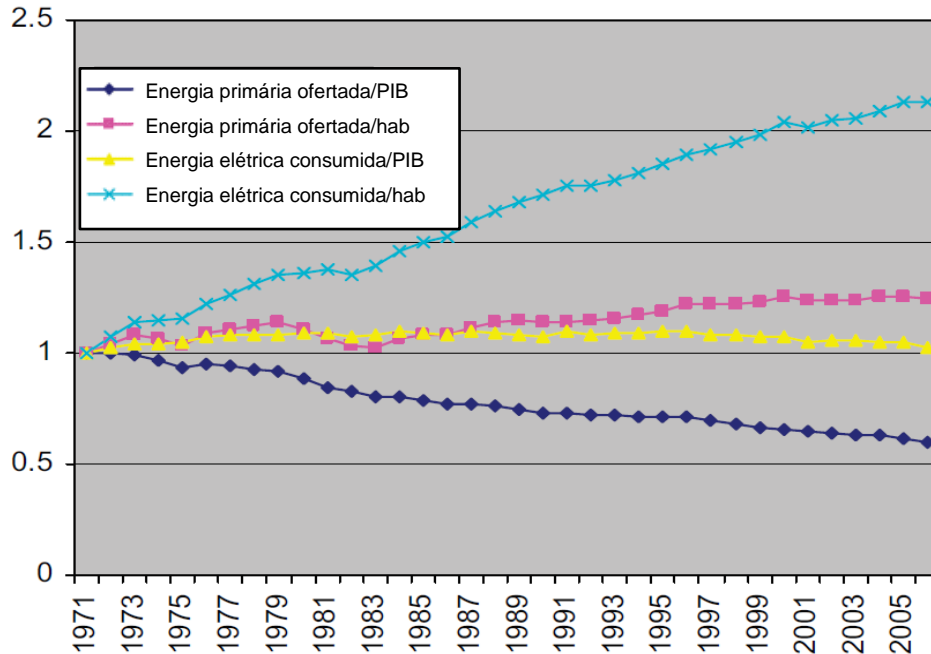
Já para economias sob o mesmo sistema monetário, utiliza-se o PIB real. Para tanto, é preciso diferenciar o PIB nominal do PIB real. O primeiro diz respeito ao valor do PIB calculado a preços correntes, ou seja, no ano em que o produto foi produzido e comercializado. Já o segundo é calculado a preços constantes, em que é escolhido um ano-base para o cálculo do PIB, eliminando assim o efeito da inflação. Para avaliações mais consistentes, o mais indicado é o uso de seu valor real, que leva em conta apenas as variações nas quantidades produzidas dos bens, e não nas alterações de seus preços de mercado. Para isso, faz-se uso de um deflator (normalmente um índice de preços, como IGP-DI), que isola o crescimento real do produto daquele que se deu artificialmente devido ao aumento dos preços da economia (MAHMOOD; AHMAD, 2018).

### 2.2.2 ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Indicadores estatísticos de todos os tipos são pilares de negócios, governo e vida cotidiana. Frequentemente, eles são constituídos de uma única variável, mas, às vezes, são compostos de uma combinação de variáveis. Quando diversas variáveis são combinadas em um único valor, o valor agregado é geralmente chamado de índice. Na prática, a maioria dos valores do índice é normalizada para um período base, de tal forma que o valor do período base é 100 e o valor de qualquer outro período é interpretável como variações percentuais relativas para o período base (HOROWITZ, 2008). Por exemplo, a Figura 10 mostra a variação intertemporal da intensidade energética (oferta total de energia primária dividida pelo PIB) desde 1971, considerando-se este como ano-base, para os países IEA, assim como a intensidade de eletricidade (consumo de energia elétrica dividido pelo PIB) e consumo de energia e consumo de eletricidade per capita. Já na Figura 11 – é apresentada a mudança no consumo de eletricidade para os três principais setores de uso final. Observa-se que o consumo de energia elétrica na indústria teve um lento crescimento, seguido de uma

estagnação, enquanto o consumo de eletricidade em ambos os setores residencial e comercial e serviços públicos aumentou de forma constante, tendo o consumo comercial uma taxa mais acentuada (LIDDLE, 2009).

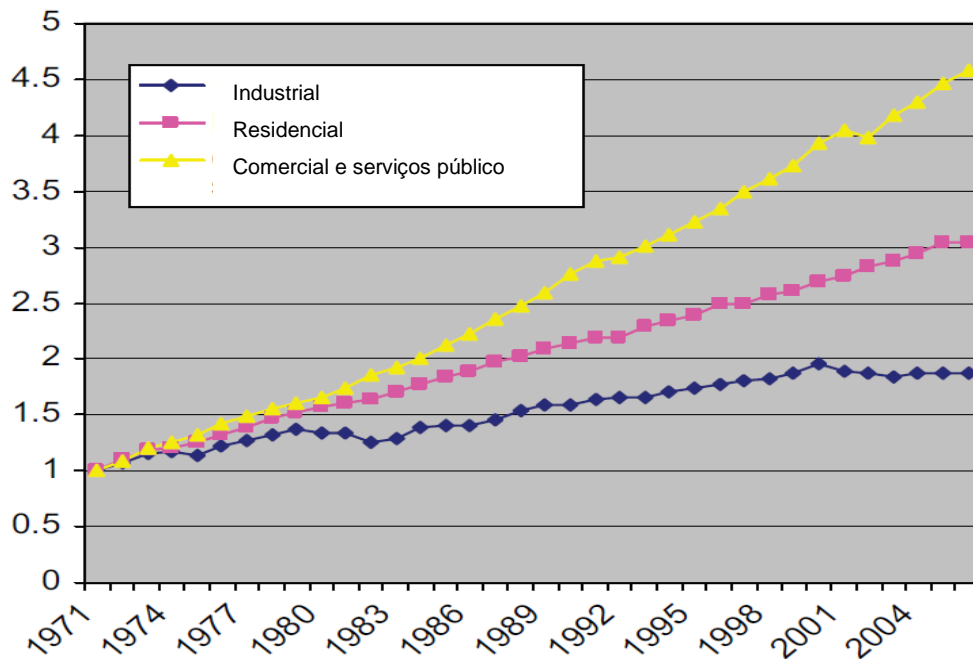
Figura 10 – Intensidade energética e intensidade de eletricidade



Fonte: Liddle (2009).

Nota: Traduzido pelo autor.

Figura 11 – Consumo de eletricidade



Fonte: Liddle (2009).

Nota: Traduzido pelo autor.

Portanto, pode-se verificar, até o momento, que indicadores de eficiência energética possuem unidades de medidas absolutas, como, por exemplo, GWh/PIB, GWh/domicílio, GWh/kg, GWh/funcionário, etc. Já os índices de eficiência energética são apresentados como unidades relativas, em valores percentuais. Outra constatação, é que o índice é a variação percentual de um determinado indicador em um período, tendo como referência um período base. Logo, os índices de eficiência energética permitem melhores comparações para o monitoramento na expectativa de mudanças e tendências, independentemente da grandeza dos valores absolutos (LIDDLE, 2009).

Segundo os estudos de Ang e Goh (2018), há duas formas de elaboração do índice de eficiência energética para uma economia, a saber, utilizando-se os indicadores agregados, como a relação entre consumo de energia e PIB (EGR - *Energy-to-GDP Ratio*), comumente conhecido como intensidade energética, ou o índice de intensidade energética composto (CEI, do inglês *composite energy intensity*).

O EGR é frequentemente utilizado como um índice de eficiência energética em toda a economia para a formulação e análise de políticas. Possui várias vantagens, tais como facilidade de calcular e interpretar, além de ser adequado para o estabelecimento de metas em acordos internacionais ou planos nacionais (ANG; GOH, 2018). Entretanto, esse índice é composto pela intensidade energética que se trata de um indicador agregado, pois o denominador, PIB, representa muitas atividades diversas. As intensidades energéticas dessas atividades podem diferir amplamente e uma mudança estrutural, que não está relacionada à eficiência energética, pode causar variações na relação energia-PIB ao longo do tempo, independentemente das mudanças nas intensidades de energia. Contudo, como um indicador de eficiência energética, a relação energia-PIB pode não ser uma boa medida da eficiência com a qual a energia é usada no nível de uso final (ANG, 2006).

Assim, muitas vezes é necessário realizar uma análise mais detalhada para entender completamente o impacto combinado de diversos fatores ou forças motrizes no consumo total de energia. A análise de decomposição é comumente usada para isolar variações na eficiência energética de outros fatores que impactam o consumo de energia, como estrutura econômica e atividade física ou econômica. A decomposição das tendências do consumo final de energia, muitas vezes, distingue três fatores

principais que afetam o consumo de energia: atividade agregada, estrutura setorial e efeito de intensidade real (IEA, 2014b).

Como alternativa para resolver esses inconvenientes é que foi desenvolvido o já citado índice de intensidade energética composto (CEI). Diferentemente do EGR, o índice CEI usa dados desagregados de energia e atividade para avaliar a eficiência energética através de uma abordagem ascendente, de baixo para cima. Ambos indicadores, monetários e de atividade física (toneladas, litros, metros cúbicos, etc...) podem ser usados com o consumo de energia. Essa flexibilidade permite uma comparação consistente de eficiências ao analisar o consumo de energia de determinada região, setor ou subsetor (ANG; GOH, 2018). No entanto, a derivação do índice CEI é mais complexa e subjetiva, quando comparado ao EGR (ROMÁN-COLLADO; COLINET, 2018). O índice CEI é construído utilizando-se o consumo de energia desagregado e dados de atividade. A intensidade energética é calculada para cada setor consumidor de energia utilizando-se um indicador de atividade física ou monetário. A mudança do efeito de intensidade real é obtida pela aplicação do método IDA - Análise de Decomposição do Índice (do inglês, *Index Decomposition Analysis*) para cada setor, usando dados de subsetores. A intensidade de cada setor é agregado para fornecer o índice CEI ou o efeito de intensidade real (ANG; GOH, 2018). A vantagem desse índice é diminuir a influência do efeito estrutura, ou seja, a maior participação de um segmento industrial mais energointensivo não influenciaria o índice. Seria ideal que não fosse utilizado indicadores agregados como o Valor Adicionado do PIB, e sim a produção física para todos os segmentos, e, inclusive, estratificar alguns subsegmentos. Porém, normalmente faltam informações de produção física e de consumo energético neste nível de desagregação (ZAIM; GAZEL; AKKEMIK, 2017).

Muitas técnicas de decomposição foram propostas por pesquisadores. Segundo Ang (2004), o método Índice Divisia de Média Logarítmica ou LMDI (do inglês, *Logarithmic Mean Divisia Index*) é o mais adequado devido à sua fundamentação teórica, adaptabilidade, facilidade de uso e interpretação de resultados, entre outras propriedades desejáveis no contexto da análise de decomposição. Já a EPE (2017) utilizou, no relatório Monitorando o Progresso da Eficiência Energética no Brasil, a metodologia que é aplicada aos países europeus, o ODEX. Segundo Cahill, Bazilian e Gallachóir (2010), foi realizado estudo para comparar o ODEX ao LMDI para avaliar

qual índice é o mais apropriado para medir mudanças na eficiência energética. Chegaram à conclusão que o Índice Divisia de Média Logarítmica é melhor por ser simples, apresentar decomposição perfeita (não deixa resíduos) e consistência na agregação dos termos decompostos. Por outro lado, o ODEX recomenda a utilização da unidade física para quantificar a atividade industrial. Já o LMDI, além da física, permite o uso de unidade monetária (ANG; GOH, 2018). Dadas sua flexibilidade e elevada utilização reportada na literatura (

Quadro 2), nesse projeto será empregada a metodologia LMDI para elaboração dos índices de eficiência energética dos municípios do estado do Espírito Santo.

Quadro 2 – Metodologias utilizadas para calcular índices de eficiência energética

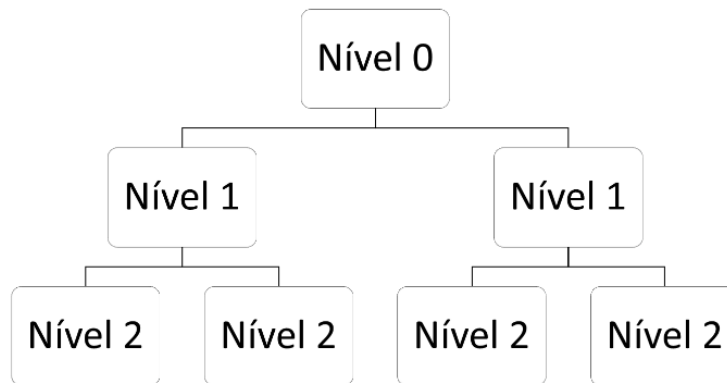
<b>Índice</b>	<b>Decomposição Perfeita*</b>	<b>Subsetor Aditivo</b>	<b>Tempo reversível</b>	<b>Nível de Compreensão</b>
LMDI I	Sim	Sim	Sim	Moderado
<i>Refined Laspeyres</i>	Sim	Sim	Não	Moderado
LMDI II	Sim	Não	Sim	Moderado
<i>Fischer Ideal</i>	Sim	Não	Sim	Moderado
Média Simples/Média aritmética	Não	Não	Sim	Moderado
PMD Ajustado I e II	Não	Sim	Sim	Difícil
<i>Paasche</i>	Não	Sim	Não	Fácil
<i>Laspeyres Simples</i>	Não	Sim	Não	Fácil

Fonte: IEA (2018b).

Nota: \* Sem item residual.

O Índice Divisia de Média Logarítmica, assim como os demais citados, são métodos de decomposição única. Ou seja, utiliza dados desagregados de um nível inferior para a composição de um índice de um nível superior, como ilustrado na Figura 12. Por exemplo, a determinação de um índice do setor industrial contará com dados das atividades econômicas industriais (XU; ANG, 2014). Portanto, como o objetivo desse projeto está direcionado aos ganhos de eficiência energética dos municípios do estado do Espírito Santo, serão utilizados os dados dos setores da região, representados pelo Nível 1, para elaboração do índice municipal, simbolizado pelo Nível 0, conforme a Figura 12.

Figura 12 – Nível hierárquico de desagregação do CEI



Fonte: Xu e Ang (2014).

Nota: Adaptado pelo autor.

A título de ilustração, na Tabela 1 são apresentados os resultados de um estudo que analisou o ganho de eficiência energética, ou o efeito de intensidade real de 30 municípios na China, durante o período de 2010 a 2015, utilizando o LMDI. Além de identificar a performance de cada município, com os dados decompostos foi possível apresentar o efeito de intensidade real de toda economia a qual esses estão inseridos (WANG et al., 2017).

Existem múltiplas formas de aplicar a mesma metodologia em função da seleção do ano-base e da configuração matemática (análise aditiva ou multiplicativa) que partem da decomposição da equação (4). A escolha da configuração multiplicativa, representada pela equação (5), ou aditiva, expressa pela equação (6), depende, em grande parte, da disponibilidade de dados e se o impacto dos efeitos ou fatores individuais examinados, como parte da análise de decomposição, tem como objetivo obter uma mudança relativa ou um valor absoluto (IEA, 2014b). Por outro lado, a eleição do ano-base é também importante, pois ele irá determinar a LBE (Linha de Base Energética), que são valores de referência a ser comparados com o último período da análise (ISO, 2016).

Tabela 1 – Performance de eficiência energética setorial para as 30 regiões na China, em 2010

Região	Agricultura	Indústria	Construção	Transporte	Serviço	Total
Beijing	0,7705	1,0000	0,7912	0,9307	0,7360	0,9345
Tianjin	0,7475	1,0000	0,8641	0,9917	0,8028	0,9761
Hebei	0,6710	1,0000	0,8538	1,0000	0,9123	0,9911
Shanxi	0,8161	1,0000	0,9191	0,9322	0,9125	0,9838
Inner Mongolia	1,0000	0,8659	1,0000	0,9836	1,0000	0,9073
Liaoning	0,8657	0,9757	0,8644	0,9781	0,8875	0,9708
Jilin	0,9156	0,9809	0,9054	1,0000	0,9789	0,9802
Heilongjiang	0,8097	0,9621	1,0000	0,9982	0,8155	0,9473
Shanghai	0,7587	1,0000	0,7890	1,0000	0,8171	0,9820
Jiangsu	0,9955	0,9732	1,0000	0,9903	1,0000	0,9759
Zhejiang	0,8646	0,8969	0,8432	0,9705	0,8072	0,8984
Anhui	0,9630	0,9793	0,8618	1,0000	0,8673	0,9772
Fujian	0,8932	0,9795	0,8009	0,9925	0,8145	0,9706
Jiangxi	0,9084	1,0000	1,0000	0,9812	1,0000	0,9950
Shandong	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Henan	1,0000	0,9980	0,9013	0,9793	0,9579	0,9958
Hubei	0,9634	0,9705	0,9414	1,0000	0,8859	0,9678
Hunan	1,0000	0,9689	0,8827	0,9844	0,9481	0,9696
Guangdong	0,8622	1,0000	0,7705	1,0000	1,0000	0,9947
Guangxi	1,0000	0,9661	1,0000	0,9657	0,8959	0,9647
Hainan	0,8022	1,0000	1,0000	0,9770	1,0000	0,9739
Chongqing	1,0000	0,9335	0,8496	0,9754	0,7236	0,9357
Sichuan	1,0000	0,9279	0,7627	0,9324	0,7894	0,9218
Guizhou	1,0000	0,9333	0,9040	0,9398	1,0000	0,9424
Yunnan	1,0000	0,9642	0,8271	0,9639	0,9050	0,9614
Shaanxi	0,6872	0,9508	0,8639	0,9344	0,7726	0,9303
Gansu	0,6379	0,8766	0,9209	0,9377	0,9736	0,8738
Qinghai	1,0000	0,7871	0,9819	1,0000	1,0000	0,8192
Ningxia	0,7048	0,8879	0,9294	0,9596	0,9423	0,8920
Xinjiang	0,7228	0,9008	0,9453	0,9641	0,8349	0,8965
<b>Toda Economia</b>	<b>0,8991</b>	<b>0,9681</b>	<b>0,8843</b>	<b>0,9797</b>	<b>0,9098</b>	<b>0,9640</b>

Fonte: Wang e outros (2017).

Nota: Tradução nossa.

O índice do efeito de intensidade real pode ser construído usando duas abordagens diferentes, a saber, a decomposição aditiva, para identificar as mudanças no consumo de energia de uma região (em GWh, por exemplo), e a decomposição multiplicativa, para distinguir as mudanças relativas no ganho de eficiência (ROMÁN-COLLADO; COLINET, 2018). Assume-se que o consumo total de energia em um município seja

a soma dos consumos em  $n$  setores diferentes e define-se as seguintes variáveis para um determinado período:

$E$  = consumo total de energia (GWh) no município;

$E_i$  = consumo de energia (GWh) no setor  $i$ ;

$Q$  = nível total de atividade do município;

$Q_i$  = nível de atividade do setor  $i$ ;

$S_i$  = parcela da atividade do setor  $i$  ( $S_i = Q_i/Q$ );

$I$  = intensidade de eletricidade agregada do município ( $I = E/Q$ );

$I_i$  = intensidade de eletricidade do setor  $i$  ( $I_i = E_i/Q_i$ ).

A abordagem anterior tem sido frequentemente aplicada para estudar a demanda de energia, onde o  $Q_i$  para cada um dos setores é definido e medido em uma unidade monetária ou física específica. Isso inclui, por exemplo, a produção bruta para diferentes setores, dada em termos monetários no setor industrial, área útil para diferentes tipos de habitação no setor residencial e tráfego modal em passageiros-quilômetro no transporte de passageiros (ANG, 2006). Para isto, deve-se supor que os níveis de atividade de todos os setores sejam medidos em uma unidade comum que permita a agregação, ou seja, a soma de todas as atividades do município ( $Q = \sum_i Q_i$ ). Na primeira abordagem, o consumo de energia do setor  $i$ , dado por  $E_i$ , é dividido em três fatores, com base na equação (4) do LMDI.

$$E = \sum_i E_i = \sum_i Q \frac{Q_i}{Q} \frac{E_i}{E} = \sum_i Q S_i I_i \quad (4)$$

Na segunda abordagem,  $E$  é o consumo total de energia de determinado município,  $Q$  ( $= \sum_i Q_i$ ) é o nível de atividade total do município,  $S_i$  ( $= Q_i/Q$ ) é a parcela da atividade e  $I_i$  ( $= E_i/Q_i$ ), a intensidade energética do setor  $i$ . Baseada na terceira abordagem da equação (4), a decomposição multiplicativa pode ser expressa por (5). Já a decomposição aditiva é formada pela diferença do consumo de energia, conforme a equação (6).

### **Decomposição Multiplicativa**

$$D_{tot} = E^T/E^0 = D_{act} \cdot D_{str} \cdot D_{int} \quad (5)$$

onde:



$D_{tot}$  = Variação percentual do consumo de energia no período;

$D_{act}$  = Variação percentual da atividade no período;

$D_{str}$  = Variação percentual da estrutura no período;

$D_{int}$  = Variação percentual da intensidade energética real no período.

### Decomposição Aditiva

$$\Delta E_{tot} = E^T - E^0 = \Delta E_{act} + \Delta E_{str} + \Delta E_{int} \quad (6)$$

onde:

$\Delta E_{tot}$  = Variação absoluta do consumo de energia no período;

$\Delta E_{act}$  = Variação absoluta da atividade no período;

$\Delta E_{str}$  = Variação absoluta da estrutura no período;

$\Delta E_{int}$  = Variação absoluta da intensidade energética real no período.

Mudanças no consumo total de energia do período  $0$  ao  $T$  podem ser estudadas quantificando-se as variações dos impactos em três fatores diferentes: efeito da atividade (efeito do Valor Adicionado ao PIB - VA), mix de atividades (efeito de estrutura) e intensidade de energia (efeito de intensidade real) (CAHILL; BAZILIAN; GALLACHÓIR, 2010). Na decomposição multiplicativa, a variável  $D_{tot}$  representa a variação total no consumo de energia. Já as variáveis no lado direito da equação (5) indicam os efeitos associados ao nível da atividade geral ( $D_{act}$ ), à estrutura da atividade ( $D_{str}$ ) e à intensidade real da economia ( $D_{int}$ ), conforme equações (7) a (9), respectivamente. A equação (10) representa o peso no consumo de energia elétrica de determinado setor na economia para a decomposição multiplicativa.

### Decomposição Multiplicativa

$$D_{act} = \exp\left(\sum_i \tilde{w}_i \ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right)\right) \quad (7)$$

$$D_{str} = \exp\left(\sum_i \tilde{w}_i \ln\left(\frac{S_i^T}{S_i^0}\right)\right) \quad (8)$$

$$D_{int} = \exp\left(\sum_i \tilde{w}_i \ln\left(\frac{I_i^T}{I_i^0}\right)\right) \quad (9)$$

$$\tilde{w}_i = \sum_i \frac{(E_i^T - E_i^0)/(\ln(E_i^T) - \ln(E_i^0))}{(E^T - E^0)/(\ln(E^T) - \ln(E^0))} \quad (10)$$

Já na decomposição aditiva, a variável  $\Delta E_{tot}$  representa a variação total no consumo de energia, e as variáveis no lado direito da equação (6) dão os efeitos associados ao nível da atividade geral ( $\Delta E_{act}$ ), à estrutura da atividade ( $\Delta E_{str}$ ) e à intensidade real da economia ( $\Delta E_{int}$ ), conforme equações (11) a (13), respectivamente. Por outro lado, a equação (14) representa o peso no consumo de energia elétrica de determinado setor na economia, considerando-se a decomposição aditiva (ANG; ZHANG, 2000).

### Decomposição Aditiva

$$\Delta E_{act} = \sum_i \tilde{w}_i \ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right) \quad (11)$$

$$\Delta E_{str} = \sum_i \tilde{w}_i \ln\left(\frac{S_i^T}{S_i^0}\right) \quad (12)$$

$$\Delta E_{int} = \sum_i \tilde{w}_i \ln\left(\frac{I_i^T}{I_i^0}\right) \quad (13)$$

$$\tilde{w}_i = \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln(E_i^T) - \ln(E_i^0)} \quad (14)$$

## 2.3 COMPARTILHAMENTO DE DADOS COM A COMUNIDADE

Segundo Yang e Maxwell (2011), o compartilhamento de informações é considerado uma abordagem importante para aumentar a eficiência organizacional e desempenho e, com os avanços na tecnologia da informação e comunicação, tornou-se mais viável. No setor público, as agências governamentais também estão cientes da importância do compartilhamento de informações para abordar questões políticas, como antiterrorismo e saúde pública. Os projetos de compartilhamento de informações estão se tornando cada vez mais importantes para as organizações públicas e privadas. Geralmente, as organizações baseiam sua decisão em avançar com um projeto de compartilhamento de informações sobre os benefícios esperados do

projeto, como melhores serviços, economia operacional e aumento da eficácia do programa (GIL-GARCIA; CHENGALUR-SMITH; DUCHESSI, 2007).

Kourtit e Nijkamp (2018) estudaram os desafios de governança estratégica das cidades modernas do ponto de vista da gestão de dados. Procuraram desenvolver uma estrutura metodológica sistemática para o grande manejo de dados multivariados, com a finalidade ao apoio à tomada de decisão. O objetivo era modelar um *dashboard* interativo que suportasse todas as partes interessadas envolvidas e fosse aplicável como uma ferramenta de apoio num processo estruturado de estratégias de cidade inovadora e consequente melhoria do desempenho socioeconômico.

*Dashboard* urbanos fazem parte de um ecossistema mais amplo de plataformas e produtos de dados urbanos que estão sendo criados e usados em uma era de crescente digitalização dos serviços e governança das cidades. O *design* desses *dashboards* normalmente consolida as informações em uma única visão para o governo e a indústria, visando, de forma eficiente e eficaz, monitorar o desempenho dos sistemas urbanos - como os de energia, forma construída, transporte, cultura, desempenho, inovação e saúde. Muitos desses painéis se concentram em um fluxo unidirecional de dados e, portanto, não atendem especificamente às funções de participação pública, envolvimento da comunidade e colaboração (LOCK et al., 2019).

Um exemplo de instituição no Espírito Santo que possui plataforma *online* para compartilhar dados e informações com a população capixaba é o Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN. Vinculado à Secretaria de Estado de Economia e Planejamento (SEP) do Espírito Santo, o IJSN tem como finalidade produzir conhecimento e subsidiar políticas públicas por meio da elaboração e implementação de estudos, pesquisas, planos, projetos e organização de bases de dados estatísticos e georreferenciados, nas esferas estadual, regional e municipal, voltados ao desenvolvimento socioeconômico do estado do Espírito Santo (IJSN, 2019). Já a Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo - ARSP, apesar de produzir e compartilhar diversos tipos de conteúdo sobre energia, saneamento e infraestrutura, esses são predominantemente em formato de relatórios que devem ser baixados, não proporcionando uma experiência dinâmica ou interativa, ao contrário de um *dashboard online*.

### **3 METODOLOGIA**

O projeto adotou como estratégia a pesquisa aplicada de abordagem qualitativa que, conforme Prodanov e Freitas (2013), é aquela que os conhecimentos adquiridos são utilizados para aplicação prática, voltados para a solução de problemas concretos da vida moderna. Define-se ainda como descritiva, pois procura classificar, explicar e interpretar fatos que ocorrem através de relação entre variáveis sobre o tema estudado (PRODANOV; FREITAS, 2013). A pesquisa bibliográfica foi o procedimento técnico suportado nesse trabalho para coleta de dados.

#### **3.1 ELABORAÇÃO DOS INDICADORES**

Nesse projeto, apenas a energia elétrica será objeto de estudo. Portanto, toda menção a energia será remetida à compreensão de energia elétrica, bem como outras expressões, tais como, efeito de intensidade real, energointensivo, etc...

Conforme definido anteriormente, um indicador de eficiência energética apresenta valor ou medida quantitativa para compreender o consumo de energia em relação a uma atividade. Logo, em busca de atender o primeiro objetivo específico desse projeto, foi necessário desenvolver os indicadores de eficiência energética para, em seguida, submetê-los à análise temporal através da metodologia escolhida, a saber, o LDMI ou Índice Divisia de Média Logarítmica.

Os indicadores de eficiência energética de cada município do estado do Espírito Santo foram decompostos pelos seus respectivos setores, ou classes, conforme a Resolução Normativa No. 414/2010 da ANEEL, como: Rural, Industrial, Poder Público, Residencial e Comercial (ANEEL, 2010). Dessa forma, no Quadro 3 foi possível relacionar o consumo de eletricidade de cada setor com sua principal atividade. O consumo de energia elétrica é quantificado pela unidade GWh – Gigawatt-hora. Já as unidades de medida das atividades se diferem dos chamados setores produtivos para o setor residencial. A unidade de medida da atividade dos setores produtivos é representada pelo VA (Valor Adicionado Bruto do PIB), em milhões de reais. Já o setor residencial, pela quantidade de unidades consumidoras registradas pela ARSP, compreendida, nessa ocasião, por número de domicílios.

Quadro 3 – Relação de dados coletados

<b>Economia</b>	<b>Setor</b>	<b>Consumo de Energia</b>	<b>Atividade</b>	<b>Indicador</b>
<b>Estado, Microrregião e Município</b>	Rural	GWh	VA setorial	GWh / VA
	Industrial	GWh	VA setorial	GWh / VA
	Comercial	GWh	VA setorial	GWh / VA
	Poder Público	GWh	VA setorial	GWh / VA
	Residencial	GWh	Un. Cons.	GWh / Un. Cons.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A coleta de dados foi sujeita à relação de informações históricas de consumo de energia elétrica de cada setor dos municípios do Espírito Santo. Hoje, o período limita-se à disponibilidade do PIB, entre 2002 a 2016 e ao consumo de eletricidade de 2008 a 2017. Portanto, até que sejam atualizados novos dados do PIB, o período analisado foi a interseção de ambas bases de dados, ou seja, entre 2008 e 2016. O consumo de energia elétrica foi fornecido pela Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo (ARSP, 2018), por meio do relatório de consumo de energia elétrica em seu *site*, contendo consumo de energia elétrica e quantidade de unidades consumidoras por classe. Os dados fornecidos são oriundos do consumo Cativo (fornecido pelas distribuidoras de energia locais) e o Livre (grandes consumidores que podem comprar sua energia elétrica de diferentes origens). Já o consumo de autoprodução no Estado resume-se a duas empresas: ArcelorMittal S.A. (Serra) e Suzano (Aracruz). Os dados da primeira estão disponíveis publicamente no relatório A ArcelorMittal Tubarão no Espírito Santo Sumário (ARCELORMITTAL, 2017). Já da empresa de celulose, é conhecido apenas os valores de sua autoprodução na classificação de Renováveis de Lixívia no Balanço Energético do Espírito Santo (ARSP, 2017). Contudo, foi adotado uma taxa de 90% de consumo próprio da sua autoprodução para todos períodos, conforme seu desempenho em 2018 (SUZANO, 2018).

O PIB municipal foi adquirido por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), decomposto pelo VA de cada setor mais impostos a valores correntes. Conforme citado no Capítulo 4, é necessário que seja feita a normalização de preços na atividade monetária entre os períodos relacionados para que o efeito da inflação não distorça sua variação no tempo. Portanto, utilizou-se o índice de preço de cada

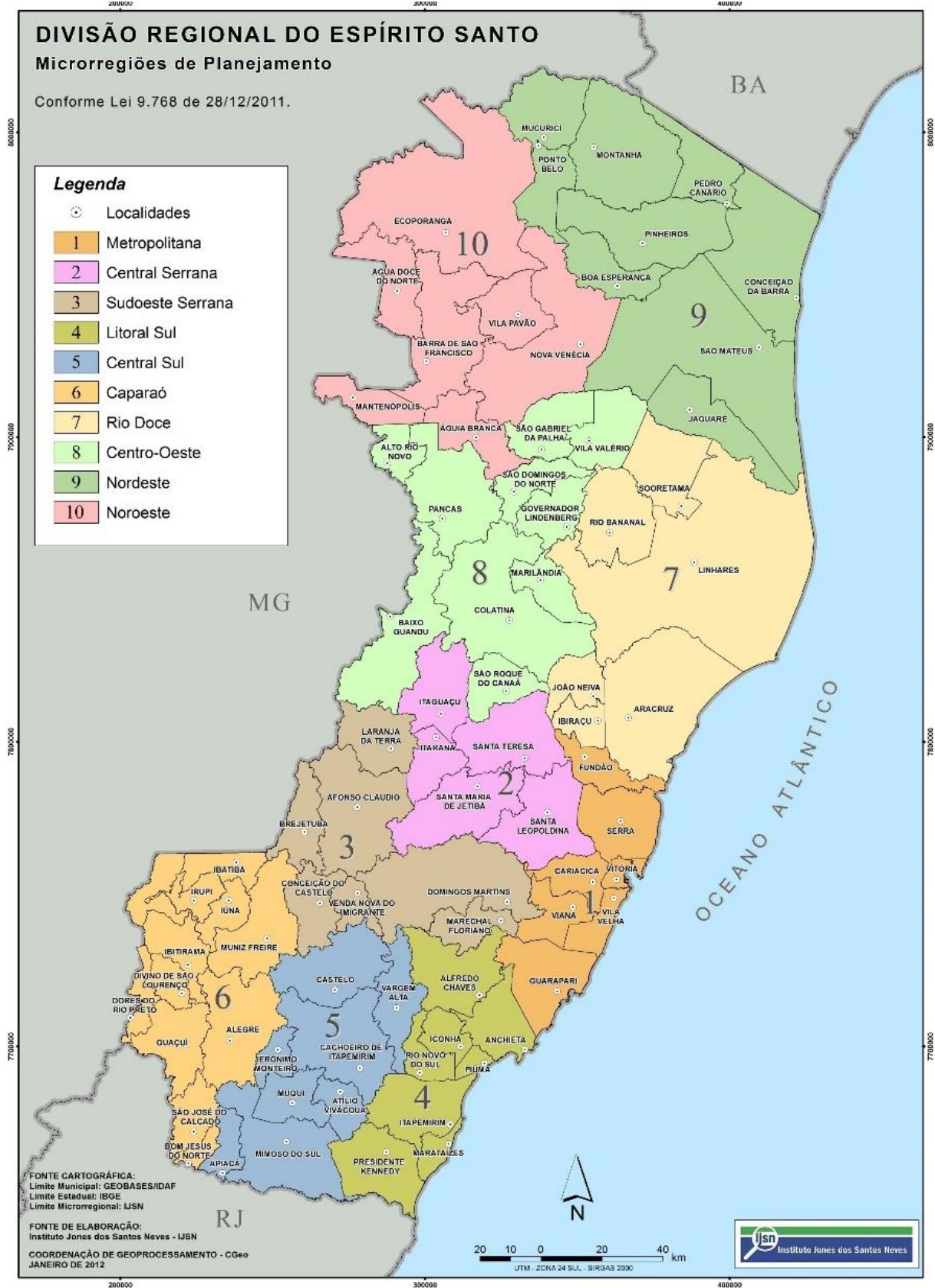
ano do estado do Espírito Santo como deflator para ser aplicado aos VAs setoriais de cada município para referência de preços ao ano de 2016.

Além do tratamento do Valor Adicionado ao PIB de cada região, foi anteriormente descrita a metodologia de normalização do consumo de eletricidade das classes Residencial e Comercial em função da variação de temperatura ambiente externa IEA (2017c). Para a aplicação do CDD, foi necessário a coleta da temperatura média diária das estações meteorológicas disponíveis para o Estado (INMET, 2019).

Por fim, foi possível compreender os indicadores de forma agregada em regiões, conforme Figura 13, que ilustra as dez microrregiões do Estado, nomenclatura comumente utilizada pelas instituições públicas do Espírito Santo.

Para o compartilhamento dos dados, foi idealizada a criação de um *website* de modo que pudesse ser atualizado automaticamente por pessoas que não tenham domínio em desenvolvimento dos mesmos. Logo, a ideia foi simplificada para que se fizesse o compartilhamento dos índices de eficiência energética por um aplicativo do Google, chamado *Data Studio*. trata-se de uma ferramenta similar ao *Microsoft Power B.I.*, que atende a todos requisitos com melhor eficiência e simplicidade, para conexão com base de dados em planilhas, atualização *online*, compartilhamento e apresentação dos dados.

Figura 13 – Distribuição geográfica do Espírito Santo em microrregiões



Fonte: IJSN (2019).

### 3.2 LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS

A aplicação da LMDI sugere o uso de dados mais desagregados possíveis. Nesse projeto houve uma limitação de acesso a dados das atividades econômicas municipais até os níveis setoriais, não sendo possível alcançar informações sobre o Valor Adicionado do PIB, nem mesmo do consumo da energia elétrica dos subsetores. Tanto o consumo de energia elétrica quanto o Valor Adicionado do PIB são de elevada restrição de confidencialidade em ambas instituições contactadas, pois, dependendo da estrutura econômica do município, valores podem remeter diretamente a determinados consumidores relevantes, que acabariam tendo suas informações expostas.

O ajuste de preços do VA de cada setor municipal seguiu o índice de preços do Espírito Santo como deflator. Entretanto, é importante evidenciar que cada região tem sua variação de preços própria, podendo não retratar o mesmo comportamento do Estado.

Além disso, um outro componente não contemplado no VA é a variação do dólar. Por se tratar de um estudo onde as economias estão inseridas em circunstâncias monetárias e fiscais iguais, não houve o tratamento do VA ao dólar. Porém, o Espírito Santo é um forte exportador, principalmente de *commodities*, e as oscilações do câmbio podem, eventualmente, influenciar na atividade.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 TRATAMENTO DE DADOS

Na Tabela 2 é apresentado o ajuste do VA do Espírito Santo a preços correntes para o VA a preços de 2016, preservando o poder de compra entre os períodos analisados para todas as microrregiões e tendo a compreensão do Valor Adicionado do PIB real.

Tabela 2 – Valor Adicionado Total das atividades do Espírito Santo

Ano	VA a Preço Corrente, em Milhões de Reais	Índice de Preço do Espírito Santo	Fator de Multiplicação	VA Ajustado, em Milhões de Reais (2016)
2008	57.047,2	9,3%	144,9%	82.651,1
2009	55.925,6	5,5%	137,3%	76.801,9
2010	69.817,9	8,8%	126,2%	88.125,1
2011	86.126,6	14,1%	110,6%	95.276,3
2012	95.958,3	11,9%	98,8%	94.863,7
2013	97.681,9	1,8%	97,1%	94.860,1
2014	109.804,2	8,2%	89,8%	98.551,0
2015	100.489,8	-6,8%	96,3%	96.771,6
2016	92.190,6	-3,7%	100,0%	92.190,6

Fonte: IBGE (2019).

Nota: Adaptado pelo autor.

Um dos problemas da aplicação do CDD para a normalização do consumo da energia elétrica nas classes consumidoras Residencial e Comercial é a precisão da definição da temperatura base, que contém informações climáticas que se relaciona ao consumo de energia elétrica (KRESE et al., 2012). A temperatura base é geralmente determinada pelo método da linha de desempenho. As linhas de desempenho são, essencialmente, as retas que melhor se ajustam aos dados em gráficos de dispersão do consumo de energia elétrica contra CDD, e a temperatura base é determinada utilizando-se um polinômio de segunda ordem, por meio de um gráfico de dispersão de CDD versus consumo de eletricidade e variação da base, até que o polinômio se aproxime da linearidade, ou maior  $R^2$  (LEE; BAEK; CHO, 2014). O valor  $R^2$  é, basicamente, uma medida de quão boa é a correlação linear. Quanto mais próximo o valor de  $R^2$  estiver de 1, melhor a correlação. Uma boa correlação entre graus-dia e consumo de energia indicaria que a metodologia é sólida. De um modo geral, um  $R^2$

de 0,75 implica em uma correlação razoável entre consumo de energia e graus-dia. Valores iguais ou superiores a 0,90 são muito bons. Um  $R^2$  abaixo de 0,7 é, provavelmente, uma indicação de que a correlação do consumo de energia elétrica com a temperatura é muito ruim ou que a metodologia de análise precisa ser aprimorada, como, por exemplo, a definição da temperatura base não ser representativa da realidade (DEGREE DAYS, 2019).

No Quadro 4 a seguir é apresentada uma análise sobre o nível de correlação entre graus-dia e o consumo de energia elétrica nas principais estações meteorológicas do Estado. Foi relacionado uma amplitude de supostas temperaturas base de 20 a 27°C, em ambas classes consumidoras em questão, isto é, Residencial e Comercial. No citado quadro foi destacado o maior  $R^2$  para determinada temperatura base. Entretanto, todos resultados mostraram uma baixa correlação entre as variáveis estudadas. Por exemplo, a classe Residencial de Vitória, utilizando-se de uma temperatura base de 24°C, apresentou o maior  $R^2$  como sendo de apenas 0,61.

Quadro 4 – Relação entre o  $R^2$  das classes consumidoras de alguns municípios para diversas temperaturas base

<b>Município</b>	<b>Classe Consumidora</b>	<b>20°C</b>	<b>21°C</b>	<b>22°C</b>	<b>23°C</b>	<b>24°C</b>	<b>25°C</b>	<b>26°C</b>	<b>27°C</b>
<b>Vitória</b>	Comercial	0,32	0,33	0,34	0,34	0,33	0,31	0,28	0,22
	Residencial	0,54	0,57	0,59	0,61	0,61	0,61	0,57	0,50
<b>São Matheus</b>	Comercial	0,29	0,28	0,27	0,26	0,23	0,20	0,13	0,03
	Residencial	0,56	0,57	0,57	0,57	0,56	0,53	0,43	0,20

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Esse resultado frustra a expectativa de normalização do consumo da energia elétrica em função da temperatura, pois logo a região mais urbana, e uma das maiores rendas per capita do Estado (maior concentração por equipamentos de resfriamento) não retrata um comportamento do consumo de energia elétrica razoavelmente linear ( $R^2 > 0,70$ ) em relação à temperatura ambiente. Portanto, optou-se por não aplicar o CDD no consumo de energia elétrica para esse estudo, por entender que é necessário contemplar outras variáveis não previstas nesse projeto que justifiquem essa relação.

Logo, o tratamento dos dados foi desenvolvido a partir de uma planilha no *Microsoft Excel*, que relaciona as informações de consumo de energia elétrica e as atividades de cada setor para cada município do estado do Espírito Santo. Observando-se a Tabela 3 é possível verificar os dados desagregados resumidos dos 78 municípios do Espírito Santo, suficientes para aplicar a metodologia adotada nesse estudo.

Tabela 3 – Atividade e consumo de energia elétrica dos 78 municípios do Espírito Santo

Setor	Atividade	Nível de Atividade		Consumo de Energia (GWh)	
		2008	2016	2008	2016
<b>Rural</b>	VA milhões R\$ (2016)	2.996	4.269	631	966
<b>Industrial</b>	VA milhões R\$ (2016)	32.236	22.581	7.915	7.659
<b>Comercial</b>	VA milhões R\$ (2016)	34.647	48.972	1.307	1.788
<b>Poder Público</b>	VA milhões R\$ (2016)	12.773	16.369	619	867
<b>Residencial</b>	Unidades Consumidoras	942.805	1.247.948	1.677	2.388
<b>Espírito Santo</b>	<b>VA milhões R\$ (2016)</b>	<b>82.651</b>	<b>92.191</b>	<b>12.148</b>	<b>13.668</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na Tabela 4 a seguir são apresentadas as variações das atividades e do consumo de energia elétrica das economias agregadas, contemplando as dez Microrregiões e o Estado, bem como nas economias mais desagregadas desse trabalho, como os 78 municípios no APÊNDICE A.

Tabela 4 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica das regiões agregadas

Microrregião	Unidade Consumidora Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Caparaó	38.387	49.419	1%	1.573	2.839	2%	135	193	0%
Central Serrana	13.224	17.390	0%	1.219	1.986	1%	105	173	1%
Central Sul	80.841	99.299	2%	4.331	6.396	2%	778	883	1%
Centro-Oeste	58.527	72.990	2%	3.317	5.222	2%	379	565	2%
Litoral Sul	46.930	63.433	2%	9.259	6.632	-3%	956	361	-5%
Metropolitana	519.483	696.881	19%	44.689	50.188	7%	6.852	7.975	9%
Nordeste	61.697	82.997	2%	3.634	3.998	0%	296	440	1%
Noroeste	32.651	41.754	1%	1.741	2.533	1%	190	310	1%
Rio Doce	70.966	95.466	3%	11.464	9.911	-2%	2.305	2.540	2%
Sudoeste Serrana	20.099	28.319	1%	1.425	2.487	1%	152	228	1%
<b>Espírito Santo</b>	<b>942.805</b>	<b>1.247.948</b>	<b>32%</b>	<b>82.651</b>	<b>92.191</b>	<b>12%</b>	<b>12.148</b>	<b>13.668</b>	<b>13%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

## 4.2 ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A elaboração dos índices de eficiência energética é tema central na metodologia do presente trabalho, como a já mencionada Análise de Decomposição do Índice - IDA, onde é proposta a aplicação do LMDI. Diferentemente da intensidade de eletricidade agregada (a simples razão GWh/R\$), esse trabalho se propôs a aplicar um método que fosse capaz de separar possíveis distorções oriundas das mudanças da estrutura ou da atividade, para obter o efeito de intensidade real. Logo, apresenta-se a seguir (Tabela 5) a distinção da aplicação entre metodologias onde é possível se deparar com diferenças substanciais entre os índices provenientes da intensidade agregada e o efeito da intensidade real, utilizando-se nessa análise as dez microrregiões do Estado.

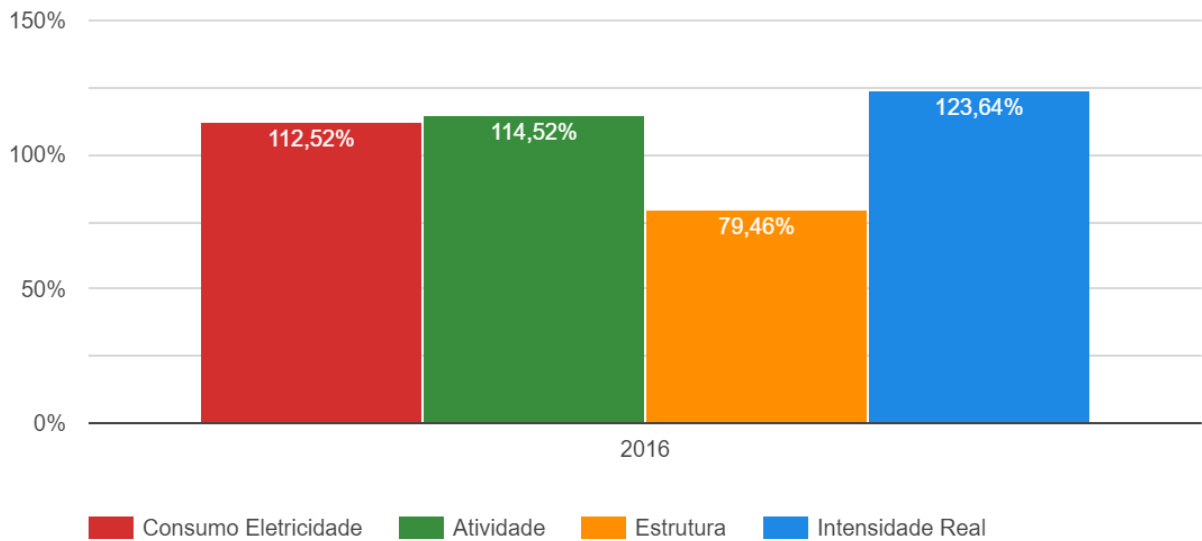
Tabela 5 – Comparação entre os índices de eficiência energética oriundas da intensidade agregada e intensidade real

<b>Microrregião</b>	<b>Intensidade Agregada</b>	<b>Efeito de Intensidade Real</b>	<b>Diferença</b>
Caparaó	90,0%	83,3%	-6,6%
Central Serrana	105,3%	103,4%	-1,8%
Central Sul	79,8%	82,9%	3,1%
Centro-Oeste	100,5%	110,6%	10,1%
Litoral Sul	46,5%	52,4%	5,9%
Metropolitana	100,7%	128,8%	28,1%
Nordeste	127,3%	141,8%	14,5%
Noroeste	115,6%	122,8%	7,3%
Rio Doce	124,1%	160,8%	36,8%
Sudoeste Serrana	89,9%	84,0%	-5,9%
<b>Espírito Santo</b>	<b>98,2%</b>	<b>123,6%</b>	<b>25,4%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Outro ponto importante a evidenciar sobre a aplicação dessa metodologia é se seus resultados retratam o conceito matemático utilizado. Suportado pela abordagem multiplicativa do LMDI, essa diz que a variação no consumo de energia elétrica é igual ao produto das mudanças do efeito da atividade, estrutura e intensidade. Logo, na Figura 14, é apresentada a evolução dos componentes citados no período entre 2008 e 2016 para o estado do Espírito Santo, que elucida essa afirmação, considerando-se  $1,1252 \cong 1,1452 \times 0,7946 \times 1,2364$ .

Figura 14 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica do Espírito Santo entre 2008 e 2016

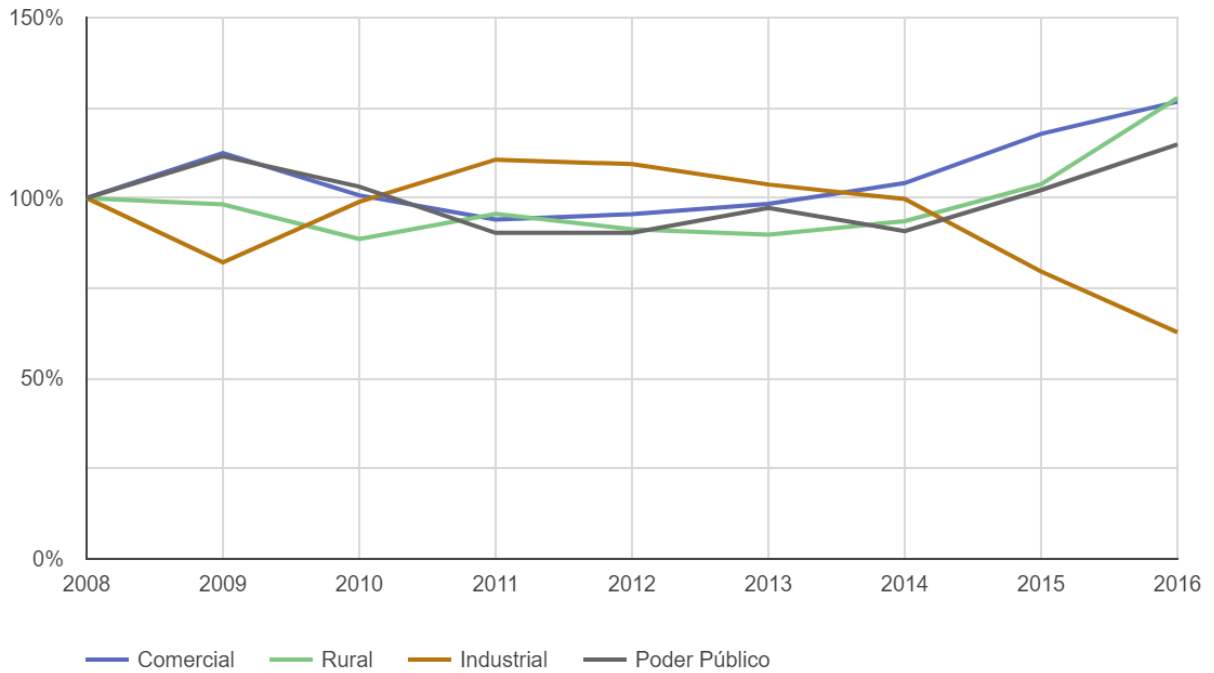


Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Diante dessa constatação, é possível analisar o comportamento dos componentes que definem a mudança do consumo da energia elétrica e concluir acerca da relação das atividades e o consumo de todas as microrregiões. Por exemplo, ainda sob a perspectiva Estadual, verifica-se uma piora em seu índice de eficiência energética, ou no efeito de intensidade real no período de 2008 e 2016, justificada pelo crescimento da atividade próximo ao crescimento do consumo, porém com a redução da estrutura bastante expressiva. Isso leva a concluir que houve uma mudança estrutural na economia Estadual, onde setores mais energointensivos reduziram sua representatividade no VA total, ou setores menos energointensivos ganharam maior relevância. É possível aprofundar essa análise ao interpretar a evolução da variação da representatividade de cada setor no VA total, assim como identificar e o nível de energointensividade dos setores no período, conforme ilustram as Figuras 15 e 16.

Observa-se que o setor residencial não é mostrado na Figura 15. Isso ocorre devido ao fato de ele ser representado pela atividade Unidades Consumidoras Classe Residencial, e não Valor Adicionado. Logo, esse componente setorial sempre será igual ao total da região analisada e, portanto, nesse gráfico, seria uma reta, com valor constante igual a 100%, e foi ocultada para melhor compreensão das demais.

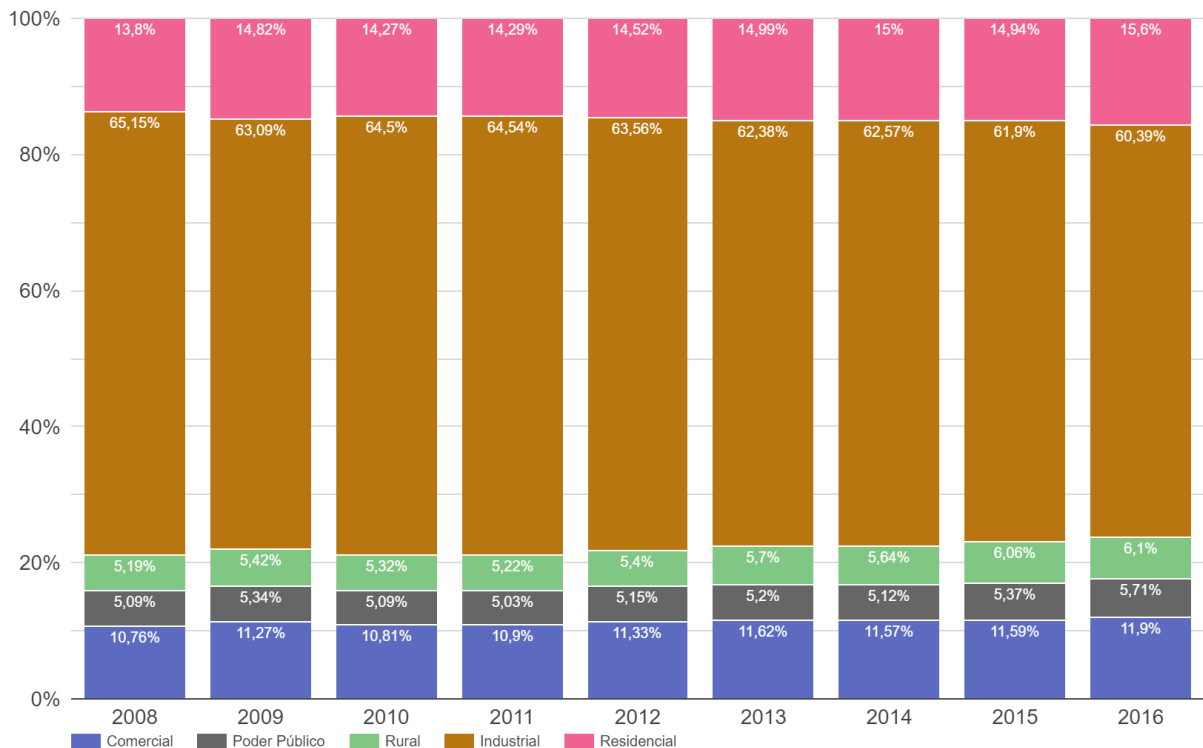
Figura 15 – Variação da representatividade de cada setor no VA total da economia Estadual



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Para concluir a análise da mudança estrutural do Estado nesse período, foi percebido ambos movimentos em consonância. Setores menos energointensivos, ganharam maior relevância no VA total da economia e a classe industrial, como apresentado na Figura 16 a mais energointensiva, teve sua representatividade no VA total reduzida. Além disso, pode-se ter essa mesma interpretação por meio da Tabela 6.

Figura 16 – Peso de cada setor no consumo de energia elétrica no estado do Espírito Santo, por ano



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Da mesma forma que foi percebido o comportamento dos efeitos que definem a mudança do consumo de energia elétrica do Espírito Santo, foi possível relacionar as demais economias agregadas, a saber, das dez microrregiões do Estado, conforme mostra a Tabela 6, por ordem crescente do efeito de intensidade real. Quanto menor a intensidade, mais eficiente a microrregião foi no período. Foram ainda selecionadas as microrregiões de melhor ganho de eficiência energética e a de pior performance para um exame mais detalhado, bem como a microrregião Metropolitana, por ter a maior representatividade no Valor Adicionado total do Estado. Nesse caso, com o melhor desempenho, apresenta-se a microrregião Litoral Sul, com menor intensidade, e a microrregião Rio Doce, com a mais elevada intensidade, caracterizada pela piora na eficiência. Por fim, no APÊNDICE B encontra-se o *ranking* dos municípios pelo efeito da intensidade real.



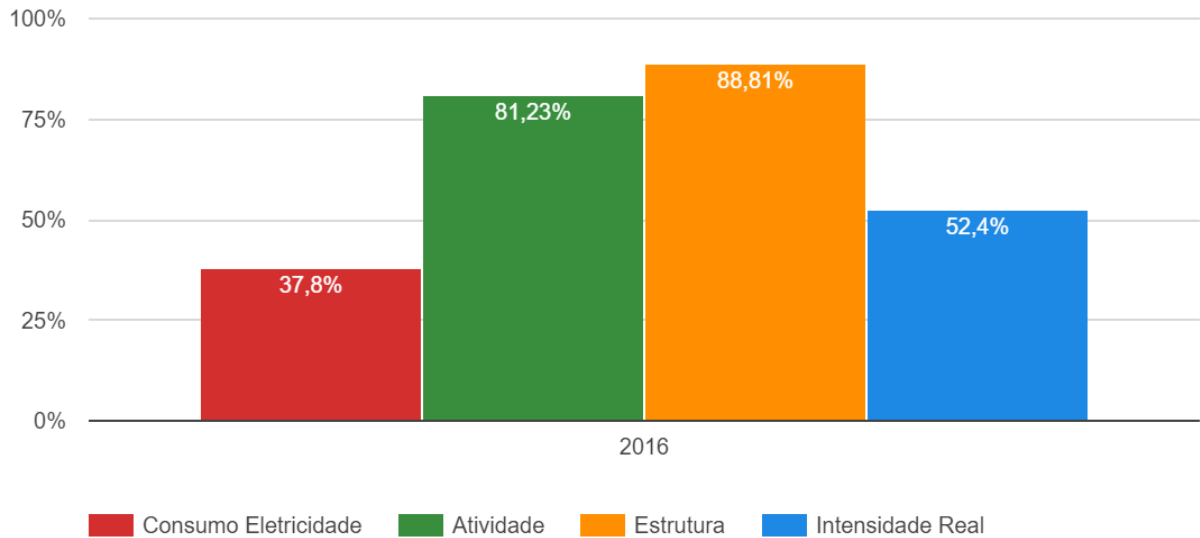
Tabela 6 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica das dez microrregiões do Espírito Santo entre 2008 e 2016

<b>Microrregião</b>	<b>Consumo Eletricidade</b>	<b>Atividade</b>	<b>Estrutura</b>	<b>Intensidade Real</b>
Litoral Sul	37,8%	81,2%	88,8%	52,4%
Central Sul	113,6%	142,3%	96,3%	82,9%
Caparaó	142,5%	158,4%	108,0%	83,3%
Sudoeste Serrana	150,3%	167,1%	107,0%	84,0%
Central Serrana	164,9%	156,6%	101,8%	103,4%
Centro-Oeste	148,9%	148,2%	90,9%	110,6%
Noroeste	163,3%	141,3%	94,1%	122,8%
Metropolitana	116,4%	115,6%	78,2%	128,8%
Nordeste	148,6%	116,7%	89,8%	141,8%
Rio Doce	110,2%	88,8%	77,1%	160,8%
<b>Espírito Santo</b>	<b>112,5%</b>	<b>114,5%</b>	<b>79,5%</b>	<b>123,6%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na Figura 17, é possível analisar graficamente a decomposição da mudança no consumo da energia elétrica no período entre 2008 e 2016 na microrregião Litoral Sul. Essa microrregião apresentou a melhor performance de eficiência energética dentre as demais do Estado. Pode-se perceber que o grande responsável por essa mudança foi a redução acentuada do consumo de energia elétrica. Seu decréscimo foi mais de três vezes maior que os demais efeitos, ou seja, da atividade ou da estrutura.

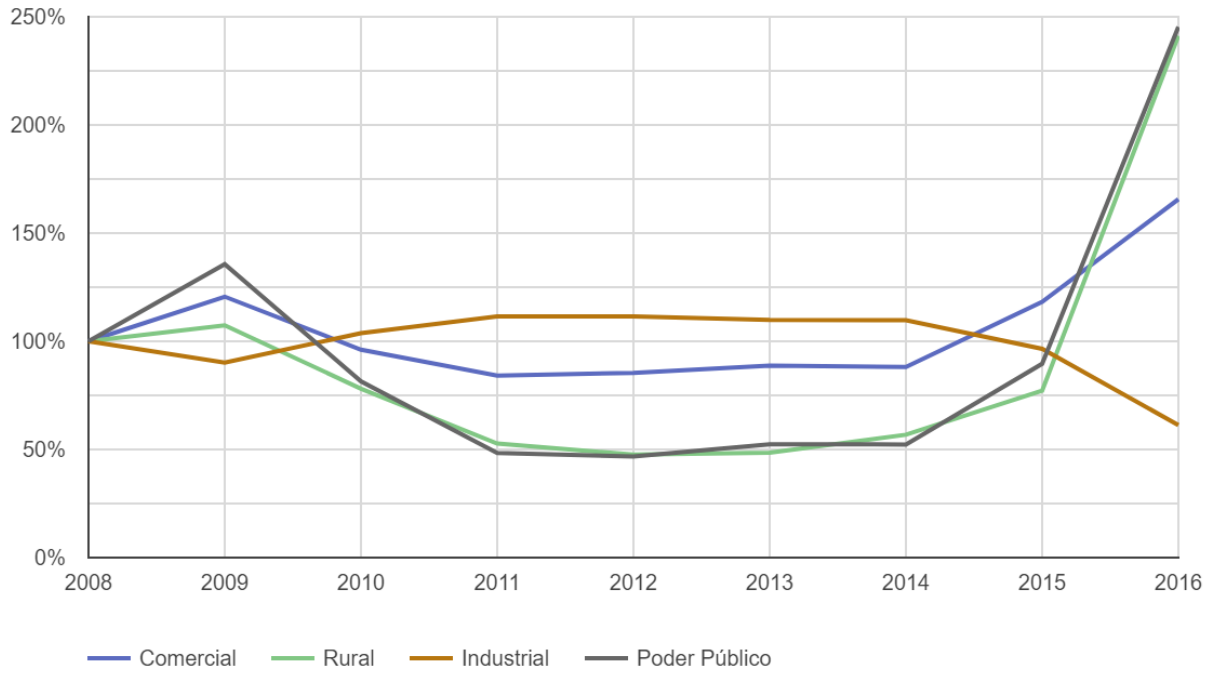
Figura 17 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica da microrregião Litoral Sul entre 2008 e 2016



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

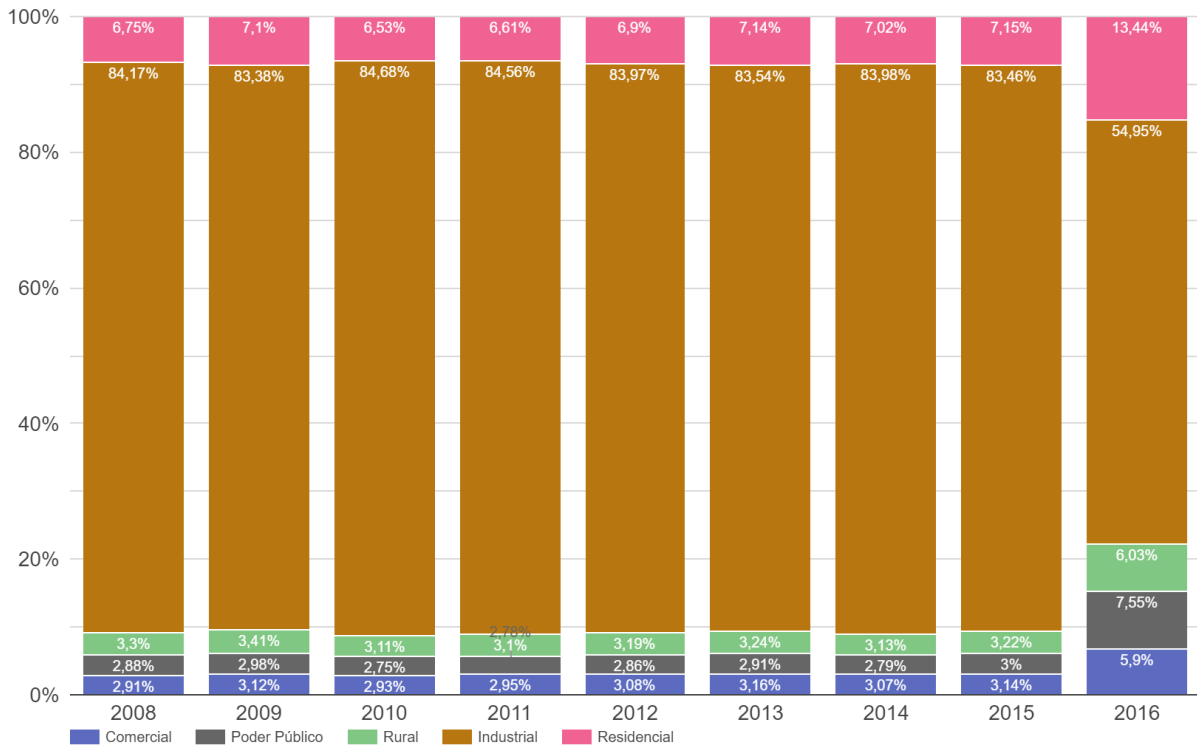
Apesar do destaque para a redução do consumo de energia na microrregião Litoral Sul, a mudança na sua estrutura também chama atenção. Essa se equipara aos menores patamares diante das demais microrregiões. Ou seja, economias que, no período analisado, houve redução no efeito da estrutura, devido a um setor mais energointensivo diminuir sua representatividade no VA total na economia. Logo, nas Figuras 18 e 19, pode-se constatar que a representatividade do setor industrial no VA total teve sua participação reduzida, em 2016, a 61,26% em relação a 2008, bem como o peso do consumo de energia elétrica, que em 2008 representava 84,17%, passou a ser 54,95% em 2016.

Figura 18 – Variação da representatividade de cada setor no VA total da economia da microrregião Litoral Sul



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Figura 19 – Peso de cada setor no consumo de energia elétrica na microrregião Litoral Sul, por ano



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na Tabela 7 são apresentados os municípios que compõem a microrregião Litoral Sul, ordenados pela intensidade de eletricidade de forma crescente. Observando-se a coluna do efeito de intensidade real, não é possível concluir qual município tenha dado peso à performance da microrregião. Entretanto, ao analisar a segunda (Consumo de Eletricidade) e a terceira (do efeito da Atividade) colunas, pode-se constatar que Anchieta teve forte contribuição, por ser o único município a apresentar performances inferiores à microrregião.

Tabela 7 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica dos municípios da microrregião Litoral Sul entre 2008 e 2016

<b>Microrregião</b>	<b>Consumo Eletricidade</b>	<b>Atividade</b>	<b>Estrutura</b>	<b>Intensidade Real</b>
Alfredo Chaves	167,5%	188,6%	110,4%	80,4%
Piúma	144,9%	161,3%	100,1%	89,8%
Rio Novo do Sul	142,0%	146,4%	104,0%	93,2%
Itapemirim	141,8%	127,6%	111,2%	99,9%
Iconha	137,3%	121,7%	109,4%	103,1%
Marataízes	180,4%	171,2%	95,3%	110,6%
Presidente Kennedy	224,5%	88,6%	201,9%	125,5%
Anchieta	15,7%	21,3%	38,3%	193,3%
<b>Litoral Sul</b>	<b>37,8%</b>	<b>81,2%</b>	<b>88,8%</b>	<b>52,4%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na Tabela apresenta-se a relação dos municípios da microrregião Litoral Sul, onde é possível identificar a evolução das atividades das Unidades Consumidoras Classe Residencial e do Valor Adicionado, assim como o consumo de energia elétrica entre o período de 2008 a 2016. Percebe-se que, apesar de se destacar com a melhor intensidade real entre as microrregiões do Estado, a Litoral Sul possui um município que se sobressai bastante negativamente. Anchieta, que em 2015 sofreu com a paralização das operações da Samarco devido ao incidente do rompimento da barragem de rejeitos em Mariana - MG, contribuiu muito negativamente com a performance do VA da microrregião. Contudo, outros municípios, como Marataízes e Itapemirim, sobressaíram, neutralizando o efeito da perda do VA de Anchieta sem

e elevar seu consumo de energia substancialmente. Dessa forma, é percebida uma queda no VA da microrregião no período analisado, mas uma redução ainda maior no consumo da energia elétrica, comportamento este que justifica seu desempenho.

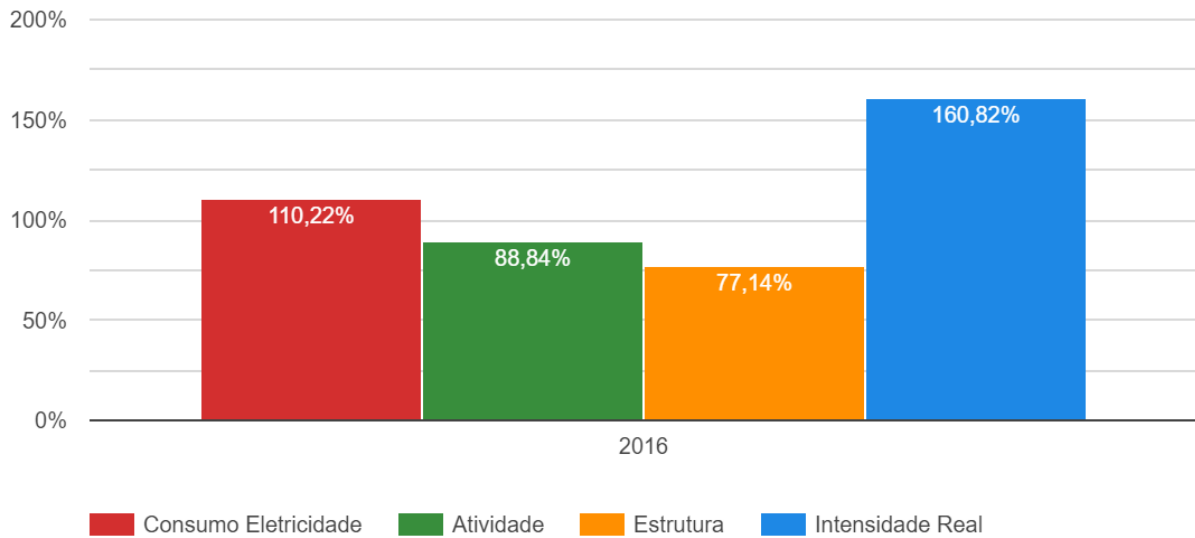
Tabela 8 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Litoral Sul

Município	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Alfredo Chaves	2.130	2.895	2%	154	326	2%	12	20	1%
Anchieta	7.654	10.876	7%	3.853	654	-35%	806	127	-71%
Iconha	2.311	2.990	1%	223	264	0%	15	20	1%
Itapemirim	8.926	12.773	8%	1.564	1.915	4%	44	62	2%
Maratáizes	12.446	16.589	9%	492	1.075	6%	31	57	3%
Piúma	9.885	12.129	5%	155	330	2%	25	36	1%
Presidente Kennedy	1.562	2.747	3%	2.705	1.893	-9%	8	18	1%
Rio Novo do Sul	2.016	2.434	1%	113	175	1%	15	21	1%
<b>Litoral Sul</b>	<b>46.930</b>	<b>63.433</b>	<b>35%</b>	<b>9.259</b>	<b>6.632</b>	<b>-28%</b>	<b>956</b>	<b>361</b>	<b>-62%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A eficiência energética, ou o efeito de intensidade real, da microrregião com pior performance é avaliada a seguir. A microrregião Rio Doce ganhou destaque por apresentar uma péssima mudança em sua intensidade real, com uma variação de 160,82% no período compreendido entre 2008 e 2016. Pode-se elucidar esse resultado com uma análise comparativa às demais microrregiões do Estado. Essa apresentou o menor crescimento no consumo de energia e protagonizou a segunda pior queda na atividade, depois da região Litoral Sul. Além disso, conviveu com uma forte mudança na estrutura, onde setores mais energointensivos tiveram sua redução na representatividade no VA total da economia, conforme Figura 20.

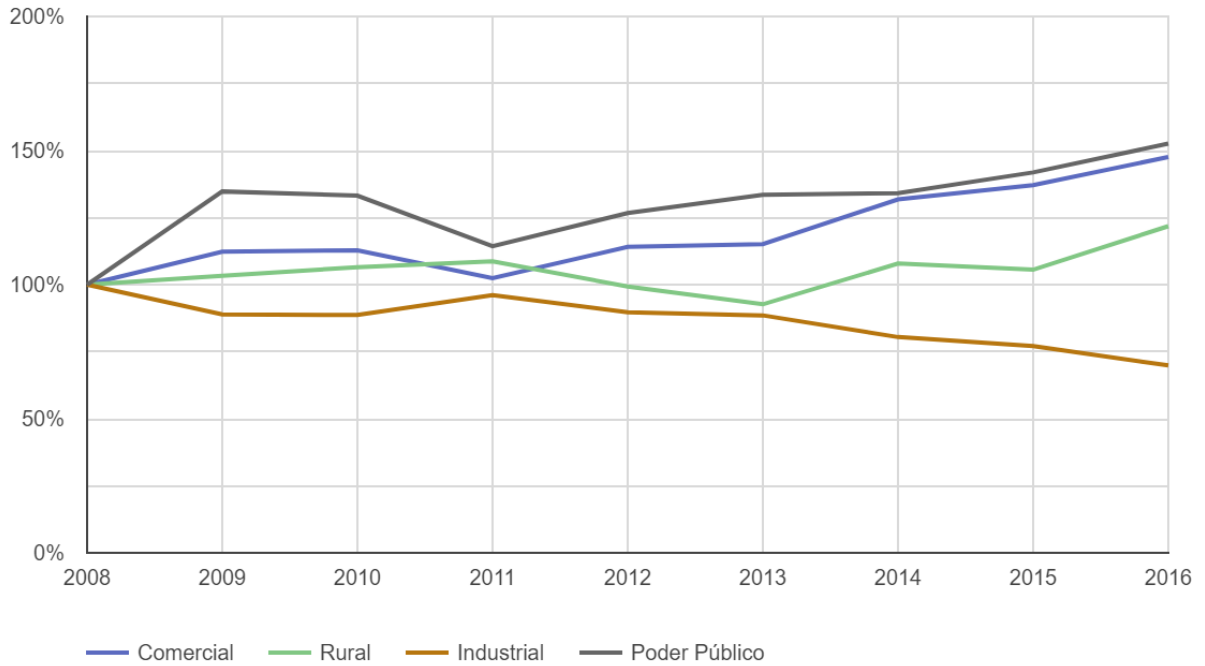
Figura 20 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica da microrregião Rio Doce entre 2008 e 2016



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

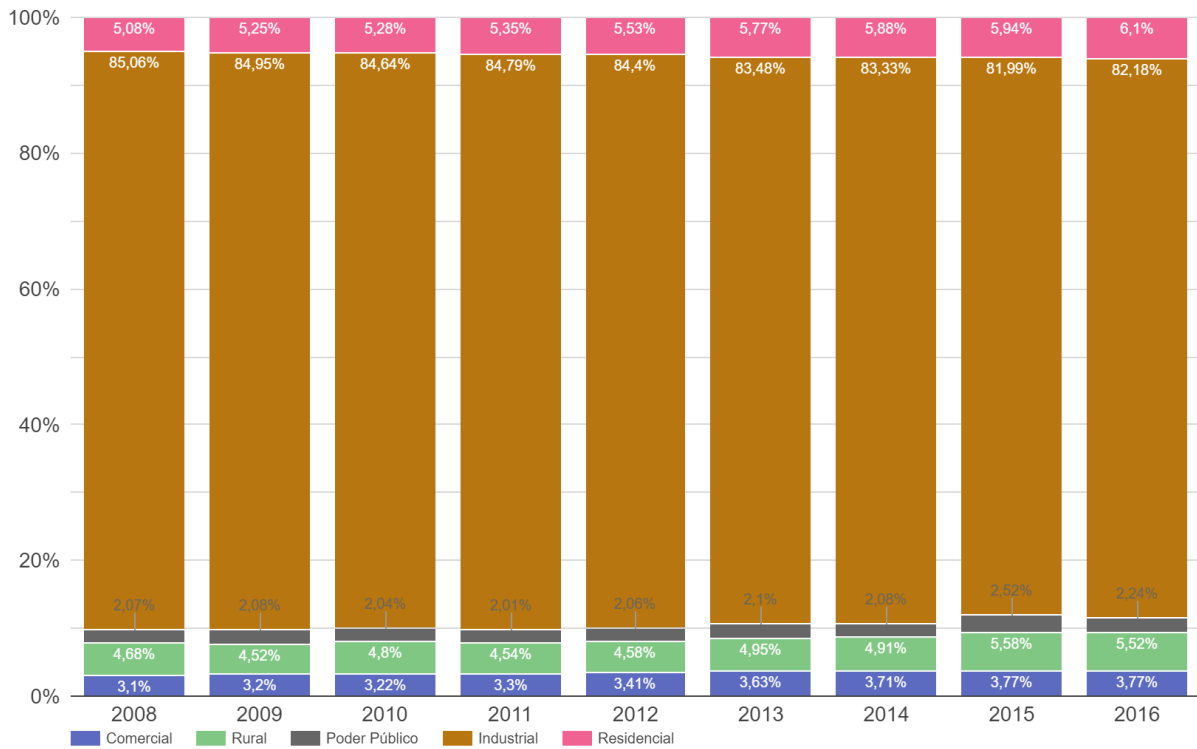
Curiosamente, na Figura 21 pode-se constatar que a mudança na estrutura se deve a uma transformação gradual, representada por linhas suaves em consonância com a variação da representatividade dos setores no VA total da economia. O comportamento da linha descendente, aliado ao ilustrado na Figura 22, explica a citada mudança da estrutura, onde o setor industrial perde representatividade no VA total da economia, enquanto seu peso, de cerca de 85% do consumo de eletricidade nessa microrregião, permaneceu praticamente constante no período, configurando a mudança na estrutura.

Figura 21 – Variação da representatividade de cada setor no VA total da economia da microrregião Rio Doce



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Figura 22 – Peso de cada setor no consumo de energia elétrica na microrregião Rio Doce, por ano



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na Tabela é apresentada a relação dos municípios que compõem a microrregião Rio Doce, ordenados pelo efeito de intensidade real de forma crescente. Ao se tratar da microrregião de baixa eficiência, foram identificados, nos dados mostrados a seguir, valores de destaque negativo para variação no consumo de energia nos municípios de Linhares, Rio Bananal e Sooretama. Já o efeito na atividade, destacaram-se Linhares, Aracruz e Ibraçu.

Tabela 9 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica dos municípios da microrregião Rio Doce entre 2008 e 2016

<b>Município</b>	<b>Consumo Eletricidade</b>	<b>Atividade</b>	<b>Estrutura</b>	<b>Intensidade Real</b>
Ibraçu	37,9%	73,0%	69,9%	74,3%
João Neiva	116,9%	107,7%	102,9%	105,5%
Sooretama	158,6%	154,2%	90,3%	113,9%
Rio Bananal	160,2%	169,6%	67,7%	139,5%
Aracruz	102,4%	80,8%	84,7%	149,8%
Linhares	166,9%	96,1%	96,2%	180,6%
<b>Rio Doce</b>	<b>110,2%</b>	<b>88,8%</b>	<b>77,1%</b>	<b>160,8%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Apesar dos dados apresentados na não serem suficientes para evidenciar a origem do comportamento da região, a Tabela 7 traz informações complementares para avaliar a performance dessa economia. Diante dos seis municípios relacionados, pode-se resumir que Linhares e Aracruz são os que apresentam maior representatividade, tanto no efeito da atividade quanto no consumo de energia. A grandeza do VA desses municípios é muito próxima, e sua variação, também. Entretanto, Linhares teve uma alteração positiva muito maior na atividade Unidades Consumidoras Classe Residencial, o que proporcionou uma mudança no efeito de atividade do município mais satisfatória. Já no consumo de energia elétrica da região há um grande protagonista, que representa, em média, 80% do total. O município de Aracruz tem essa proeminência devido à autoprodução de energia elétrica da fábrica de celulose Suzano. Entretanto, seu consumo variou pouco nesse período e o destaque para a performance negativa no consumo de energia da região se deve a



Linhares que, além de ser o segundo maior consumo, apresentou o maior crescimento.

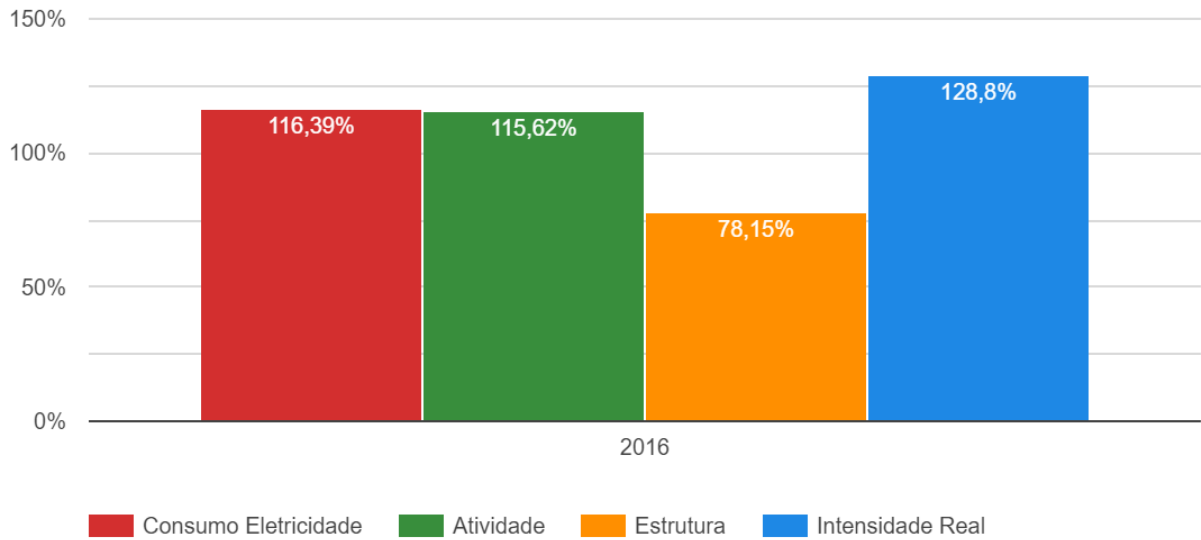
Tabela 7 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Rio Doce

Município	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Aracruz	21.803	29.387	11%	5.068	4.042	-9%	1.912	1.958	2%
Ibiraçu	2.894	3.496	1%	364	209	-1%	44	17	-1%
João Neiva	4.387	4.993	1%	295	309	0%	23	27	0%
Linhares	35.004	48.413	19%	5.256	4.548	-6%	263	439	8%
Rio Bananal	2.111	3.032	1%	206	359	1%	29	46	1%
Sooretama	4.767	6.145	2%	275	443	1%	33	53	1%
<b>Rio Doce</b>	<b>70.966</b>	<b>95.466</b>	<b>35%</b>	<b>11.464</b>	<b>9.911</b>	<b>-14%</b>	<b>2.305</b>	<b>2.540</b>	<b>10%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Por fim, é analisada a microrregião mais relevante e desenvolvida do Estado, considerando-se que a mesma contempla a maior concentração do VA estadual, renda e urbanização, a saber, a região Metropolitana. Na Figura 23, pode-se perceber, pelo efeito de intensidade real, uma performance nada satisfatória na perspectiva da eficiência energética. Apesar da mudança do consumo e o efeito da atividade terem sido muito próximos no período analisado, o que justifica a mudança no efeito de intensidade real em 128,8% é a redução no efeito da estrutura dessa economia. Um setor energointensivo que perde representatividade no VA total da região. Dessa forma, pode-se constatar que o setor industrial teve uma forte redução (Figura 24), justificando grande parte do decréscimo da estrutura da região.

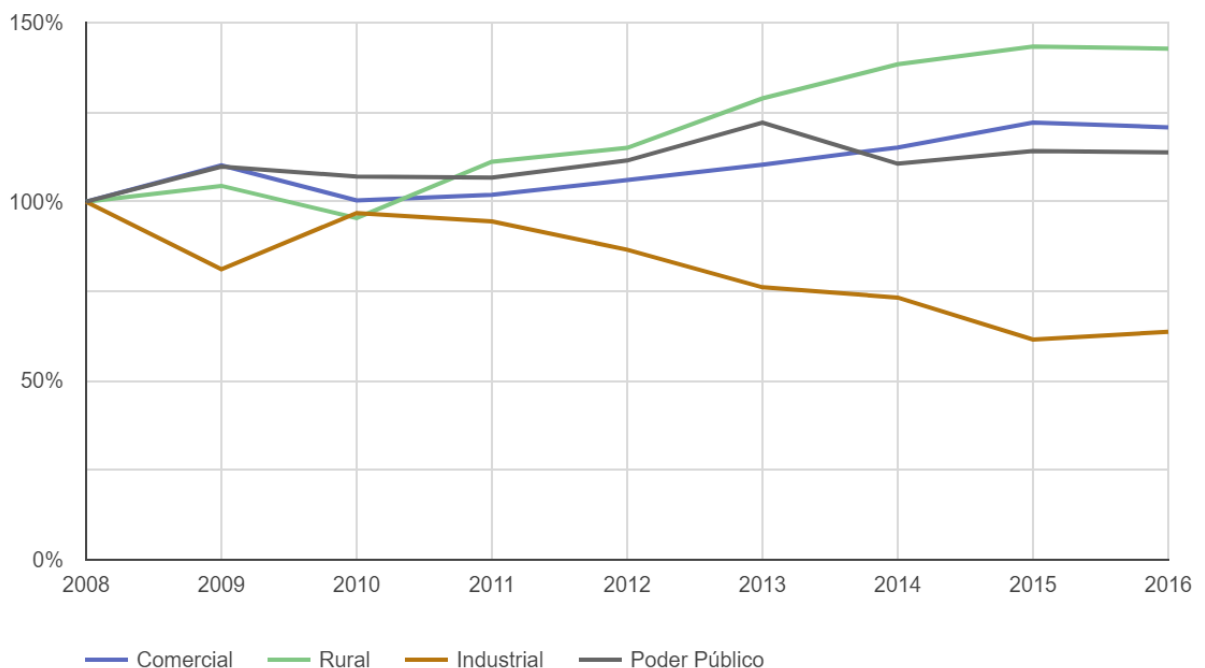
Figura 23 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica da microrregião Metropolitana entre 2008 e 2016



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

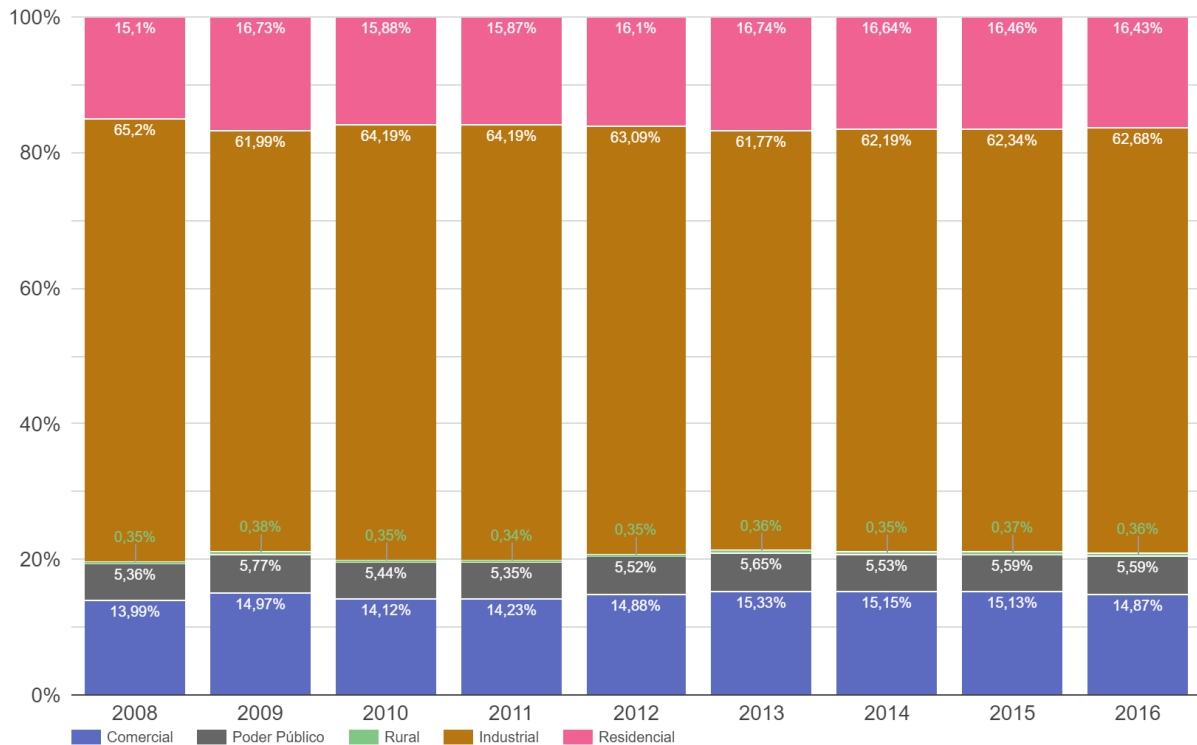
Nessa perspectiva, pode-se evidenciar na Figura 24 e na Figura 25 dois fenômenos. Além da redução do peso do setor industrial na economia, que responde por mais de 60% do consumo de energia no período, a classe consumidora Residencial aumentou sua participação de forma relevante no consumo de energia elétrica, deixando de representar um peso de 15,1% para 16,43%.

Figura 24 – Variação da representatividade de cada setor no VA total da economia da microrregião Metropolitana



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Figura 25 – Peso de cada setor no consumo de energia elétrica na microrregião Metropolitana, por ano



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na expectativa de identificar os municípios protagonistas no resultado da microrregião Metropolitana, na Tabela 8 relacionam-se as economias ordenadas de forma crescente pelo efeito de intensidade real. Chama-se a atenção para os municípios de Serra, Vitória e Cariacica, que apresentam parâmetros muito próximos ao da microrregião.

Percebe-se, por meio da Tabela 9 a seguir, um comportamento comum entre as duas maiores economias da região. Serra e Vitória apresentam mudanças no VA bastante tênues, sendo o maior protagonista o município de Vila Velha. Entretanto, dado seus pesos relevantes no consumo de energia elétrica, ambas as economias justificam 75% da mudança do consumo de energia elétrica.

Diante desses resultados, pode-se observar uma performance muito similar entre o estado do Espírito Santo, a microrregião Metropolitana e os municípios Vitória e Serra devido à sua relevância na atividade e no consumo de energia elétrica. Além disso, foi possível compreender que as microrregiões tiveram efeitos comuns na mudança da estrutura. Com exceção das regiões Caparaó, Sudoeste Serrana e Central

Serrana, todas tiveram uma redução na estrutura econômica. Curiosamente, como mostra a Tabela 10, todas as regiões onde a maior classe consumidora foi a Industrial, no período analisado, apresentaram sua mudança na estrutura reduzida. Até mesmo a microrregião Noroeste, que manteve seu peso constante na economia.

Tabela 8 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica dos municípios da microrregião Metropolitana entre 2008 e 2016

Região	Consumo Eletricidade	Atividade	Estrutura	Intensidade Real
Viana	158,8%	185,0%	104,7%	82,0%
Guarapari	134,6%	137,0%	99,8%	98,4%
Vila Velha	133,8%	133,4%	99,0%	101,3%
Cariacica	99,2%	123,5%	73,4%	109,4%
Vitória	111,7%	101,4%	79,1%	139,3%
Serra	117,6%	110,2%	71,5%	149,2%
Fundão	163,9%	79,9%	116,4%	176,1%
<b>Metropolitana</b>	<b>116,4%</b>	<b>115,6%</b>	<b>78,2%</b>	<b>128,8%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela 92 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Metropolitana

Município	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Cariacica	91.810	124.031	6%	5.039	6.010	2%	613	608	0%
Fundão	5.246	6.915	0%	532	327	0%	21	35	0%
Guarapari	48.581	60.271	2%	1.257	1.895	1%	150	202	1%
Serra	115.571	177.271	12%	13.494	14.453	2%	2.961	3.483	8%
Viana	14.932	20.838	1%	847	1.781	2%	71	112	1%
Vila Velha	135.346	178.318	8%	6.743	9.102	5%	655	877	3%
Vitória	107.997	129.237	4%	16.778	16.619	0%	2.381	2.659	4%
<b>Metropolitana</b>	<b>519.483</b>	<b>696.881</b>	<b>34%</b>	<b>44.689</b>	<b>50.188</b>	<b>12%</b>	<b>6.852</b>	<b>7.975</b>	<b>16%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela 10 – Maior classe consumidora, mudança na representatividade do setor energointensivo e efeito da estrutura na microrregião

<b>Microrregião</b>	<b>Maior classe consumidora (média)</b>	<b>Mudança na representatividade do setor energointensivo</b>	<b>Mudança na Estrutura da microrregião</b>
Caparaó	Residencial	100%	108%
Sudoeste Serrana	Rural	113%	107%
Central Serrana	Rural	104%	102%
Central Sul	Industrial	90%	96%
Noroeste	Industrial	103%	94%
Centro-Oeste	Rural	65%	91%
Nordeste	Rural	83%	90%
Litoral Sul	Industrial	61%	89%
Metropolitana	Industrial	64%	78%
Rio Doce	Industrial	70%	77%
<b>Espírito Santo</b>	<b>Industrial</b>	<b>63%</b>	<b>79%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Pode-se constatar, até aqui, por meio das análises agregadas, que a mudança na estrutura, onde os setores mais energointensivos perderam representatividade em suas economias, tenha contribuído negativamente para sua intensidade no período. Por um lado, isso indica que o setor industrial já não é tão relevante no VA total em 2016 como era em 2008. Por outro lado, ainda se trata de uma classe consumidora de energia elétrica de elevado volume. Na prática, para que esse cenário seja revertido, esse setor precisa melhorar sua eficiência na relação de consumo de energia elétrica pela geração de riqueza, ou seja, Valor Adicionado. Porém, não se pode desprezar o potencial impacto sistêmico que a crise global, desencadeada em 2008, possa ter influenciado no período analisado. Contudo, cabe às instituições públicas e privadas olharem para esse tema e dedicar esforços para o desenvolvimento de medidas, viáveis financeiramente, é claro, que melhore a eficiência dessa relação.

## 5 DESENVOLVIMENTO DO WEBSITE

O objetivo de criar um *website* nesse projeto é para difusão dos dados coletados e, acima de tudo, por meio do desenvolvimento dos indicadores, agregar valor às informações divulgadas, o que poderá contribuir para novos estudos do tema, políticas, consultorias, financiamento, investimentos e novas tecnologias onde o estado do Espírito Santo seja o protagonista. Portanto, por meio de uma plataforma de livre acesso, é possível que qualquer interessado tenha capacidade de alcançar informações para as mais diversas análises.


O *dashboard* desenvolvido pode ser acessado pelo *Google Data Studio*, com o *link* <https://datastudio.google.com/open/1ARvjz9gYPrQjvQRIO5SUxpE7AY-T5d9e> e é composto por dez páginas. As primeiras exibem, resumidamente, o tema, os objetivos desse trabalho e a metodologia empregada, ilustradas nas Figuras 26 a 35. A partir da quinta página, é possível ter interações com os dados de cada microrregião do estado do Espírito Santo selecionada.

A Figura 26 ilustra a tela com o primeiro contato com o *dashboard* em um formato que resume o projeto, buscando chamar atenção para o tema de sustentabilidade e apresentação dos objetivos.

Figura 26 – *Dashboard* página 01: breve resumo sobre o projeto

**INTENSIDADE DE ELETRICIDADE MUNICIPAL: ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Autor: Pedro Secchin de Almeida  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carla César Martins Cunha



Universidade Federal  
do Espírito Santo



PPGES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
GESTÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

---

A sustentabilidade é um tema que tem protagonizado debates sobre desenvolvimentos econômicos e divide opiniões quanto ao propósito de diferentes medidas. Entretanto, quando falamos sobre eficiência energética, é inquestionável o ganho para sociedade e meio ambiente. Seja pela redução do consumo de energia e sua menor dependência, pela preservação de fontes não renováveis ou pela redução de poluentes.

Nessa perspectiva, esse projeto teve o objetivo de desenvolver um *website*, que fosse possível sua atualização anualmente, para a consulta pública do progresso da eficiência energética dos municípios do estado do Espírito Santo e suas respectivas posições no ranqueamento de Intensidade Real de Eletricidade. Essa metodologia tem a capacidade de identificar a relação de determinadas economias quanto a sua capacidade de gerar riqueza (PIB) sobre sua condição de consumir energia elétrica (GWh) sem que haja distorções devido a variação da estrutura da economia ou da atividade.

Dessa forma, se espera criar uma competição virtuosa entre os municípios para que os menos eficientes tenham sua atenção despertada e busquem aprimoramento tanto no âmbito público quanto o privado. Já os mais eficientes sejam reconhecidos e tenham constante engajamento para aprimoramentos.


Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na Figura 27 são mencionados os principais elementos da metodologia e suas vantagens. É também descrito o que é um indicador e como é possível desenvolver o índice de eficiência energética ou o efeito da intensidade real de eletricidade.

Figura 27 – *Dashboard* página 02: descrição sobre indicadores e índices de eficiência energética

INTENSIDADE DE ELETRICIDADE MUNICIPAL: ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Autor: Pedro Sacchin de Almeida  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla César Martins Cunha



### INDICADOR & ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Os indicadores de eficiência energética relacionam o uso de energia a alguma atividade, podendo ser valores monetários ou físicos relevantes, estabelecendo a relação consumo de energia por uma demanda de serviços. Eles podem ser definidos em diferentes níveis de agregação em termos da demanda de energia, em toda a economia, setor, subsetor, uso final, tecnologia, processo e dispositivo. Um indicador comumente utilizado é a Intensidade Energética, ou intensidade de eletricidade como descrito abaixo.

$$\text{Indicador de Eficiência Energética} = \frac{\text{Consumo de Energia}}{\text{Dado da Atividade}} = \frac{\text{GWh}}{\text{PIB (Milhões R\$)}}$$

Quando diversas variáveis são consolidadas, o valor agregado é geralmente chamado de índice. Na prática, a maioria dos valores do índice é normalizada para um período base de tal forma que o valor do período base é 100 e o valor de qualquer outro período é interpretável como variações percentuais relativas para o período base.

A Intensidade Agregada de Eletricidade é frequentemente utilizado como um índice de eficiência energética em toda a economia para a formulação e análise de políticas. Possui várias vantagens, tais como facilidade de calcular e interpretar, além de ser adequado para o estabelecimento de metas em acordos internacionais ou planos nacionais. Entretanto, esse índice é composto pela intensidade energética que se trata de um indicador agregado, pois o denominador, PIB, representa muitas atividades diversas. As intensidades energéticas dessas atividades podem diferir amplamente e uma mudança estrutural, que não está relacionada à eficiência energética, pode causar variações na relação energia-PIB ao longo do tempo, independentemente das mudanças nas intensidades de energia. Contudo, como um indicador de eficiência energética, a relação energia-PIB pode não ser uma boa medida da eficiência com a qual a energia é usada no nível de uso final (ANG; GOH, 2018).

Como alternativa para resolver esses inconvenientes foi aplicado o método IDA - Análise de Decomposição do Índice (do inglês, *Index Decomposition Analysis*). Diferentemente da Intensidade agregada, esse método é capaz de encontrar a Intensidade Real de determinada economia assim como o efeito da estrutura e da atividade, utilizando dados desagregados de energia e atividade para avaliar a eficiência energética através de uma abordagem ascendente, de baixo para cima.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.



Ao comparar a intensidade de eletricidade (agregada) e o efeito da intensidade real de eletricidade, na Figura 28 é exemplificado o benefício metodológico desse trabalho. Nessa etapa fica perceptível a fragilidade de se utilizar a abordagem mais simples para avaliar a evolução da eficiência energética de determinadas economias.

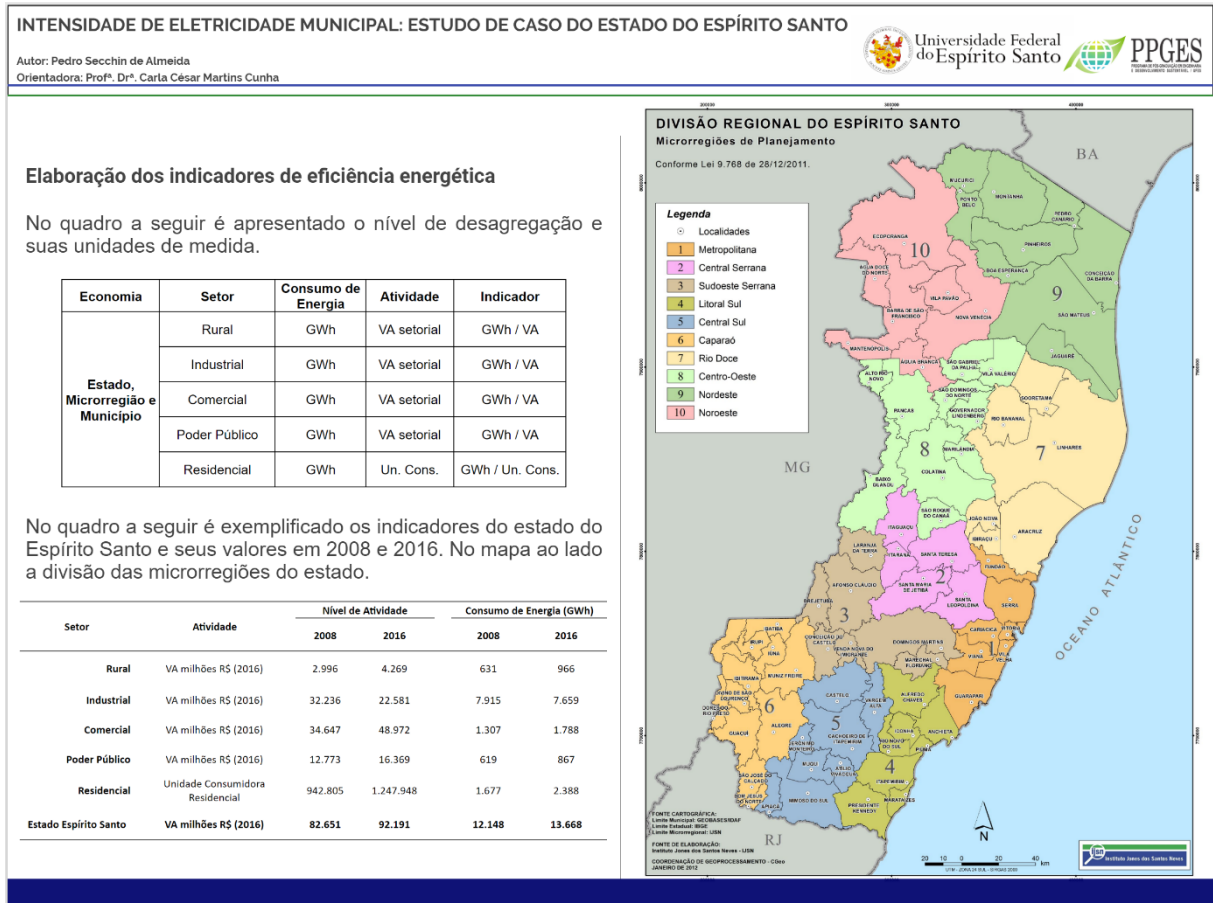
Figura 28 – *Dashboard* página 03: explicação sobre o benefício metodológico



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na Figura 29 é apresentada a elaboração dos indicadores desse trabalho, desde suas unidades de medidas quanto o nível de agregação das economias, como Estado, microrregiões e municípios, conforme o mapa do Espírito Santo (Figura 29).

Figura 30 – Dashboard página 04: tratamento dos dados e elaboração dos indicadores



Por meio da página 05 do *dashboard*, ilustrada na Figura 30, é possível acessar os dados brutos e desagregados de determinada economia, tais como consumo de energia elétrica e VA de cada setor e unidades consumidoras da classe Residencial. Essa página permite ainda uma interação com *dashboard* ao escolher uma economia na caixa de seleção para seus respectivos dados serem atualizados nas tabelas.



Figura 31 – *Dashboard* página 05: dados desagregados para a região selecionada

INTENSIDADE DE ELETRICIDADE MUNICIPAL: ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO						
Autor: Pedro Secchin de Almeida		Universidade Federal do Espírito Santo		PPGES		
Orientadora: Profª. Drª. Carla César Martins Cunha						
Todas Economias: Espírito Santo (1) ▾						
Atividades da economia selecionadas: PIB (em milhões de reais) para os setores produtivos e Número de Unidades Consumidoras para o setor Residencial						
Ano	VA Agropecuária	VA Indústria	VA Serviços	VA Administração	VA Total	Un. Consumidora Residencial
2008	2.995,7	32.235,6	34.647,1	12.772,8	82.651,1	942.805,0
2009	2.734,0	24.618,6	36.208,4	13.240,9	76.801,9	978.535,0
2010	2.831,4	34.016,1	37.226,6	14.051,1	88.125,1	1.019.807,0
2011	3.302,9	41.114,6	37.553,5	13.305,4	95.276,3	1.054.237,0
2012	3.140,0	40.476,3	37.997,9	13.249,5	94.863,7	1.094.693,0
2013	3.089,4	38.387,7	39.124,2	14.258,8	94.860,1	1.134.462,0
2014	3.343,6	38.336,1	43.034,5	13.836,8	98.551,0	1.175.518,0
2015	3.640,8	30.055,0	47.787,4	15.288,5	96.771,6	1.217.017,0
2016	4.268,6	22.581,2	48.972,2	16.368,6	92.190,5	1.247.948,0
Nota: VA refere-se ao Valor Adicionado de cada setor em milhões de reais						
Consumo de energia elétrica por classe, em GWh: Cativo + Livre + Autoprodução						
Ano	COMERCIAL	INDUSTRIAL	RESIDENCIAL	RURAL	PODER PÚBLICO*	CONSUMO TOTAL
2008	1.306,5	7.914,6	1.676,9	631,0	618,6	12.147,6
2009	1.342,0	6.936,0	1.808,2	643,1	636,8	11.366,1
2010	1.411,2	8.294,9	1.913,6	707,0	659,7	12.986,4
2011	1.472,9	8.525,8	1.968,5	700,2	663,7	13.331,1
2012	1.619,2	8.436,2	2.071,4	762,9	706,7	13.596,4
2013	1.707,0	8.175,8	2.212,9	851,1	725,3	13.672,1
2014	1.804,5	8.780,6	2.361,9	886,5	750,8	14.584,4
2015	1.847,4	8.784,9	2.391,3	1.034,2	840,3	14.898,0
2016	1.788,3	7.658,8	2.387,7	966,2	867,4	13.668,4
*Soma das classes: Consumo Próprio, Iluminação Pública, Poder Público e Serviço Público						

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O *Ranking* das 10 microrregiões do Estado (página 06 do *dashboard*), ordenadas de forma crescente pelo efeito da intensidade real ou o índice de eficiência energética, é ilustrado na Figura 31. Nessa página é também possível compreender os demais efeitos que compõem a variação do consumo de energia elétrica, como efeito da atividade e da estrutura.



Figura 32 – *Dashboard* página 06: decomposição da variação do consumo de energia elétrica para as microrregiões do Espírito Santo

INTENSIDADE DE ELETRICIDADE MUNICIPAL: ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO				
Autor: Pedro Secchin de Almeida Orientadora: Profª. Drª. Carla César Martins Cunha		 Universidade Federal do Espírito Santo		 PPGES
Relaciona-se as 10 microrregiões do estado para avaliar seu desempenho energético				
Ranking das microrregiões do estado entre 2008 a 2016				2016
10 principais – Microrregiões	Consumo Eletricidade	Atividade	Estrutura	Intensidade Real
Litoral Sul	37,8%	81,2%	88,8%	52,4%
Central Sul	113,6%	142,3%	96,3%	82,9%
Caparaó	142,5%	158,4%	108,0%	83,3%
Sudoeste Serrana	150,3%	167,1%	107,0%	84,0%
Central Serrana	164,9%	156,6%	101,8%	103,4%
Centro-Oeste	148,9%	148,2%	90,9%	110,6%
Noroeste	163,3%	141,3%	94,1%	122,8%
Metropolitana	116,4%	115,6%	78,2%	128,8%
Nordeste	148,6%	116,7%	89,8%	141,8%
Rio Doce	110,2%	88,8%	77,1%	160,8%

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

No mesmo formato de apresentação anterior, a Figura 32 expõe o *ranking* dos 16 municípios que juntos representam mais de 80% do PIB do Espírito Santo. Dessa forma, é possível identificar as regiões de melhor e pior performance, quando analisado o efeito da intensidade real, ou estabelecer comparações entre os principais municípios do Estado.


Figura 33 – *Dashboard* página 07: Ranking de eficiência energética ordenados pelo efeito da Intensidade Real de eletricidade dos municípios mais relevantes no VA total do Espírito Santo

INTENSIDADE DE ELETRICIDADE MUNICIPAL: ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO				
Autor: Pedro Secchin de Almeida Orientadora: Profª. Drª. Carla César Martins Cunha		 Universidade Federal do Espírito Santo		 PPGES
Relaciona-se os 16 municípios (20% do estado) que representam 80% do PIB para avaliar seu desempenho energético				
<b>Ranking das economias mais eficientes entre 2008 a 2016</b>				2016
8 principais – Municípios (+) Eficientes	Consumo Eletricidade	Atividade	Estrutura	Intensidade Real
Viana	158,8%	185,0%	104,7%	82,0%
Cachoeiro de Itapemirim	106,0%	134,8%	92,0%	85,5%
Colatina	142,1%	147,7%	97,9%	98,3%
Guarapari	134,6%	137,0%	99,8%	98,4%
Itapemirim	141,8%	127,6%	111,2%	99,9%
Vila Velha	133,8%	133,4%	99,0%	101,3%
Cariacica	99,2%	123,5%	73,4%	109,4%
Maratalzes	180,4%	171,2%	95,3%	110,6%
<b>Ranking das economias menos eficientes entre 2008 a 2016</b>				2016
8 principais – Municípios (-) Eficientes	Consumo Eletricidade	Atividade	Estrutura	Intensidade Real
Anchieta	15,7%	21,3%	38,3%	193,3%
Linhares	166,9%	96,1%	96,2%	180,6%
Aracruz	102,4%	80,8%	84,7%	149,8%
Serra	117,6%	110,2%	71,5%	149,2%
Vitória	111,7%	101,4%	79,1%	139,3%
São Mateus	162,0%	137,3%	92,9%	127,1%
Presidente Kennedy	224,5%	88,6%	201,9%	125,5%
Santa Maria de Jetibá	193,3%	172,5%	99,1%	113,1%

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na Figura 33, repete-se o mesmo formato de apresentação que o da Figura 32, porém, na página 08 do *dashboard*, é mostrada a relação de todos municípios do Espírito Santo, ordenados de forma crescente pelo efeito da intensidade real de eletricidade.

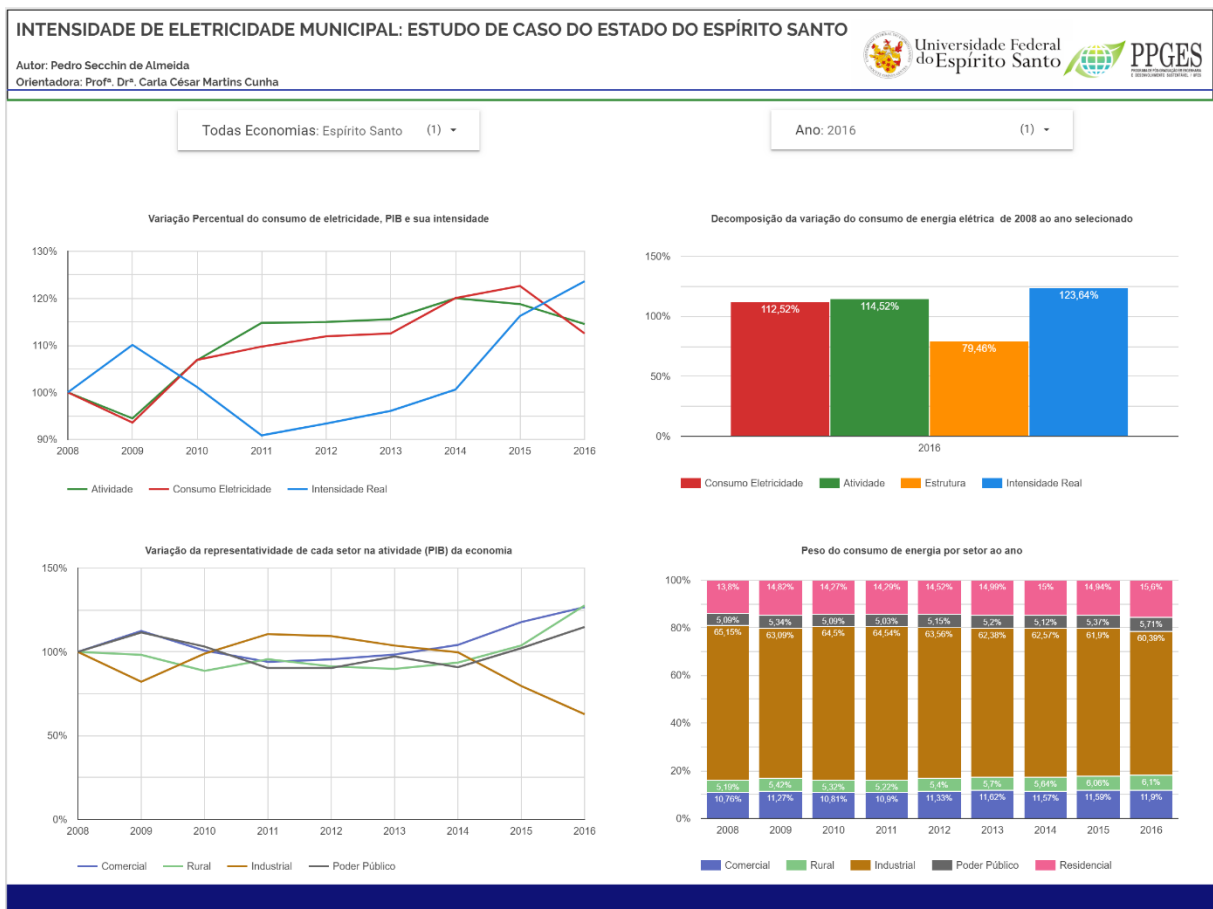
Figura 34 – *Dashboard* página 08: Ranking de eficiência energética ordenados pelo efeito da Intensidade Real de eletricidade dos municípios do Espírito Santo

INTENSIDADE DE ELETRICIDADE MUNICIPAL: ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO				
Autor: Pedro Secchin de Almeida Orientadora: Prof.ª. Carla César Martins Cunha		 Universidade Federal do Espírito Santo		 PPGES
Relaciona-se os 78 municípios do Espírito Santo para avaliar seu desempenho energético				
Ranking municipal para seu desempenho energético entre 2008 a 2016				2016
Municípios	Consumo Eletricidade	Atividade	Estrutura	Intensidade Real
Irupi	155,5%	200,7%	132,8%	58,4%
Ibitirama	138,8%	178,8%	120,8%	64,3%
Vargem Alta	118,2%	156,9%	102,1%	73,8%
Dores do Rio Preto	136,6%	174,3%	105,9%	74,0%
Ibiraçu	37,9%	73,0%	69,9%	74,3%
Muniz Freire	146,7%	160,9%	121,0%	75,3%
Domingos Martins	136,0%	179,9%	99,9%	75,7%
Mimoso do Sul	117,0%	149,1%	102,3%	76,7%
Venda Nova do Imigrante	133,6%	164,3%	104,5%	77,8%
Guaçuí	132,3%	163,2%	101,1%	80,2%
Alfredo Chaves	167,5%	188,6%	110,4%	80,4%
Divino de São Lourenço	147,0%	148,5%	121,1%	81,7%
Viana	158,8%	185,0%	104,7%	82,0%
Castelo	161,2%	175,8%	110,8%	82,7%
Afonso Cláudio	154,3%	158,9%	117,0%	83,0%
Ibaliba	154,6%	166,1%	111,4%	83,5%
Cachoeiro de Itapemirim	106,0%	134,8%	92,0%	85,5%
Apiacá	126,3%	134,7%	109,6%	85,6%
Governador Lindenberg	136,8%	158,5%	100,0%	86,3%
Brejetuba	172,8%	189,3%	105,6%	86,4%
Atilio Vivacqua	151,7%	168,0%	102,3%	88,3%

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A página mais interativa do *dashboard*, onde é possível escolher uma economia na caixa de seleção para ter uma compreensão da sua performance ao longo do período analisado é ilustrada na Figura 34. São quatro gráficos, a saber, a variação percentual do consumo de eletricidade, PIB e sua intensidade, a decomposição da variação do consumo de energia elétrica de 2008 ao ano selecionado, a variação da representatividade de cada setor na atividade (PIB) da economia e o peso do consumo de energia, por setor e a cada ano.

Figura 35 – *Dashboard* página 09: Gráficos da mudança do consumo, atividade, estrutura e intensidade real



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Por fim, a Figura 35 exibe a página 10 do *dashboard*, que utiliza os mesmos dados e mecanismos de interatividade da etapa anterior, porém em formato de tabela.

Figura 36 – *Dashboard* página 10: Tabelas da mudança do consumo, atividade, estrutura e intensidade real

Variação Percentual do consumo de eletricidade, PIB e sua Intensidade					Variação da representatividade de cada setor na atividade (PIB) da economia				
Espírito Santo					Espírito Santo				
Ano	Consumo Eletr...	Atividade	Estrutura	Intensidade	Ano	Comercial	Industrial	Rural	Poder Público
2008	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	2008	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
2009	93,6%	94,5%	90,0%	110,1%	2009	112,5%	82,2%	98,2%	111,6%
2010	106,9%	106,8%	98,9%	101,1%	2010	100,8%	99,0%	88,6%	103,2%
2011	109,7%	114,8%	105,2%	90,9%	2011	94,0%	110,5%	95,6%	90,4%
2012	111,9%	115,0%	104,3%	93,4%	2012	95,6%	109,4%	91,3%	90,4%
2013	112,5%	115,6%	101,4%	96,1%	2013	98,4%	103,8%	89,9%	97,3%
2014	120,1%	120,0%	99,4%	100,6%	2014	104,2%	99,7%	93,6%	90,9%
2015	122,6%	118,8%	88,8%	116,3%	2015	117,8%	79,6%	103,8%	102,2%
2016	112,5%	114,5%	79,5%	123,6%	2016	126,7%	62,8%	127,7%	114,9%

Peso do consumo de energia por setor ao ano					
Espírito Santo					
Ano	Comercial	Industrial	Residencial	Rural	Poder Público
2008	10,8%	65,2%	13,8%	5,2%	5,1%
2009	11,3%	63,1%	14,8%	5,4%	5,3%
2010	10,8%	64,5%	14,3%	5,3%	5,1%
2011	10,9%	64,5%	14,3%	5,2%	5,0%
2012	11,3%	63,6%	14,5%	5,4%	5,1%
2013	11,6%	62,4%	15,0%	5,7%	5,2%
2014	11,6%	62,6%	15,0%	5,6%	5,1%
2015	11,6%	61,9%	14,9%	6,1%	5,4%
2016	11,9%	60,4%	15,6%	6,1%	5,7%

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

## 5.1 ATUALIZAÇÃO DE BASE DE DADOS AUTOMATIZADA

As bases de dados foram relacionadas no Google Planilhas ou, do inglês, *Google Sheets*. Com o Planilhas Google, todos podem trabalhar juntos na mesma planilha ao mesmo tempo, ou seja, *online*, e ter seu compartilhamento feito com diversas pessoas pelo *link* URL, podendo utilizar uso restrito ou público. Além disso, sua escolha foi determinante pela compatibilidade com o aplicativo *Google Data Studio*, ferramenta do Google de elaboração de painéis dinâmicos ou, do inglês, *dashboards*, que têm a capacidade de ler dados brutos e apresentá-los de forma compilada e interativa ao usuário final, bem como ser incorporados e conectados em *site* de parceiros. Dessa forma, contanto com o Google Planilhas, foi possível elaborar uma base de dados



configurada para processar todos os dados brutos inseridos e conectada ao *Data Studio*, para que sua atualização seja em tempo real para o *Dashboard*. Logo, torna-se muito simples a perenidade desse trabalho, desde que uma pessoa possa introduzir os dados de consumo de energia elétrica e Valor Adicionado de cada setor, por município.

## 5.2 DIVULGAÇÃO DO SITE A ENTIDADES INFLUENTES

O *Data Studio* transforma os dados em relatórios e *dashboards* informativos, fáceis de se ler e compartilhar, além de totalmente personalizáveis. É possível realizar diversas edições, tais como:

- Elaborar gráficos (de linhas, barras, pizza, área ou bolhas), mapas geográficos, tabelas de dados paginadas, tabelas dinâmicas e muito mais;
- Criar relatórios interativos com os filtros de visualizador e controles de período. O controle de dados transforma os relatórios em um modelo flexível que qualquer pessoa pode usar para visualizar os próprios dados;
- Incluir *links* e imagens clicáveis para criar catálogos de produtos, bibliotecas de vídeos e outros conteúdos de *hiperlinks*;
- Adicionar a marca e anotações aos seus relatórios com texto e imagens;
- Aplicar estilos e temas de cores que ofereçam aos dados visualizações excelentes.

É fácil compartilhar *dashboards* com indivíduos, equipes ou o mundo todo. Permite-se convidar outras pessoas para visualizar ou editar os relatórios ou enviar *links* a elas por meio de e-mails programados. Para exibir os dados da forma ampla, basta incorporar os relatórios a outras páginas, como o *Google Sites*, postagens em blogs, artigos de marketing e relatórios anuais.

## 6 CONCLUSÕES

A cada ano que passa os temas sustentabilidade e gestão energética vêm permeando estudos, notícias e discussões nos mais diversos debates, protagonizados por profissionais interdisciplinares comprometidos com a garantia das gerações futuras. Enquanto existia abundância e a escassez era distante, a busca pelo desenvolvimento e pelo progresso não parecia haver tantas restrições quanto hoje em dia. Contudo, a evolução de uma sociedade é constante. O crescimento da população não sinaliza arrefecimento nem, tão pouco, reversão de queda. Demandas de uma coletividade moderna continuarão existir. Logo, esse projeto cumpriu seu papel de contribuir e provocar as instituições locais do Espírito Santo sobre um tema tão determinante no momento que se passa.

Portanto, diante do anseio em criar uma competição virtuosa entre os municípios do estado do Espírito Santo sobre seu desempenho de eficiência energética, esse trabalho atinge seus objetivos com os seguintes quesitos: elaboração do ranqueamento dos 78 municípios do Estado em ordem crescente pelo efeito da Intensidade Real (APÊNDICE B) e o desenvolvimento de um *website* (*Dashboard* no *Data Studio*) de acesso público para consulta do desempenho de cada região. Por fim, a divulgação desse trabalho a instituições locais interessadas, como a Agência de Regulação de Serviços Públicos - ARSP e o Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN também foi realizada. Porém, entende-se que o terceiro objetivo específico tenha sido atingido parcialmente, pois os dados de consumo de energia elétrica municipais foram descontinuados no *website* da ARSP e deve ser adquirido mediante a solicitações prévias, não sendo possível sua atualização automática. Entretanto, foi bem-sucedida a elaboração da base de dados que atualiza automaticamente os indicadores, índices e o *dashboard*, mediante a entrada de dados recentes.

O contato presencial com as instituições fez parte desse projeto para compreender sua serventia, além de orientar e esclarecer sua utilização. Logo, tanto a ARSP quanto o IJSN tiveram interesse em se responsabilizar pela atualização das bases de dados, desde que não fossem necessários muitos esforços ou complexidade que demandassem treinamentos excessivos.

A apresentação dos dados foi elaborada de forma bastante amigável e que tornasse o *dashboard* convidativo a todos os públicos, contendo desde uma breve apresentação do projeto, passando pelos gráficos com os resultados, até a disponibilidade dos dados brutos na forma de tabelas. Além disso, sua ordenação foi pensada para que a experiência de comparação dos dados, dos mais agregados aos mais desagregados das economias, fosse possível. Nesse tipo de abordagem, foi possível perceber também que, quanto mais agregada for a economia, como o estado do Espírito Santo como um todo, mais resiliente e tênue são suas curvas, sendo menos suscetíveis a oscilações do que os municípios, que são economias mais desagregadas, por exemplo.

Foi constatado que o efeito da intensidade real do Espírito Santo, no período avaliado, a saber, de 2008 a 2016, não foi positivo. Dado que seu consumo e sua atividade tiveram uma mudança muito semelhante, essa performance foi justificada pelo efeito da estrutura, onde houve uma redução expressiva da representatividade da indústria em sua matriz econômica e o aumento do setor comercial. Ou seja, os setores mais energointensivos perderam espaço no VA total da economia e setores menos energointensivos ganharam lugar. Destaca-se também a representatividade que a microrregião Metropolitana tem sobre o Estado, assim como os municípios Vitória e Serra. Foi identificada a microrregião Litoral Sul como a de melhor performance. Apesar de a paralização em parte do citado período de avaliação da Samarco, em Anchieta, a performance da microrregião foi atenuada pelos demais municípios, que tiveram aumento na atividade sem o correspondente crescimento no consumo de energia elétrica. Já a microrregião Rio Doce teve a pior performance entre todas, caracterizada pelo aumento do consumo de energia, redução do VA e do efeito redução da estrutura, protagonizado pela redução do VA industrial dos maiores municípios, Linhares e Aracruz. Além disso, observou-se forte crescimento no consumo de energia elétrica em Linhares.

Apesar de a indústria estar perdendo relevância na economia Estadual, seu consumo de energia ainda é muito expressivo. Portanto, diante desses resultados, chama-se atenção das instituições públicas e privadas para o desequilíbrio dessa relação, para o desenvolvimento de esforços para buscar mudar essa realidade onde fosse possível o aumento do crescimento da atividade e a redução da mudança do consumo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEEE. **The 2018 International Energy Efficiency**. Washington: American Council for an Energy-Efficient Economy, 2018. 125 p.
- AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESPÍRITO SANTO - ARSP. **Balço Energético do Espírito Santo 2017**: Ano-Base 2016. Vitória, 2017. 72 p.
- AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESPÍRITO SANTO - ARSP. **Informações Energéticas do Estado do Espírito Santo**. Vitória, 2018. 26 p.
- AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESPÍRITO SANTO - ARSP. Site. 2018. Disponível em: <https://arsp.es.gov.br/consumo-de-energia-eletrica>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- ALVIM, C. F. et al. Comparação de Resultados de Projeções de Demanda de Energia Elétrica no Brasil. **Economia e Energia**, n. 59, p. 8–26, 2007.
- AMADO, M.; POGGI, F.; AMADO, A. R. Energy Efficient City: A Model for Urban Planning. **Sustainable Cities and Society**, v. 26, p. 476-485, out. 2016.
- ANEEL. Resolução Normativa Nº. 414/2010. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 202 p., Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil), 2010.
- ANDRADE, C. T. C.; PONTES, R. S. T. Economic analysis of Brazilian policies for energy efficient electric motors. **Energy Policy**, v. 106, p. 315-325, jul. 2017.
- ANG, B. W. Decomposition analysis for policymaking in energy: Which is the preferred method? **Energy Policy**, v. 32, n. 9, p. 1131–1139, 2004.
- ANG, B. W. Monitoring changes in economy-wide energy efficiency: From energy–GDP ratio to composite efficiency index. **Energy Policy**, v. 34, n. 5, p. 574-582, mar. 2006.
- ANG, B. W.; ZHANG, F. Q. A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies. **Energy**, v. 25, p. 1149-1176, jan. 2000.
- ANG, B. W.; GOH, T. Bridging the gap between energy-to-GDP ratio and composite energy intensity index. **Energy Policy**, v. 119, p. 105-112, ago. 2018.
- APERGIS, N. et al. Energy efficiency of selected OECD countries: A slacks based model with undesirable outputs. **Energy Economics**, v. 51, p. 45-53, set. 2015.
- ARCELORMITTAL. **A ArcelorMittal Tubarão no Espírito Santo**: Sumário. Vitória: AMT, 2017. 55 p.
- BIROL, F. **Global energy investment challenges**. Luxemburgo: International Energy Agency, 2003. 20 p.

- BOFF, L. **Sustentabilidade, o que é - o que não é**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.
- CAHILL, C. J.; BAZILIAN, M.; GALLACHÓIR, B. P. Ó. Comparing ODEX with LMDI to measure energy efficiency trends. **Energy Efficiency**, v. 3, n. 4, p. 317-329, jan. 2010.
- CITYNVEST. **A guide for the launch of a One Stop Shop on energy retrofitting**. Liège: RENOWATT, 2017. 55 p.
- DEGREE DAYS. **Weather Data for Energy Professionals**. 2019. Disponível em: <https://www.degree-days.net/regression-analysis>. Acesso em: 08 ago. 2019.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Lei Nº. 9.991 de 24 de julho 2000. Brasília, DF, Brazil. 2000.
- DIAS, R. A.; MATTOS, C. R.; BALESTIERI, J. A. P. Energy education: breaking up the rational energy use barriers. **Energy Policy**, v. 32, n. 11, p. 1339-1347, jul. 2004.
- ECEEE. **Case study on evaluation of energy efficiency information centres and one-stop shops**. Istanbul: European Council for an Energy Efficient Economy. 2016. 97 p.
- ECS. **Policy Developments and Challenges in Delivering Energy Efficiency**. Bruxelas: Energy Charter Secretariat, 2007. 208 p.
- ELETROBRAS. **Relatório de Resultados do Procel 2014 – ano base 2013**. Rio de Janeiro: PROCEL, 2014. 146 p.
- ELETROBRAS. **Relatório de Resultados do Procel 2018 – ano base 2017**. Rio de Janeiro: PROCEL, 2018. 62 p.
- EPE. **Monitorando o Progresso da Eficiência Energética no Brasil**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2017. 107 p.
- GANDHI, O. et al. Energy intensity trend explained for São Paulo state. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 77, p. 1046-1054, set. 2017.
- GIL-GARCIA, J. R.; CHENGALUR-SMITH, I.; DUCHESSI, P. Collaborative e-Government: impediments and benefits of information-sharing projects in the public sector. **European Journal Of Information Systems**, v. 16, n. 2, p.121-133, abr. 2007.
- HANG, L.; TU, M. The impacts of energy prices on energy intensity: Evidence from China. **Energy Policy**, v. 35, n. 5, p. 2978-2988, maio 2007.
- HERRERIAS, M. J.; CUADROS, A.; LUO, D. Foreign versus indigenous innovation and energy intensity: Further research across Chinese regions. **Applied Energy**, v. 162, p. 1374–1384, 2016.
- HOROWITZ, M. J. The trouble with energy efficiency indexes: La aritmetica non e opinione. **Energy Efficiency**, v. 1, n. 3, p. 199–210, 2008.

- IEA. **Energy Efficiency**. Paris: International Energy Agency, 2017a. 142 p.
- IEA. **World Energy Outlook**. Londres: International Energy Agency, 2017b. 782 p.
- IEA. **Energy Efficiency Indicators Highlights**. Paris: International Energy Agency, 2017c. 154 p.
- IEA. **Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics**. Paris: International Energy Agency, 2014a. 385 p.
- IEA. **Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making**. Paris: International Energy Agency, 2014b. 162 p.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Site. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=resultados>. Acesso em: 15 maio 2018.
- IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 261 p.
- IJSN. **Instituto Jones dos Santos Neves**. 2019. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/mapas/>. Acesso em: 17 ago. 2019.
- INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2019. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 7 ago. 2019.
- ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 50006: Energy management systems – Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) - General principles and guidance**. Geneva: ISO, 2016.
- KANELLAKIS, M.; MARTINOPOULOS, G.; ZACHARIADIS, T. European energy policy - A review. **Energy Policy**, v. 62, p. 1020-1030, nov. 2013.
- KOURTIT, K.; NIJKAMP, P. Big data dashboards as smart decision support tools for i-cities – An experiment on stockholm. **Land Use Policy**, v. 71, p. 24-35, fev. 2018.
- KRESE, G et al. Analysis of building electric energy consumption data using an improved cooling degree day method. **Strojnicki Vestnik**, 107–114, mar 2012.
- KWON, S. et al. Short-run and the long-run effects of electricity price on electricity intensity across regions. **Applied Energy**, v. 172, p.372-382, jun. 2016.
- LEE, K; BAEK, H; CHO, C. The Estimation of Base Temperature for Heating and Cooling Degree-Days for South Korea. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 53, n. 2, p. 300-309, fev. 2014.
- LIDDLE, B. Electricity intensity convergence in IEA/OECD countries: Aggregate and sectoral analysis. **Energy Policy**, v. 37, n. 4, p. 1470-1478, abr. 2009.

LOCK, O. et al. A review and reframing of participatory urban dashboards. **City, Culture and Society**, p. 100294-100304, ago. 2019.

MAHMOOD, T; AHMAD, E. The relationship of energy intensity with economic growth: Evidence for European economies. **Energy Strategy Reviews**, v. 20, p. 90-98, abr. 2018.

MEDLOCK III, K. B.; SOLIGO, R. Economic Development and End-Use Energy Demand. **The Energy Journal**, v. 22, n. 2, p. 77-105, 2001.

MIELNIK, O.; GOLDEMBERG, J. H. Converging to a common pattern of energy use in developing and industrialized countries. **Energy Policy**. v. 28, p. 503-508, mar. 2000.

OKAJIMA, S.; OKAJIMA, H. Analysis of energy intensity in Japan. **Energy Policy**, v. 61, p. 574-586, out. 2013.

OLIVEIRA, L. S.; SHAYANI, R. A.; OLIVEIRA, M. A. G. Proposed business plan for energy efficiency in Brazil. **Energy Policy**, v. 61, p. 523-531, out. 2013.

PROCEL. **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. 2019. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?Team=%7B0B311C4C%2DD52D%2D4159%2D9842%2DFEA7AD2E25D5%7D>. Acesso em: 07 ago. 2019.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: Universidade FEEVALE, 2013.

REIS, L. B.; SANTOS, E. C. **Energia Elétrica e Sustentabilidade**. 2. ed. Barueri: Editora Manole Ltda, 2014.

ROMÁN-COLLADO, R.; COLINET, M. J. Is energy efficiency a driver or an inhibitor of energy consumption changes in Spain? Two decomposition approaches. **Energy Policy**, v. 115, p. 409-417, abr. 2018.

SILVA, F. I. A.; GUERRA, S. M. G. Analysis of the energy intensity evolution in the Brazilian industrial sector—1995 to 2005. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 9, p. 2589-2596, dez. 2009.

SUZANO. **Relatório 2018**. São Paulo, 2018. 72 p.

TASSINI, J. O. **Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial: Estudo de Caso**. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia - Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

TOLMASQUIM, M. T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 247-260. 2012.

VERBRUGGEN, A. Electricity intensity backstop level to meet sustainable backstop supply technologies. **Energy Policy**, v. 34, n. 11, p. 1310-1317, jul. 2006.

WANG, C. Changing energy intensity of economies in the world and its decomposition. **Energy Economics**, v. 40, p. 637–644, 2013.

WANG, H. et al. Measuring energy performance with sectoral heterogeneity: A non-parametric frontier approach. **Energy Economics**, v. 62, p. 70-78, fev. 2017.

WEC. **Energy Efficiency: A Straight Path Towards Energy Sustainability**. Londres: World Energy Council, 2016. 152 p.

WELTER, R. A. et al. **Gestão de Energia na Indústria - Uma Estratégia Competitiva para a Crise Energética**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 5, 2015, Ponta Grossa.

XU, X. T.; ANG, B. W. Multilevel index decomposition analysis: Approaches and application. **Energy Economics**, v. 44, p. 375-382, jul. 2014.

YANG, T.; MAXWELL, T. A. Information-sharing in public organizations: A literature review of interpersonal, intra-organizational and inter-organizational success factors. **Government Information Quarterly**, v. 28, n. 2, p.164-175, abr. 2011.

ZAIM, O.; GAZEL, T. U.; AKKEMIK, K. Ali. Measuring energy intensity in Japan: A new method. **European Journal of Operational Research**, v. 258, n. 2, p. 778-789, abr. 2017.

ZHAO, X.; MA, C.; HONG, D. Why did China's energy intensity increase during 1998–2006: Decomposition and policy analysis. **Energy Policy**, v. 38, n. 3, p. 1379-1388, mar. 2010.

ZHOU, N.; LEVINE, M. D.; PRICE, L. Overview of current energy-efficiency policies in China. **Energy Policy**, v. 38, n. 11, p. 6439–6452, 2010.



## APÊNDICE A – VARIAÇÃO DAS ATIVIDADES E DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Tabela A.1 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Caparaó

Município / Região	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Alegre	7.982	9.945	5%	287	462	11%	29	41	9%
Bom Jesus do Norte	3.103	3.852	2%	84	124	3%	9	12	2%
Divino de São Lourenço	697	907	1%	41	64	1%	3	4	1%
Dores do Rio Preto	1.218	1.468	1%	57	118	4%	5	6	1%
Guaçuí	7.013	9.235	6%	266	527	17%	23	30	5%
Ibatiba	4.480	6.164	4%	166	311	9%	14	22	6%
Ibitirama	1.225	1.691	1%	75	148	5%	5	8	2%
Irupi	1.547	2.240	2%	99	220	8%	9	13	3%
Iúna	5.355	6.631	3%	246	404	10%	18	27	6%
Muniz Freire	2.755	3.572	2%	167	293	8%	12	18	4%
São José do Calçado	3.012	3.714	2%	84	168	5%	8	12	3%
<b>Caparaó</b>	<b>38.387</b>	<b>49.419</b>	<b>29%</b>	<b>1.573</b>	<b>2.839</b>	<b>81%</b>	<b>135</b>	<b>193</b>	<b>42%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela A.2 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Central Serrana

Município / Região	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Itaguaçu	2.786	3.164	3%	149	234	7%	17	24	7%
Itarana	1.586	1.931	3%	132	193	5%	12	18	6%
Santa Leopoldina	1.071	1.361	2%	127	194	5%	9	16	7%
Santa Maria de Jetibá	3.520	5.546	15%	549	963	34%	36	70	32%
Santa Teresa	4.261	5.388	9%	261	401	11%	32	45	12%
<b>Central Serrana</b>	<b>13.224</b>	<b>17.390</b>	<b>32%</b>	<b>1.219</b>	<b>1.986</b>	<b>63%</b>	<b>105</b>	<b>173</b>	<b>65%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela A.3 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Central Sul

Município / Região	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Apiacá	1.891	2.279	0%	60	90	1%	5	7	0%
Atilio Vivacqua	1.826	2.642	1%	128	219	2%	23	35	2%
Cachoeiro de Itapemirim	55.729	67.070	14%	3.056	4.234	27%	600	637	5%
Castelo	7.868	10.096	3%	410	794	9%	57	92	4%
Jerônimo Monteiro	2.596	3.485	1%	88	127	1%	8	14	1%
Mimoso do Sul	5.421	6.684	2%	259	417	4%	29	34	1%
Muqui	2.889	3.495	1%	109	160	1%	12	15	0%
Vargem Alta	2.621	3.548	1%	222	354	3%	43	50	1%
<b>Central Sul</b>	<b>80.841</b>	<b>99.299</b>	<b>23%</b>	<b>4.331</b>	<b>6.396</b>	<b>48%</b>	<b>778</b>	<b>883</b>	<b>14%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela A.4 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Centro-Oeste

Município / Região	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Alto Rio Novo	1.354	1.635	0%	57	82	1%	4	7	1%
Baixo Guandu	7.528	9.293	3%	384	617	7%	31	51	5%
Colatina	32.022	39.898	13%	1.784	2.846	32%	189	269	21%
Governador Lindenberg	1.263	1.598	1%	109	178	2%	22	31	2%
Marilândia	2.029	2.724	1%	115	200	3%	19	30	3%
Pancas	2.888	3.558	1%	149	203	2%	16	25	2%
São Domingos do Norte	1.048	1.310	0%	110	199	3%	17	31	4%
São Gabriel da Palha	7.179	9.076	3%	331	504	5%	37	54	5%
São Roque do Canaã	1.666	2.208	1%	103	165	2%	22	29	2%
Vila Valério	1.550	1.690	0%	177	227	2%	22	39	4%
<b>Centro-Oeste</b>	<b>58.527</b>	<b>72.990</b>	<b>25%</b>	<b>3.317</b>	<b>5.222</b>	<b>57%</b>	<b>379</b>	<b>565</b>	<b>49%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela A.5 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Litoral Sul

Município / Região	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Alfredo Chaves	2.130	2.895	2%	154	326	2%	12	20	1%
Anchieta	7.654	10.876	7%	3.853	654	-35%	806	127	-71%
Iconha	2.311	2.990	1%	223	264	0%	15	20	1%
Itapemirim	8.926	12.773	8%	1.564	1.915	4%	44	62	2%
Marataízes	12.446	16.589	9%	492	1.075	6%	31	57	3%
Piúma	9.885	12.129	5%	155	330	2%	25	36	1%
Presidente Kennedy	1.562	2.747	3%	2.705	1.893	-9%	8	18	1%
Rio Novo do Sul	2.016	2.434	1%	113	175	1%	15	21	1%
<b>Litoral Sul</b>	<b>46.930</b>	<b>63.433</b>	<b>35%</b>	<b>9.259</b>	<b>6.632</b>	<b>-28%</b>	<b>956</b>	<b>361</b>	<b>-62%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela A.6 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Metropolitana

Município / Região	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Cariacica	91.810	124.031	6%	5.039	6.010	2%	613	608	0%
Fundão	5.246	6.915	0%	532	327	0%	21	35	0%
Guarapari	48.581	60.271	2%	1.257	1.895	1%	150	202	1%
Serra	115.571	177.271	12%	13.494	14.453	2%	2.961	3.483	8%
Viana	14.932	20.838	1%	847	1.781	2%	71	112	1%
Vila Velha	135.346	178.318	8%	6.743	9.102	5%	655	877	3%
Vitória	107.997	129.237	4%	16.778	16.619	0%	2.381	2.659	4%
<b>Metropolitana</b>	<b>519.483</b>	<b>696.881</b>	<b>34%</b>	<b>44.689</b>	<b>50.188</b>	<b>12%</b>	<b>6.852</b>	<b>7.975</b>	<b>16%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela A.7 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Nordeste

Município / Região	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Boa Esperança	2.901	3.702	1%	152	206	1%	19	28	3%
Conceição da Barra	7.990	9.468	2%	397	385	0%	24	31	2%
Jaguaré	4.293	5.929	3%	792	445	-10%	56	79	8%
Montanha	4.367	5.740	2%	207	313	3%	20	35	5%
Mucurici	1.279	1.814	1%	60	73	0%	4	7	1%
Pedro Canário	6.069	6.998	2%	230	275	1%	19	25	2%
Pinheiros	5.374	6.867	2%	347	380	1%	36	41	2%
Ponto Belo	1.841	2.297	1%	65	79	0%	4	8	1%
São Mateus	27.583	40.182	20%	1.384	1.840	13%	114	185	24%
<b>Nordeste</b>	<b>61.697</b>	<b>82.997</b>	<b>35%</b>	<b>3.634</b>	<b>3.998</b>	<b>10%</b>	<b>296</b>	<b>440</b>	<b>49%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela A.8 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Noroeste

Município / Região	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Água Doce do Norte	2.385	3.130	2%	111	152	2%	9	17	4%
Águia Branca	905	1.238	1%	117	136	1%	14	20	3%
Barra de São Francisco	9.245	11.610	7%	460	764	17%	57	102	24%
Ecoporanga	5.453	6.439	3%	275	329	3%	23	34	6%
Mantenópolis	2.892	3.747	3%	88	139	3%	9	13	3%
Nova Venécia	10.480	13.972	11%	559	867	18%	66	106	21%
Vila Pavão	1.291	1.618	1%	131	146	1%	12	18	3%
<b>Noroeste</b>	<b>32.651</b>	<b>41.754</b>	<b>28%</b>	<b>1.741</b>	<b>2.533</b>	<b>45%</b>	<b>190</b>	<b>310</b>	<b>63%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela A.9 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Rio Doce

Município / Região	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Aracruz	21.803	29.387	11%	5.068	4.042	-9%	1.912	1.958	2%
Ibiraçu	2.894	3.496	1%	364	209	-1%	44	17	-1%
João Neiva	4.387	4.993	1%	295	309	0%	23	27	0%
Linhares	35.004	48.413	19%	5.256	4.548	-6%	263	439	8%
Rio Bananal	2.111	3.032	1%	206	359	1%	29	46	1%
Sooretama	4.767	6.145	2%	275	443	1%	33	53	1%
<b>Rio Doce</b>	<b>70.966</b>	<b>95.466</b>	<b>35%</b>	<b>11.464</b>	<b>9.911</b>	<b>-14%</b>	<b>2.305</b>	<b>2.540</b>	<b>10%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela A.10 – Dados das atividades e consumo de energia elétrica da microrregião Sudoeste Serrana

Município / Região	Unidades Consumidoras Classe Residencial			Valor Adicionado, em Milhões de Reais (2016)			Consumo de Energia Elétrica, em GWh		
	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%	2008	2016	Δ%
Afonso Cláudio	5.069	6.421	7%	258	447	13%	24	37	8%
Brejetuba	823	1.458	3%	130	251	8%	8	14	4%
Conceição do Castelo	1.952	2.806	4%	123	190	5%	11	17	4%
Domingos Martins	4.081	6.058	10%	344	645	21%	45	61	11%
Laranja da Terra	1.233	1.591	2%	92	127	2%	11	20	6%
Marechal Floriano	2.767	4.055	6%	194	339	10%	21	38	11%
Venda Nova do Imigrante	4.174	5.930	9%	283	489	14%	31	42	7%
<b>Sudoeste Serrana</b>	<b>20.099</b>	<b>28.319</b>	<b>41%</b>	<b>1.425</b>	<b>2.487</b>	<b>75%</b>	<b>152</b>	<b>228</b>	<b>50%</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

## APÊNDICE B – RANKING MUNICIPAL PELO EFEITO DA INTENSIDADE REAL

Tabela B.1 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica dos municípios do Espírito Santo entre 2008 e 2016

Municípios	Consumo Eletricidade	Atividade	Estrutura	Intensidade Real
Irupi	155,5%	200,7%	132,8%	58,4%
Ibitirama	138,8%	178,8%	120,8%	64,3%
Vargem Alta	118,2%	156,9%	102,1%	73,8%
Dores do Rio Preto	136,6%	174,3%	105,9%	74,0%
Ibiraçu	37,9%	73,0%	69,9%	74,3%
Muniz Freire	146,7%	160,9%	121,0%	75,3%
Domingos Martins	136,0%	179,9%	99,9%	75,7%
Mimoso do Sul	117,0%	149,1%	102,3%	76,7%
Venda Nova do Imigrante	133,6%	164,3%	104,5%	77,8%
Guaçuí	132,3%	163,2%	101,1%	80,2%
Alfredo Chaves	167,5%	188,6%	110,4%	80,4%
Divino de São Lourenço	147,0%	148,5%	121,1%	81,7%
Viana	158,8%	185,0%	104,7%	82,0%
Castelo	161,2%	175,8%	110,8%	82,7%
Afonso Cláudio	154,3%	158,9%	117,0%	83,0%
Ibatiba	154,6%	166,1%	111,4%	83,5%
Cachoeiro de Itapemirim	106,0%	134,8%	92,0%	85,5%
Apiacá	126,3%	134,7%	109,6%	85,6%
Governador Lindenberg	136,8%	158,5%	100,0%	86,3%
Brejetuba	172,8%	189,3%	105,6%	86,4%
Atílio Vivacqua	151,7%	168,0%	102,3%	88,3%
Piúma	144,9%	161,3%	100,1%	89,8%
Itaguaçu	145,5%	145,7%	110,3%	90,6%
Muqui	125,7%	136,7%	101,1%	91,0%

(continua)



Tabela B.1 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica dos municípios do Espírito Santo entre 2008 e 2016

(continuação)

<b>Municípios</b>	<b>Consumo Eletricidade</b>	<b>Atividade</b>	<b>Estrutura</b>	<b>Intensidade Real</b>
São Roque do Canaã	133,5%	155,9%	94,0%	91,0%
Iúna	147,2%	148,2%	107,4%	92,5%
Rio Novo do Sul	142,0%	146,4%	104,0%	93,2%
São José do Calçado	140,8%	161,0%	93,4%	93,6%
Bom Jesus do Norte	123,8%	134,4%	97,8%	94,2%
Marechal Floriano	176,5%	168,6%	109,6%	95,5%
Colatina	142,1%	147,7%	97,9%	98,3%
Guarapari	134,6%	137,0%	99,8%	98,4%
Itapemirim	141,8%	127,6%	111,2%	99,9%
Vila Velha	133,8%	133,4%	99,0%	101,3%
Alegre	143,7%	144,3%	98,0%	101,6%
Santa Teresa	141,0%	147,0%	94,3%	101,7%
Conceição do Castelo	153,3%	151,0%	99,2%	102,3%
Iconha	137,3%	121,7%	109,4%	103,1%
Itarana	155,4%	140,9%	105,2%	104,9%
Barra de São Francisco	179,6%	156,7%	109,0%	105,2%
João Neiva	116,9%	107,7%	102,9%	105,5%
Mantenópolis	157,3%	146,5%	101,0%	106,3%
Cariacica	99,2%	123,5%	73,4%	109,4%
Laranja da Terra	176,2%	137,1%	116,4%	110,5%
Marataízes	180,4%	171,2%	95,3%	110,6%
Pedro Canário	133,2%	117,7%	101,0%	112,0%
Santa Maria de Jetibá	193,3%	172,5%	99,1%	113,1%
Sooretama	158,6%	154,2%	90,3%	113,9%
São Gabriel da Palha	147,3%	143,9%	89,3%	114,6%
Baixo Guandu	163,9%	146,8%	93,9%	118,9%
Santa Leopoldina	181,7%	148,2%	102,9%	119,2%

Tabela B.1 – Decomposição da variação do consumo de energia elétrica dos municípios do Espírito Santo entre 2008 e 2016

(conclusão)

<b>Municípios</b>	<b>Consumo Eletricidade</b>	<b>Atividade</b>	<b>Estrutura</b>	<b>Intensidade Real</b>
Jerônimo Monteiro	166,2%	139,5%	97,1%	122,7%
Pinheiros	115,5%	113,2%	82,7%	123,5%
Nova Venécia	159,3%	149,4%	85,9%	124,2%
Presidente Kennedy	224,5%	88,6%	201,9%	125,5%
São Mateus	162,0%	137,3%	92,9%	127,1%
Ecoporanga	146,0%	119,2%	96,3%	127,1%
Montanha	173,0%	145,7%	93,3%	127,2%
Conceição da Barra	129,6%	106,0%	95,9%	127,5%
Alto Rio Novo	165,8%	135,3%	95,2%	128,7%
Pancas	153,5%	132,9%	89,6%	129,0%
Marilândia	156,6%	166,5%	67,6%	139,2%
Vitória	111,7%	101,4%	79,1%	139,3%
Rio Bananal	160,2%	169,6%	67,7%	139,5%
Ponto Belo	174,5%	122,6%	100,0%	142,3%
Boa Esperança	151,6%	133,7%	79,5%	142,6%
Águia Branca	141,4%	118,0%	82,1%	146,0%
São Domingos do Norte	182,3%	175,4%	70,9%	146,7%
Mucurici	183,1%	127,1%	97,1%	148,5%
Serra	117,6%	110,2%	71,5%	149,2%
Aracruz	102,4%	80,8%	84,7%	149,8%
Vila Pavão	149,5%	112,8%	86,9%	152,6%
Água Doce do Norte	192,9%	135,2%	91,4%	156,1%
Fundão	163,9%	79,9%	116,4%	176,1%
Linhares	166,9%	96,1%	96,2%	180,6%
Anchieta	15,7%	21,3%	38,3%	193,3%
Vila Valério	178,2%	126,6%	72,7%	193,5%
Jaguare	141,2%	62,8%	83,8%	268,5%

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.