



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**Universidade Federal De Ouro Preto**  
**Escola De Minas - Departamento De Engenharia Ambiental**  
**Curso De Graduação Em Engenharia Ambiental**



**Grazielle Pessoa Do Império Borges**

**PLANEJAMENTO ENERGÉTICO INTEGRADO DE UM HOTEL NO**  
**MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS - MG**

**OURO PRETO - MG**  
**2024**

**Grazielle Pessoa Do Império Borges**

**Grazielle.borges@aluno.ufop.edu.br**

**PLANEJAMENTO ENERGÉTICO INTEGRADO DE UM HOTEL NO  
MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS - MG**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Ambiental

Área de concentração: Planejamento Energético Integrado

**Professor orientador:** Prof<sup>o</sup> Gustavo Nikolaus Pinto de Moura –

**OURO PRETO – MG  
2024**

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

B732p Borges, Grazielle Pessoa do Imperio.  
Planejamento energético integrado de um hotel no município de Jaboticatubas - MG. [manuscrito] / Grazielle Pessoa do Imperio Borges. - 2024.  
74 f.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Nikolaus Pinto Moura.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Ambiental .

1. Energia solar. 2. Energia- Planejamento. 3. Ar - Poluição. 4. Mudanças Climáticas. I. Moura, Gustavo Nikolaus Pinto. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 620.92

Bibliotecário(a) Responsável: Soraya Fernanda Ferreira e Souza - SIAPE: 1.763.787



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Grazielle Pessoa do Império Borges**

### Planejamento Energético Integrado de um Hotel no Município de Jaboticatubas - MG

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Ambiental

Aprovada em 10 de outubro de 2024

#### Membros da banca

Prof. D.Sc. - Gustavo Nikolaus Pinto de Moura - Orientador(a) Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof. D. Sc. - Bruna de Fátima Pedrosa Guedes Flausino - Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof. D.Sc. - Livia Cristina Pinto Dias - Universidade Federal de Ouro Preto

Gustavo Nikolaus Pinto de Moura, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 10/10/2024



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Nikolaus Pinto de Moura**, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR, em 10/10/2024, às 17:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruna de Fatima Pedrosa Guedes Flausino**, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR, em 10/10/2024, às 18:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Livia Cristina Pinto Dias**, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR, em 17/10/2024, às 13:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0793418** e o código CRC **994E6A0D**.

*Dedico esse trabalho à minha mãe e meu pai que sempre incentivaram meus estudos.*

## AGRADECIMENTO

Minha trajetória em Ouro Preto começou no dia de inscrição do curso de Engenharia Ambiental no meio de 2018, estavam presentes meu pai; João Machado, minha mãe; Débora Borges e minha irmã; Gabrielle Borges. Consigo sentir ainda hoje o abraço da minha irmã logo depois da minha inscrição ser concluída. Desde lá, minha história em Ouro Preto não foi linear e tive períodos desafiadores, mas sobretudo sou grata a Deus, por me dar forças e à minha família por estarem do meu lado, do início ao fim.

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que passaram pela minha vida ao longo da graduação, aos amigos do curso de Engenharia ambiental que estiveram nos momentos de estudos, tornando o trabalho mais divertido e leve. Não podendo deixar de mencionar aqueles que tiveram presentes durante uma fase e por algum motivo seguiram rumos diferentes. A vida é um trem onde pessoas entram e saem, durante o trajeto cada pessoa tem o seu papel, e é por isso que vou levar todos em meu coração.

Gostaria de expressar meus agradecimentos ao PET Ambiental e ao tutor Aníbal Santiago. Estar no PET por quase 3 anos foi muito gratificante e influenciou no enriquecimento de minhas habilidades. Além disso, gostaria de mencionar meu orientador de monografia Gustavo de Moura, obrigada por fazer parte dessa parte final, mas tão importante da minha graduação.

Por fim, aprendi que a vida é como aquela canção de Ana Vilela, não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu. É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu. Posto isso, muito obrigada Ouro Preto por ser o palco da minha vida durante esses 6 anos e por me proporcionar tantos ensinamentos e histórias.

*Somos o que repetidamente fazemos. A excelência, portanto, não é um feito, mas um hábito.”*

*Aristóteles*

## RESUMO

O setor turístico é um dos agentes que contribuem para as mudanças climáticas. Um dos destaques para a parcela da pegada de carbono oriunda do segmento de hospedagens é o consumo de energia elétrica. Paralelamente, a geração de energia predominante no Brasil é a centralizada. Dessa forma, descentralizar a produção de energética é importante, pois aumenta a flexibilidade da rede, gera independência e diminui as perdas de transporte. A energia solar é uma opção vantajosa devido aos elevados níveis de radiação solar no Brasil. Com base nos pontos apresentados, o projeto busca realizar o planejamento energético integrado de um resort em Jaboticatubas – Minas Gerais, visando a diminuição da pegada de carbono do mesmo a partir da implantação de painéis solares. Visto isso, foi feita a revisão bibliográfica sobre mudanças climáticas, planejamento energético integrado e o setor hoteleiro. Bem como, foi usado o software HOMER PRO para modelar o projeto de substituição do consumo de energia da rede. Os resultados mostraram que o sistema oferece benefícios econômicos e ambientais significativos. O resort tem um consumo mensal de 86917 kWh que pode ser suprido com 940 placas fotovoltaicas, ocupando uma região de 1.410 m<sup>2</sup>. O projeto reduz as emissões de CO<sub>2</sub> em 12.886 kg/ano e economiza R\$ 690 mil por ano, em relação e energia retirada da rede, com retorno do investimento em 5 anos e 6 meses. A energia gerada tem 22% de fração renovável, reforçando a sustentabilidade do projeto.

**Palavras chaves:** Planejamento Energético Integrado, Painéis Fotovoltaicos, HOMER PRO, Energia Elétrica, Emissões Atmosféricas, Mudanças Climáticas.



## A B S T R A C T

The tourism sector is one of the agents contributing to climate change. Notably, a significant portion of the carbon footprint from the hospitality segment is attributed to electricity consumption. Concurrently, centralized energy generation predominates in Brazil. Therefore, decentralizing energy production is crucial as it enhances grid flexibility, fosters independence, and reduces transmission losses. Solar energy presents a favorable option due to the high levels of solar radiation in Brazil. Based on these considerations, the project aims to develop an integrated energy planning strategy for a resort in Jaboticatubas, Minas Gerais, with the goal of reducing its carbon footprint through the implementation of solar panels. Given this information, a literature review was conducted on climate change, integrated energy planning, and the hotel industry. Additionally, the HOMER PRO software was used to model the project for replacing the network's energy consumption. The results indicated that the system offers significant economic and environmental benefits. The resort has a monthly consumption of 86917 kWh, which can be met with 940 photovoltaic panels occupying an area of 1410 m<sup>2</sup>. The project reduces CO<sub>2</sub> emissions by 12886 kg per year and saves R\$ 690000 annually compared to energy sourced from the grid, with a payback period of 5 years and 6 months. The generated energy has a 22% renewable fraction, reinforcing the project's sustainability.

**Keywords:** Integrated Energy Planning, Photovoltaic Panels, HOMER PRO, Electricity, Atmospheric Emissions, Climate Change.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Emissões de GEE para um período que abrange os últimos 800 mil anos até os dias atuais (2000-2015). Os níveis de CO <sub>2</sub> são estimados em ppm e os níveis de CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O em ppb .....	22
Figura 2: Modelo climático .....	22
Figura 3: Oferta interna de energia elétrica por fonte .....	24
Figura 4: Participação setorial no consumo de eletricidade .....	25
Figura 5: Emissões de GEE na matriz energética brasileira.....	26
Figura 6: Evolução do total das emissões de CO <sub>2</sub> associadas à matriz energética.....	27
Figura 7: Emissões associadas ao consumo final e a geração de energia elétrica entre 1970 e 2018.....	27
Figura 8: Demanda Máxima e Demanda Média.....	33
Figura 9: Participação das fontes de energia na micro e minigeração de energia.....	37
Figura 10: Potencial Solar do Estado de Minas Gerais .....	44
Figura 11: Dados de irradiação da região do Hotel em Jaboticatubas, MG .....	46
Figura 12: Valores tarifa de energia elétrica .....	53
Figura 13: Informações relacionadas ao consumo de energia elétrica presentes na fatura.....	53
Figura 14: Recurso Solar baixado da internet .....	59
Figura 15: Recurso Eólico baixado da internet .....	60
Figura 16: Resultados de Otimização .....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção e percentual por fonte de energia primária (1996-2002).....	17
Tabela 2: Especificidades dos aparelhos eletrônicos.....	50
Tabela 3: Média diária do consumo em horário fora de pico.....	55
Tabela 4: Média diária do consumo em horário de pico .....	55
Tabela 5: Curva de carga para horário fora de pico .....	56
Tabela 6: Curva de carga para horário de pico.....	57
Tabela 7: Emissões Atmosféricas.....	62

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	Considerações iniciais .....	11
1.2	Formulação do Problema .....	13
1.3	Justificativa .....	13
1.4	Objetivos.....	14
1.4.1	Objetivo Geral .....	14
1.4.2	Objetivos Específicos .....	14
1.5	Estrutura do Trabalho .....	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>16</b>
2.1	Mudança do consumo energético .....	16
2.2	Mudanças climáticas associadas à geração elétrica.....	19
2.3	Cenário energético brasileiro .....	23
2.4	Incentivos para mudanças do consumo energético.....	28
2.5	Setor Hoteleiro no Brasil .....	30
2.6	Sustentabilidade no setor hoteleiro .....	34
2.7	Fontes de energia renovável .....	35
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>40</b>
3.1	Planejamento Energético Integrado e software HOMER PRO .....	40
3.2	Local de estudo .....	44
3.3	Descrição do Hotel escolhido .....	46
3.4	Etapas da Elaboração da Modelagem Energética do Hotel .....	47
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>49</b>
4.1	Premissas .....	49
4.1.1	Número de equipamentos e horário de funcionamento .....	49
4.1.2	Elaboração da Curva de carga .....	52
4.1.3	Modelagem HOMER PRO .....	57
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>67</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações iniciais

A era tecnológica eclodiu na revolução industrial nos períodos entre 1760 e 1840 e continuou a crescer, principalmente nos períodos de primeira e segunda guerra mundial. A energia elétrica, tanto quanto a térmica, foi um marco importante para tal progresso. Anos antes a primeira revolução, a iluminação era proveniente de velas, lamparinas a óleo e lareiras (HARMONY, 2011). Enquanto o primeiro bilhão de habitantes na Terra foi registrado em 1800, a população mundial 219 anos depois, superou 7,7 bilhões de habitantes (DA SILVA, 2019). Proporcional ao exacerbado crescimento demográfico está o aumento da demanda por recursos naturais e seus respectivos impactos ambientais. Tal como, as progressões na estrutura da sociedade já marcam uma época descrita como quarta revolução industrial ou indústria 4.0 (DO AMARAL AIRES, 2017).

Além disso, no contexto global, ainda que as ações e discussões sobre os impactos ambientais tenham sido mais frequentes e relevantes, como é o caso da agenda 2030 e os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável criado pela Organização das Nações Unidas (ONU), 70% da eletricidade é oriundo de combustíveis fósseis (IEA, 2010). Outro fator preocupante em relação ao aumento do efeito estufa e aquecimento global, é que o consumo de energia elétrica representa 17% da destinação energética, sendo que esse valor corresponde a 40% das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (IEA, 2010).

Nesse sentido, as atuais crises ambiental, energética e financeiras mundiais, pressionam um aumento da percepção da responsabilidade socioambiental e de sustentabilidade (FARRET, 2010). Desta forma, as opções de geração de energia renovável estão emergindo como uma alternativa para um fornecimento mais responsável ambientalmente (LOPES, 2014). Entre estas, a energia solar toma destaque por ter um impacto ambiental menor em relação as outras e ser de fácil instalação em sítios pequenos. Além disso, esse tipo de geração reduz a dependência do mercado de petróleo e contribui para a diminuição das emissões de gases poluentes na atmosfera (HOSENUZZAMAN *et al.*, 2014).

Conforme discutido por Caldas e Moisés (2016), a geração de energia solar fotovoltaica pode ser classificada em três tipos de subsistemas. Um deles é a geração centralizada, composta por grandes usinas localizadas geralmente distantes dos centros

de consumo, o que demanda extensas redes de transmissão. Além disso, existe o sistema solar fotovoltaico distribuído conectado à rede, caracterizado principalmente pela instalação de pequenas usinas próximas ou no local de consumo. Nesse sistema, os proprietários têm a capacidade de produzir sua própria energia, e em alguns países, os excedentes podem ser convertidos em créditos que podem ser descontados nas faturas mensais, integrando-se ao modelo centralizado, como ocorre no Brasil. O terceiro sistema é denominado de solar fotovoltaico isolado, ou *off-grid*, no qual a energia é gerada e o excedente requer armazenamento em baterias. Este método de geração é empregado em regiões remotas ou de difícil acesso, onde a conexão aos sistemas interligados é inviável devido à distância.

Dessa forma, a geração de energia distribuída mostra-se por ser uma boa alternativa para abastecimento energético de rede de hotéis. Além do mais, a eficiência energética deve ser contemplada por diversos setores sociais, almejando dois principais objetivos; a redução de custo e a mitigação de impactos ambientais. O setor hoteleiro por sua vez, muitas das vezes não possuem sistemas de gestão ambiental, o que implica em um maior consumo de energia elétrica. Por outro lado, a falta de consciência ambiental e socioeconômica dos hóspedes e funcionários, agregada a utilização de equipamentos de baixa eficiência resultam em um alto índice de consumo energético no setor (FILHO, 2008; PASA *et. al*, 2012).

Diante da necessidade da expansão de sistema de geração elétrica distribuída, bem como o engajamento do setor de turismo na utilização de fontes de energia renovável, este trabalho se propõe, portanto, a realizar um Planejamento Energético Integrado (PEI) de um hotel no município de Jaboticatubas em Minas Gerais. A metodologia de PEI será utilizada como estratégia para alcançar a diminuição da pegada de carbono no setor.

À luz dos aspectos abordados, o sistema energético depende intrinsecamente de recursos primários da natureza. Segundo Azevedo (2014), o desenvolvimento sustentável no setor energético é condição basilar para o desenvolvimento socioeconômico. Desta forma, a aplicação de sistemas de planejamento energético integrado otimizaria o consumo de tal forma a mitigar problemas sociais, econômicos e ambientais de presentes e futuras gerações.

## **1.2 Formulação do Problema**

A composição da matriz energética dos países está relacionada com a disponibilidade dos recursos naturais, as tecnologias aplicadas no processo produtivo, o grau de desenvolvimento econômico, aos hábitos culturais e mais recentemente ao compromisso com políticas públicas criadas para fortalecer o desenvolvimento sustentável (EPE, 2020).

Enquanto isso, as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) estão relacionadas majoritariamente com a participação de energias renováveis nas matrizes energéticas, com o grau de crescimento econômico de cada país, bem como o ritmo de industrialização deste. Além da disposição espacial da população entre zonas rurais e urbanas e por fim, a disponibilidade e sazonalidade dos recursos energéticos (EPE, 2020). Desta forma, visto as raízes multifárias das emissões de GEE, é crucial a intervenção dos governos na mediação do tema para auxiliar as vias de expansão das energias renováveis na matriz elétrica.

Na conjunção dos aspectos apresentados surgem questionamentos fundamentais para a abordagem do tema. Como a geração de energia elétrica no setor do turismo impacta as emissões de efeito estufa? Na mesma linha de raciocínio; quais medidas seriam necessárias para mitigar os efeitos negativos dos impactos da geração, além de impulsionar e contribuir para a aderência de fontes renováveis na matriz energética brasileira?

## **1.3 Justificativa**

A escolha desse tema não é apenas um reflexo do crescente interesse global em questões ambientais, mas também surge da necessidade de transformar a indústria hoteleira em um agente de mudança positiva da adoção de práticas sustentáveis. A motivação para explorar esse tema específico é embasada na compreensão do papel que os hotéis desempenham na cadeia produtiva do turismo, exercendo uma influência significativa sobre os padrões de consumo e comportamento ambiental dos viajantes, bem como a pegada de carbono dos mesmos (UNWTO, 2021).

No âmbito internacional, a conscientização sobre a necessidade de práticas sustentáveis no turismo tem se consolidado com iniciativas como os Objetivos de

Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela ONU. Os ODS buscam promover o desenvolvimento econômico equitativo, socialmente inclusivo e ambientalmente responsável. A contribuição do setor hoteleiro para alcançar esses objetivos é evidente, exigindo um compromisso efetivo na redução das emissões de gases de efeito estufa e na minimização do impacto ambiental (IPCC, 2018).

No cenário brasileiro, os esforços para integrar práticas sustentáveis no setor hoteleiro têm ganhado força. Iniciativas como o programa "Green Key", que visa certificar hotéis que adotam práticas ambientalmente responsáveis, é um exemplo destacado (GREENKEY, 2024). Além disso, o compromisso do Brasil de reduzir suas emissões de gases de efeito estufa, conforme estabelecido nos Acordos de Paris (IPCC, 2018), destaca a relevância nacional da busca por estratégias sustentáveis na indústria do turismo.

Apesar desses avanços, a aplicação prática dessas medidas em hotéis de luxo ainda enfrenta desafios, demandando abordagens específicas e personalizadas para cada contexto. A necessidade de se adaptar a exigências de clientes sofisticados, preservar padrões de conforto e exclusividade, e, ao mesmo tempo, reduzir a pegada de carbono, faz com que a temática seja complexa e multifacetada (PEREIRA *et al.*, 2019).

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral foi realizar um projeto de Planejamento Energético Integrado de um hotel localizado no município de Jaboticatubas em Minas Gerais visando a redução do impacto ambiental e das mudanças climáticas em busca de incentivar a adoção de práticas mais sustentáveis no setor hoteleiro.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos foram:

- Fomentar a incorporação de práticas sustentáveis no setor hoteleiro;
- Realizar o diagnóstico da demanda energética atual do hotel;
- Dimensionar um sistema fotovoltaico que supra o consumo de energia elétrica do hotel;



- Quantificar a magnitude da redução das emissões de carbono que pode ser alcançada por meio da implementação do projeto.

## **1.5 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos.

O Capítulo 1 descreve a introdução do trabalho, que está subdividida em considerações iniciais, formulação do problema e justificativa. Em sequência, os objetivos; gerais e específicos são abordados e posteriormente o capítulo é finalizado com a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica. Foram abordados diversos temas pertinentes a pesquisa, como as mudanças do consumo energético, além das mudanças climáticas proveniente da alteração no estilo de vida da geração humana. Tal mudança se deu a partir do início da primeira revolução industrial, se intensificando no período de primeira e segunda guerra mundial se estendendo nos períodos atuais, que já é identificado como quarta revolução industrial. Além disso, o capítulo traz aspectos como as regulamentações e incentivos fiscais no setor energético, levantamento do estudo de sustentabilidade em hotéis de alto padrão e revisão sobre o tema principal abordado no trabalho, o Planejamento Energético Integrado.

O Capítulo 3 trata da metodologia utilizada, que inclui a revisão bibliográfica dos temas pertinentes à pesquisa e a utilização do modelo de otimização de sistemas energéticos híbridos HOMER Pro para auxiliar o Planejamento Energético Integrado.

O Capítulo 4 compreende os resultados e discussões do estudo.

No Capítulo 5 são abordadas as considerações finais da pesquisa, que engloba a conclusão e adicionalmente uma sugestão para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Mudança do consumo energético

A primeira revolução industrial que ocorreu entre os séculos 18 e 19, foi marcada pela introdução da máquina a vapor. A segunda, que teve término no começo do século 20 foi o marco da utilização de energia elétrica. A Terceira revolução industrial se deu início no ano de 1960, pelo desenvolvimento de semicondutores, mainframes, computadores pessoais e internet. Por último, nos anos 2000, nasce a era do crescimento da computação e combinação de tecnologias físicas, digitais e tecnológicas que caracterizam a revolução 4.0 (MAGALHÃES, 2020).

Na escala nacional, a revolução industrial 4.0 representa importante fonte de riscos e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Por um lado, as tecnologias podem contribuir para produção mais eficiente, com otimização dos recursos energéticos e diminuição da produção de resíduos. Além disso, os atuais sistemas de inteligência podem ser um aliado para o meio ambiente, a exemplo dos sistemas de robótica e *blockchain* utilizados para monitoramento da fauna e da flora (MAGALHÃES, 2020). Por outro lado, a inteligência artificial e automação serão cada vez mais utilizadas, de tal forma que a demanda energética também aumentará. Em países de primeiro mundo como Japão, Alemanha, Reino Unido e Estados Unidos estudos indicam que nos próximos vinte anos, a proporção de empregos em risco devido à automação e avanços tecnológicos varia entre 35% e 47% (MAGALHÃES, 2020).

As pesquisas do setor energético entre 1996 e 2002, evidenciam que a adesão das fontes de energia renovável era ainda um desafio, apesar do crescimento das usinas hidroelétricas na matriz, Tabela 1. A exemplo disso, mais de 48% dos recursos energéticos do país provinham de fontes não renováveis, totalizando mais de 500 milhões de Toneladas de Equivalentes de Petróleo (TEP)<sup>2</sup> produzidos nesse intervalo (FIRME, 2012). O petróleo emergiu como a principal fonte, contribuindo com mais de 38% da energia primária nacional, em média. Quanto às fontes renováveis, destaca-se o papel da energia hidráulica, que permaneceu em uma média de quase 17% da produção total de energia primária do país. A combinação de lenha e produtos da cana-de-açúcar representou aproximadamente um terço da energia total gerada no período (FIRME, 2012).

Denota-se que no Balanço Energético Nacional (BEN), quando se trata de energia, uma medida padrão é a tonelada equivalente de petróleo (TEP). Isso facilita a comparação entre diferentes formas de energia. Sendo assim, os fatores de conversão são calculados considerando o poder calorífico superior de cada tipo de energia em comparação com o do petróleo, que é de 10.800 kcal/kg (FIRME, 2012). Essa é uma forma eficiente de entender e quantificar a energia utilizada em diferentes setores e atividades.

Tabela 1: Produção e percentual por fonte de energia primária (1996-2002)

Energia não renovável												
Ano	Petróleo		Gás natural		Carvão vapor		Carvão metalúrgico		Urânio (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )		Total não renovável (a)	
	Produção	%	Produção	%	Produção	%	Produção	%	Produção	%	Produção	%
1996	40,52	33,00	9,09	7,40	1,79	1,46	0,09	0,07	0,00	0,00	51,49	41,93
1997	43,59	33,43	9,75	7,48	2,11	1,62	0,06	0,04	0,00	0,00	55,51	42,58
1998	50,51	36,54	10,71	7,75	2,07	1,49	0,01	0,01	0,02	0,02	63,32	45,81
1999	56,61	38,67	11,81	8,07	2,11	1,44	0,02	0,01	0,00	0,00	70,55	48,19
2000	63,85	41,64	13,18	8,60	2,60	1,70	0,01	0,01	0,13	0,09	79,78	52,03
2001	66,74	42,68	13,89	8,88	2,17	1,39	0,01	0,01	0,67	0,43	83,49	53,39
2002	75,12	43,11	15,45	8,87	1,94	1,11	0,06	0,04	3,34	1,91	95,91	55,03
<b>Soma e média</b>	<b>396,95</b>	<b>38,85</b>	<b>83,89</b>	<b>8,21</b>	<b>14,79</b>	<b>1,45</b>	<b>0,26</b>	<b>0,03</b>	<b>4,16</b>	<b>0,41</b>	<b>500,05</b>	<b>48,94</b>

Energia renovável												
Ano	Energia hidráulica		Lenha		Produtos da cana-de-açúcar		Outras		Total renovável (b)		Energia total (a+b)	
	Produção	%	Produção	%	Produção	%	Produção	%	Produção	%	Produção	%
1996	22,85	18,61	21,97	17,89	23,40	19,05	3,09	2,51	71,30	58,07	122,79	100
1997	23,98	18,39	21,66	16,62	25,94	19,90	3,28	2,52	74,87	57,42	130,38	100
1998	25,06	18,12	21,26	15,38	25,16	18,20	3,45	2,49	74,92	54,19	138,24	100
1999	25,19	17,20	22,13	15,11	24,58	16,79	3,97	2,71	75,86	51,81	146,41	100
2000	26,17	17,07	23,05	15,04	19,89	12,97	4,44	2,89	73,56	47,97	153,33	100
2001	23,03	14,73	22,44	14,35	22,80	14,58	4,63	2,96	72,90	46,61	156,39	100
2002	24,59	14,11	23,54	13,51	25,27	14,50	4,95	2,84	78,36	44,97	174,27	100
<b>Soma e média</b>	<b>170,86</b>	<b>16,72</b>	<b>156,05</b>	<b>15,27</b>	<b>167,03</b>	<b>16,35</b>	<b>27,81</b>	<b>2,72</b>	<b>521,76</b>	<b>51,06</b>	<b>1.021,81</b>	<b>100</b>

Fonte: FIRME (2012)

Outrossim, durante o ano de 2001, o Brasil enfrentou uma crise energética sem precedentes, evidenciando a importância dos esforços direcionados à melhoria dos usos finais de energia em diversos setores de consumo como medida de controle do problema. A redução significativa no consumo nessa época, que alcançou mais de 20% em algumas regiões do país, foi resultado da implementação de tecnologias mais eficientes, da adoção de fontes alternativas como energia solar e gás natural (GN e GLP), bem como de mudanças substanciais nos padrões de comportamento, especialmente por parte dos consumidores residenciais. Além disso, uma parte das economias observadas decorreu da redução da atividade produtiva, tanto na indústria quanto no comércio e serviços (JANNUZZI, 2002).

Segundo a Aneel, para o ano de 2012, as fontes de energia não renováveis no Brasil, que incluem gás natural, óleo diesel, carvão, nuclear e outras, representavam 13,2% da matriz energética do país. Essa participação aumentou para 19,8% em 2013 e para 21,3% em 2014. Por outro lado, as fontes renováveis, que incluem hidráulica, biomassa e eólica, corresponderam a 86,8% em 2012, 80,2% em 2013 e 78,7% em 2014. No primeiro trimestre de 2016, as energias renováveis compunham 82,2% da produção de eletricidade no Brasil, sendo 78% provenientes de hidrelétricas, 3,5% de energia eólica e 0,6% de biomassa, enquanto a contribuição da energia solar era insignificante. Já para o primeiro trimestre de 2017, a participação das renováveis aumentou para 86%, com 80,8% vindos de hidrelétricas, 4,5% de eólica e 0,7% de biomassa (GALBIATTI-SILVEIRA, 2018). Vale destacar também que a biomassa apresenta valores mais significativos quando analisado um ano completo, visto que esse tipo de produção não tem muita representatividade para os meses de janeiro a março. Por exemplo, o estudo da oferta interna de energia elétrica por fonte para o ano de 2017 mostrou que a biomassa teve um valor total de 8,2%. A porcentagem dos outros tipos de fonte também aumentou, fazendo a energia hidráulica baixar para 65,2%, todavia, a mesma continuou sendo o principal representante da oferta interna de energia (EPE, 2017).

Com base nos dados apresentados e no histórico político que tange a matriz energética brasileira, o incentivo ao uso de energias renováveis inicialmente não tinha como objetivo principal a proteção do clima. O foco brasileiro estava na diversificação das fontes renováveis, além das hidrelétricas, para reduzir seus impactos sociais e ambientais e mitigar a vulnerabilidade hídrica, dada a dependência do país do regime de chuvas. Esse enfoque buscava garantir a segurança energética, já que a baixa dos níveis dos reservatórios de água frequentemente leva ao aumento do uso de termelétricas. Com o tempo, a preocupação com a emissão de gases e a proteção do clima ganhou maior relevância (GALBIATTI-SILVEIRA, 2018).

A trajetória histórica da evolução energética ilustra como as revoluções industriais moldaram o desenvolvimento da infraestrutura energética global. A cada etapa das inovações, as mudanças não apenas transformaram a eficiência e a capacidade produtiva, mas também ampliaram as possibilidades de integrar novas tecnologias e práticas no setor energético. Esta progressão ressalta a importância de adaptar as estratégias energéticas para acompanhar a rápida evolução da sociedade e suas implicações para o desenvolvimento sustentável.

No contexto nacional, a Revolução 4.0 representa uma dualidade de riscos e oportunidades. Por um lado, as tecnologias emergentes têm o potencial de otimizar o uso de recursos e reduzir a geração de resíduos, contribuindo para uma produção mais sustentável e eficiente. Inovações como robótica e *blockchain* oferecem novas ferramentas para o monitoramento ambiental e a gestão dos recursos naturais. No entanto, a crescente automação e a integração de inteligência artificial também provocam um aumento na demanda energética, o que pode impactar a matriz e dessa forma acirrar a competição por recursos. A adaptação às novas demandas e a mitigação dos impactos negativos são essenciais para garantir que os benefícios das tecnologias modernas sejam amplamente aproveitados.

A experiência do Brasil ao longo da história energética revela um caminho de progresso, desafios e adaptação contínua. Desde as primeiras usinas termelétricas e hidrelétricas até o surgimento de fontes renováveis e a resposta à crise energética de 2001, o país demonstrou uma capacidade de inovação e ajuste frente às necessidades e oportunidades do setor. Apesar de um histórico de predominância das hidrelétricas e desafios na integração de fontes renováveis, o Brasil tem avançado em sua transição para uma matriz energética mais diversificada e sustentável. O foco inicial na diversificação para mitigar impactos e garantir segurança energética evoluiu para uma crescente preocupação com as emissões e a proteção climática, refletindo uma conscientização e adaptação, ainda que gradual, ao contexto global de mudanças climáticas.

## **2.2 Mudanças climáticas associadas à geração elétrica**

O desafio de combater o aquecimento global não pode ser resolvido em um período curto ou médio. Devido à complexidade do fenômeno, sua solução requer esforços contínuos ao longo do tempo. Isso demanda a implementação de políticas coordenadas e medidas eficazes, apoiadas por uma cooperação internacional sólida, para desenvolver uma resposta a um problema de escala global (RIBAS, 2013).

A partir de 1988, uma nova era se iniciou, marcada pela crescente relevância das discussões climáticas no âmbito internacional. Essa temática transcendeu as fronteiras científicas, tornando-se uma preocupação política premente, com líderes governamentais moldando suas próprias abordagens e convergindo em encontros para enfrentar os desafios climáticos. No mesmo período, foi identificado avanços significativos na formalização da pesquisa científica e na crescente politização das mudanças climáticas

com a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (RIBAS, 2013). Este marco foi fruto de esforços conjuntos da Secretaria Geral da Organização Meteorológica Mundial (OMM) e da Direção Executiva do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), ambos órgãos da ONU. O objetivo era fornecer uma avaliação científica, imparcial e internacionalmente coordenada para melhor compreender o impacto dos gases de efeito estufa no clima global, bem como suas implicações e potenciais consequências para as economias nacionais (RIBAS, 2013).

Em 2004, as emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) foram estimadas em 49 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (GtCO<sub>2</sub>-eq) (IPCC, 2007). Nesse mesmo ano, a Agência Internacional de Energia (AIE) indicou que as emissões de dióxido de carbono provenientes da queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural) corresponderam a 26,6 GtCO<sub>2</sub>, ou cerca de 55% do total de GEE emitidos (IEA, 2007). Ainda em 2004, as emissões relacionadas ao uso de energia, considerando todos os tipos de GEE, foram superiores a 30 GtCO<sub>2</sub>-eq (IPCC, 2007). Assim, O setor energético foi responsável, por um bom tempo, por pelo menos 60% das emissões totais de GEE.

Entre 1970 e 2004, as emissões globais de GEE aumentaram em 70%, passando de 28,7 para 49 GtCO<sub>2</sub>-eq. No mesmo período, as emissões provenientes do fornecimento de energia cresceram 145%, sendo o maior aumento observado, enquanto as emissões do setor de transportes cresceram 120%, o segundo maior aumento (IPCC, 2007). De acordo com o IPCC, sem medidas de mitigação, as emissões de GEE poderiam aumentar entre 25% e 90% entre 2000 e 2030, com as emissões associadas ao uso de energia podendo crescer entre 40% e 110%.

Portanto, do ponto de vista das emissões de GEE, o papel do setor energético é crucial, e a redução dessas emissões exige medidas eficazes que não comprometam a qualidade de vida, especialmente para as populações que ainda não têm acesso adequado à energia. Por outro lado, o aumento das emissões de dióxido de carbono relacionadas ao uso de energia pode ser examinado por meio de uma análise de decomposição. Esse crescimento pode ser atribuído a vários fatores: o aumento da população, o crescimento da renda per capita, as mudanças na intensidade energética (por exemplo, medida em GJ/\$ do PIB) e as alterações na intensidade das emissões por unidade de energia (por exemplo, CO<sub>2</sub>/GJ). A intensidade energética tende a diminuir à medida que a eficiência no uso da energia aumenta e a participação de setores que consomem muita energia na economia diminui. Por outro lado, a intensidade das emissões será menor se a matriz energética

contar com menos insumos de alta intensidade de carbono e mais fontes de energia renováveis.

Os gráficos e modelos climáticos demonstram claramente que o aquecimento exponencial da Terra, não se deve a processos naturais. Entender essa questão é essencial para o setor de eficiência energética, pois a busca por soluções não se restringe apenas à economia e distribuição de energia para o bem-estar, mas também envolve considerações políticas e, mais importante, a autossuficiência do planeta (NÚÑEZ-HIDALGO, 2019).

Evidências climatológicas sustentam a análise das mudanças climáticas, mostrando uma clara tendência de aquecimento. Um dos principais indicadores é o ciclo do carbono: qualquer alteração no ciclo regular de carbono afeta todo o sistema, e a magnitude do impacto depende da magnitude da alteração. Os seres humanos estão transferindo carbono do ciclo lento para o ciclo rápido a uma velocidade sem precedentes, ao consumir reservatórios fósseis que levaram milhões de anos para formar e liberar carbono (NÚÑEZ-HIDALGO, 2019).

Além disso, as concentrações de gases de efeito estufa (GEE) não foram tão altas quanto as atuais nos últimos 800 mil anos (Figura 1). Elas nunca foram tão elevadas nos últimos 2 milhões de anos. Os níveis de GEE começaram a aumentar entre 1860 e 1880 e dispararam desde 1960, com os níveis de CO<sub>2</sub> alcançando mais de 400 ppm em 2015, Figura 1 (NÚÑEZ-HIDALGO, 2019). Esse aumento não pode ser explicado por forças naturais, como atividades vulcânicas globais ou incêndios florestais, Figura 2, pois a influência humana é agora mais significativa do que esses ciclos naturais, contribuindo para o aumento observado nas temperaturas médias globais (NÚÑEZ-HIDALGO, 2019).

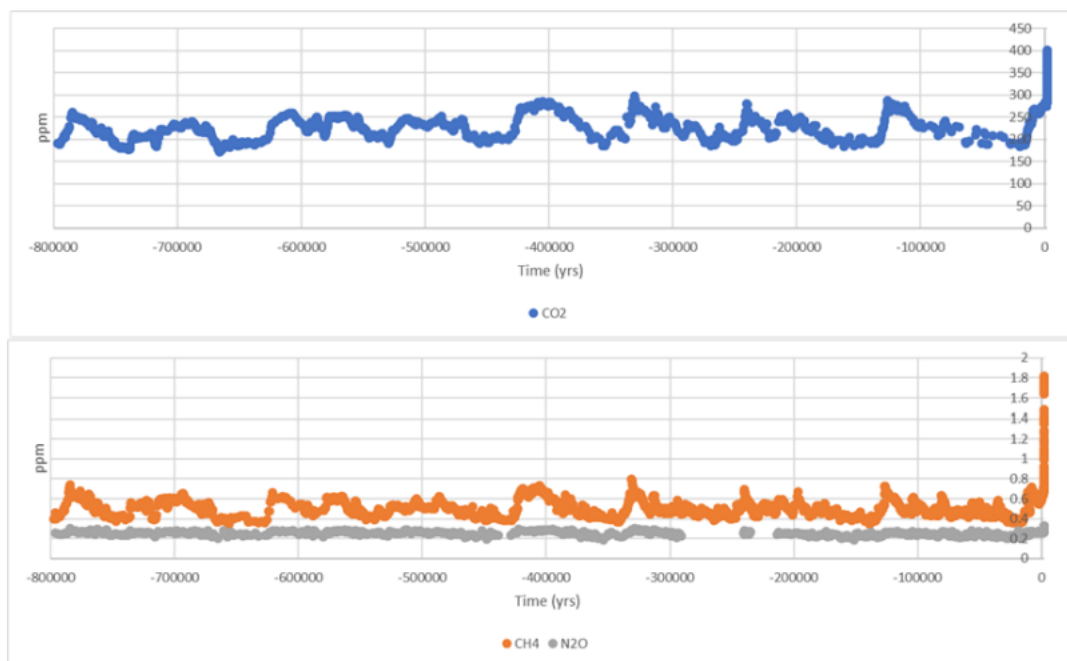


Figura 1: Emissões de GEE para um período que abrange os últimos 800 mil anos até os dias atuais (2000-2015). Os níveis de CO2 são estimados em ppm e os níveis de CH4 e N2O em ppb

Fonte: NÚÑEZ-HIDALGO (2019)

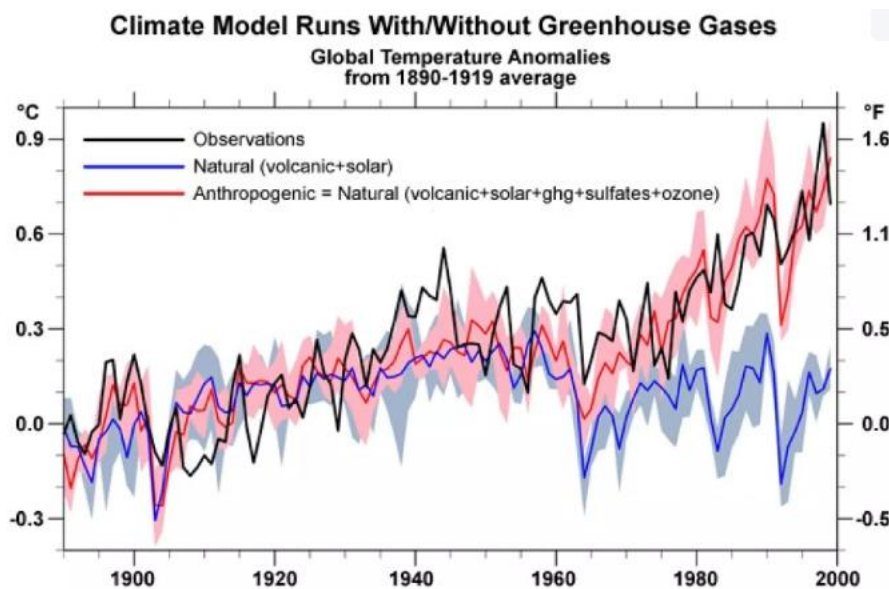


Figura 2: Modelo climático

Fonte: NÚÑEZ-HIDALGO (2019)

Comprender a influência das mudanças climáticas no setor de eficiência energética é fundamental não apenas para otimizar o uso e a distribuição de recursos



energéticos, mas também para enfrentar os desafios associados à sustentabilidade ambiental e à segurança energética global. À medida que as evidências científicas reforçam a relação entre as atividades humanas e o aumento das concentrações de gases de efeito estufa, torna-se imperativo que políticas energéticas sejam formuladas com base em dados científicos confiáveis e estratégias que promovam a redução das emissões e a transição para fontes de energia renovável. Este esforço não se limita à economia; ele abrange uma gama de aspectos, desde a necessidade de inovação tecnológica de modelos energéticos até a criação de estruturas políticas que incentivem o setor energético e a sustentabilidade.

Além disso, a questão da eficiência energética está ligada ao desenvolvimento sustentável. A mudança climática impõe a necessidade de não apenas ajustar como produzimos e consumimos energia, mas também de garantir que as soluções adotadas promovam a resiliência ambiental e a capacidade de os ecossistemas e as sociedades se adaptarem às novas condições climáticas. Para assegurar a viabilidade a longo prazo do planeta, é importante que os esforços no setor de energia estejam alinhados com metas globais de redução de emissões e proteção ambiental, garantindo assim um futuro mais equilibrado e sustentável para as próximas gerações.

### **2.3 Cenário energético brasileiro**

A produção de energia elétrica no Brasil, tanto em usinas de serviço público quanto por autoprodutores, alcançou 708,1 TWh em 2023, um aumento de 4,6% em relação a 2022. As usinas de serviço público foram responsáveis por 79,9% da geração total. A energia gerada por fontes hídricas, que é a principal fonte de eletricidade no país, teve uma diminuição de 0,3% em comparação ao ano anterior. Em 2023, a autoprodução (APE) correspondeu a 20,1% do total gerado, somando 142 TWh. Deste total, 81,1 TWh foram consumidos diretamente pelas próprias instalações geradoras, caracterizando o que se denomina de autoprodução clássica (EPE, 2024).

A autoprodução clássica inclui diversas indústrias que geram energia para uso próprio, como os setores de Papel e Celulose, Siderurgia, Açúcar e Alcool, Química, entre outros, além do Setor Energético. A geração elétrica proveniente de fontes não renováveis representou 11,0% do total nacional, em comparação a 12,3% em 2022 (EPE, 2024). Com as importações líquidas de 15,1 TWh, a oferta interna de energia elétrica totalizou 723,2 TWh, um aumento de 4,8% em relação ao ano anterior. O consumo final de eletricidade

foi de 616,3 TWh, refletindo um crescimento de 5,2% em relação ao ano anterior. A Figura 3 ilustra a estrutura da oferta interna de eletricidade no Brasil em 2023 (EPE, 2024).

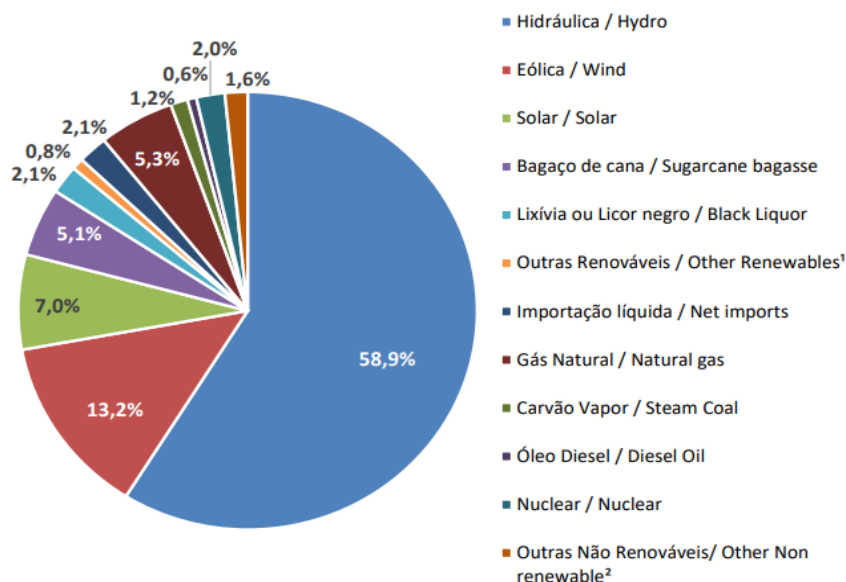


Figura 3: Oferta interna de energia elétrica por fonte

Fonte: EPE (2024)

O Brasil possui uma matriz elétrica predominantemente renovável, com ênfase na energia hídrica. Em 2023, a fonte hídrica respondeu por 58,9% da oferta interna de eletricidade, considerando que quase todas as importações são provenientes da usina de Itaipu (EPE, 2024). As fontes renováveis, de modo geral, totalizam 89% da oferta interna de energia, que é a soma da produção nacional e das importações, majoritariamente renováveis. Em 2023, o consumo final de eletricidade foi de 616,3 TWh, mostrando um crescimento de 5,2% em relação ao ano anterior, com os setores industrial e residencial contribuindo com 36,4% e 27,5%, respectivamente, Figura 4. Além disso, os setores industrial, residencial e comercial foram responsáveis por 80,8% do consumo total de energia elétrica no Brasil, Figura 4. A capacidade total instalada de geração de eletricidade, considerando tanto as centrais de serviço público quanto as autoprodutoras, chegou a 199.325 MW, sem contabilizar a mini e micro geração distribuída (EPE, 2024).

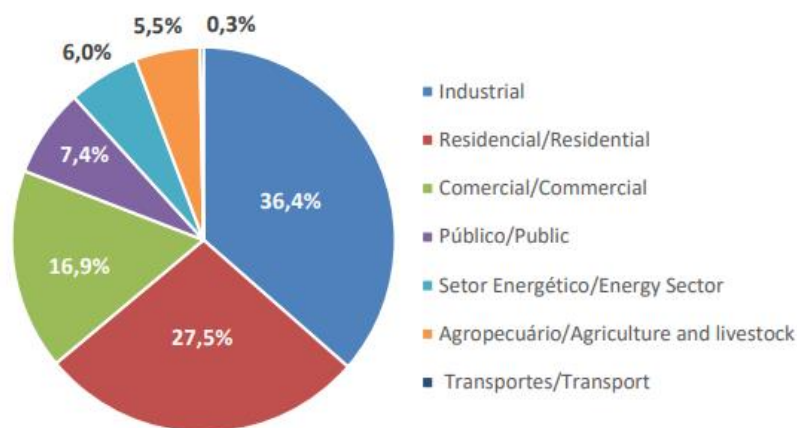


Figura 4: Participação setorial no consumo de eletricidade

Fonte: EPE (2024)

Segundo informações da ANEEL, as projeções para o mercado de micro e minigeração distribuída mostram que o processo de adoção das tecnologias começou a ser explorado partir de 2016. Entre os anos de 2016 e 2021, houve um considerável aumento na capacidade instalada, totalizando 8.013 MW ao final desse período, o que representa aproximadamente 4% da capacidade instalada total do Brasil. Desse montante, a energia solar fotovoltaica corresponde a 98% do total, enquanto a energia hídrica representa menos de 1% (CUPERTINO, 2023). Em termos absolutos, os dados divulgados até dezembro de 2021 indicam que havia 8.771 MW de capacidade instalada em sistemas fotovoltaicos, 15 MW em sistemas eólicos, 115 MW em sistemas termelétricos e 63 MW em sistemas hidrelétricos (CUPERTINO, 2023).

Entre 1970 e 2010, as emissões no Brasil quase quintuplicaram, com um crescimento médio anual de 4,0%. Esse período foi marcado por mudanças significativas no país, impulsionadas pelo aumento da atividade econômica, crescimento populacional e movimentos migratórios, juntamente com o processo de industrialização. Houve também uma transição gradual em algumas fontes de energia, especialmente a lenha, notável durante os anos 1970-1980, quando as emissões cresceram a uma taxa média de 8,1% ao ano (EPE, 2020). De 2011 a 2015, a taxa de crescimento das emissões aumentou

para 5,6% ao ano, principalmente devido a eventos de estresse hídrico, que foram temporariamente compensados pelo acionamento de termelétricas. Durante esse mesmo período, o crescimento das emissões relacionadas ao consumo final permaneceu em torno de 3,0% ao ano, enquanto as emissões relacionadas à produção de energia elétrica cresceram a uma taxa de 26,2% ao ano, Figura 5 (EPE, 2020).

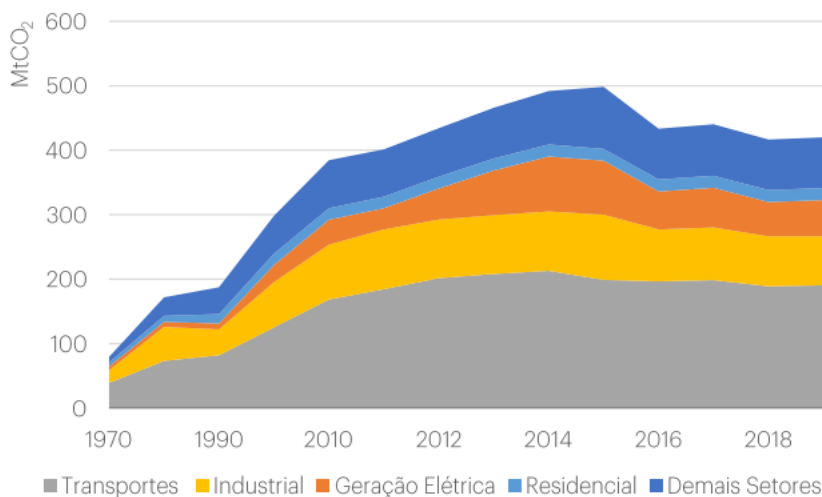


Figura 5: Emissões de GEE na matriz energética brasileira

Fonte: EPE (2020)

Atualizações do Balanço energético Nacional mostram as projeções para o ano de 2030. Nota-se que para o período de 2023 até 2030, espera-se uma taxa média de crescimento anual de 2,77% ao ano, Figura 6. Além disso, é possível perceber que o aumento das emissões em 2023 (+0,8%) teve um valor menor se comparado ao aumento da Oferta Interna de Energia (+3,6%) (EPE, 2024). Esse padrão foi resultado de um regime hídrico favorável e da maior participação da biomassa, eólica e solar fotovoltaica na OIE (EPE, 2024).

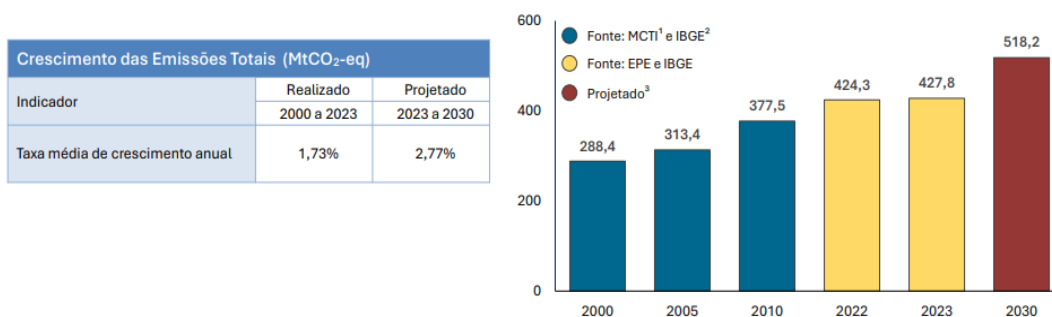


Figura 6: Evolução do total das emissões de CO<sub>2</sub> associadas à matriz energética

Fonte: EPE (2024)

Em uma análise mais focada em relação à geração de energia elétrica. As emissões de GEE só aumentaram a partir de 1970, tendo pico em 2014. Posteriormente ao ano de 2015, houve uma reversão da tendência do perfil e um decréscimo da porcentagem. Entre os anos de 2015 até 2019, as emissões de GEE descaíram a uma taxa média de 4,2% ao ano, Figura 7. O resultado foi decorrente, dentre outros fatores, de uma recessão econômica e melhor regime hídrico durante esse período (EPE, 2020).

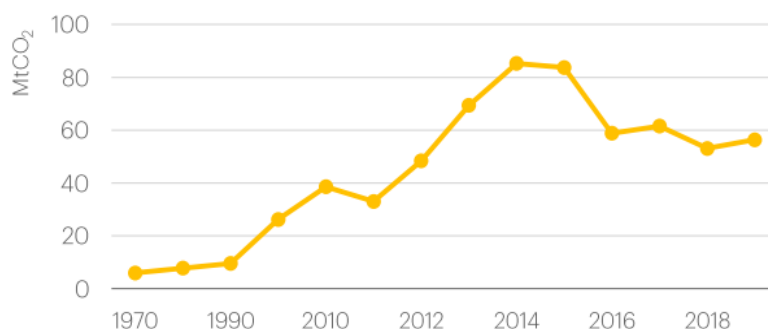


Figura 7: Emissões associadas ao consumo final e a geração de energia elétrica entre 1970 e 2018

Fonte: EPE (2020)

Com base na análise do panorama energético brasileiro abordado neste capítulo, observam-se avanços e desafios significativos na eficiência e na sustentabilidade do setor. Os dados do Balanço Energético Nacional (BEN) revelam uma melhoria modesta na eficiência energética em alguns setores, enquanto outros demonstram estagnação ou até mesmo um retrocesso. As emissões de GEE mostraram um padrão complexo de crescimento e redução, evidenciando a necessidade contínua de estratégias eficazes para a gestão e mitigação das emissões. Assim, enquanto o Brasil continua a se beneficiar de uma matriz energética predominantemente renovável, a trajetória rumo à eficiência

energética e à sustentabilidade requer esforços renovados e uma abordagem mais integrada para enfrentar os desafios emergentes, como por exemplo a geração fotovoltaica distribuída.

Sistemas de geração fotovoltaica distribuída, conectados à rede elétrica, apresentam uma gama de vantagens, como observado por Rütther (2004). Estes incluem a capacidade de se integrar harmoniosamente às estruturas das edificações, como telhados, lajes e janelas, sem competir com a ocupação do solo, resultando na redução dos investimentos e perdas em linhas de transmissão e distribuição. Além disso, esses sistemas demonstram um notável fator de capacidade em locais e contextos nos quais o consumo de energia coincide com a geração. Adicionalmente, são caracterizados por sua modularidade e facilidade de instalação, permitindo uma rápida adição de potência ao sistema conforme necessário (RUTHER, 2004).

Além disso os agentes microgeradores têm a opção de adotar três configurações de geração. Estas incluem a geração de energia em quantidades inferiores ao próprio consumo, o que evita a comercialização de excedentes e utiliza a geração como um meio de reduzir a demanda da rede elétrica. Outra opção é a geração de energia que atenda integralmente à demanda, envolvendo a compra e venda de energia com a distribuidora para ajustar os horários de consumo. Ademais, os microgeradores podem produzir energia para armazenamento, permitindo assim a redução da demanda da rede elétrica durante os horários de pico, esse sistema é chamado de acúmulo de energia (FARRET, 2010). Visto isso, a adoção desse tipo de geração pode ser aplicada em todos setores de consumo, seja residencial, comercial ou industrial, se tornando assim uma ótima opção de eficiência energética.

#### **2.4 Incentivos para mudanças do consumo energético**

O Selo Procel de Economia de Energia, ou simplesmente Selo Procel, é uma marcação fornecida pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) com o propósito de servir como uma ferramenta direta e eficaz para os consumidores identificarem os produtos mais eficientes em termos de consumo energético disponíveis no mercado. Ao optar por um eletrodoméstico com o Selo Procel, os consumidores podem tomar decisões informadas, escolhendo produtos que consomem menos energia em comparação com alternativas sem o selo. O Selo Procel, uma iniciativa do Programa

Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), foi estabelecido oficialmente em 8 de dezembro de 1993, sob a gestão da Eletrobras. Desde sua criação, o Procel colabora com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), além de parcerias com associações de fabricantes, pesquisadores universitários e laboratórios (BRASIL, 2013). O objetivo principal do Selo Procel é incentivar a disponibilidade de equipamentos cada vez mais eficientes no mercado brasileiro, promovendo assim a conservação de energia elétrica.

Um outro certificado importante para verificar a conformidade dos aparelhos eletrônicos é o selo do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia). Esse instituto é encarregado da administração dos Programas de Avaliação e Conformidade, nos quais são realizadas análises para verificar se os produtos estão em conformidade com os padrões estabelecidos no Brasil para sua comercialização. A certificação é dada após o produto passar por diversos testes, incluindo teste previsto na resolução de número 5/2008 do Conmetro, e for confirmado que este segue o padrão regulatório (BRASIL, 2013).

Existem diversos certificados que impulsionam empresas de diversos ramos a mudarem sua gestão por práticas mais sustentáveis. Celos internacionais são impulsores dessa tomada de atitude. As normas da Organização Internacional para Padronização - ISO, por exemplo, buscam criar padrões globais para bens e serviços confiáveis. Foi criada em 1947 em Genebra na Suíça e hoje é popularmente conhecida e utilizada em diversos países e conta com uma série de normas de gestão empresarial (ESGTODAY, 2024).

O veículo de informação ESG Today apontou que Organização Internacional para Padronização (ISO) lançará um novo padrão sobre emissões líquidas zero. A regularização está prevista para ser lançada na conferência COP30 em novembro de 2025. A nova ISO tem o objetivo de fornecer mais clareza e credibilidade na conduta das empresas. Bem como, esclarecer as metas e estratégias de emissões líquidas zero em busca da proteção do *greenwashing*. Segundo a organização, o novo documento irá transformar as diretrizes em um padrão internacional de Net Zero, que poderá ser verificado de forma independente (ESGTODAY, 2024).

Desse contexto, trabalhos estão sendo realizados para a criação desse documento, mais de 170 países estão envolvidos por meio de órgãos nacionais. A convocação para o desenvolvimento da nova ISO foi feita pelo órgão nacional de padrões do Reino Unido,

o British Standards Institution (BSI), em participação do órgão nacional de padrões da Colômbia. Uma vez que a norma for elaborada, a mesma pode ser implantada tanto em empresas de fornecimento de energia quanto companhias que consomem recursos energéticos, o que é o caso de redes hoteleiras (ESGTODAY, 2024).

Diante do material apresentado pode-se dizer que a criação dessa norma será muito benéfica para atingir os objetivos da redução de gases do Efeito Estufa tratados no acordo de Paris. Além disso, o documento vai de encontro com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) criado pela Organização das Nações Unidas (ONU). A interferência se dá diretamente no objetivo 7, de energia limpa e acessível, bem como no 12, consumo e produção responsável. Além de ser relevante indiretamente nos demais objetivos. Já a adoção e popularização dessa ISO pode variar dependendo do país, visto a grande influência da política, economia e cultura de cada um deles. Por exemplo, a emissão de selos traz uma série de benefícios que estimulam as empresas a adotarem esse regulamento. No caso do Brasil, a ISO 9001 é muito famosa justamente por esse fator. Sendo assim, espera-se que a norma seja bem elaborada e realística, permitindo a implantação em empresas de pequeno, médio e grande porte ao redor do mundo.

Sendo assim, s incentivos para mudanças no uso energético desempenham um papel crucial na construção de um futuro sustentável. A promoção de práticas mais eficientes e responsáveis no consumo de energia não apenas contribui para a redução de custos e o avanço tecnológico, mas também reflete um compromisso com a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável. Essas iniciativas têm um impacto profundo no setor político, uma vez que pressionam governos a adotar políticas mais rigorosas e favoráveis ao meio ambiente, alinhando-se com os compromissos globais de redução de emissões e enfrentamento das mudanças climáticas. No âmbito social, a adoção de práticas energéticas mais eficientes promove a conscientização e engaja a população em ações que beneficiam o bem-estar coletivo, ao mesmo tempo em que estimula a inovação e a criação de empregos verdes. Assim, a integração de estratégias eficazes de uso energético é fundamental para o progresso ambiental, econômico e social, garantindo um futuro mais sustentável e equilibrado para as próximas gerações.

## **2.5 Setor Hoteleiro no Brasil**

O setor hoteleiro, um dos pilares da economia global, desempenha um papel importante no turismo e na hospitalidade. Com uma demanda crescente por experiências



de viagem, os hotéis se esforçam para oferecer conforto e serviços de qualidade, mas isso vem acompanhado de um impacto ambiental significativo, especialmente no consumo de energia. A necessidade de implementar práticas sustentáveis se torna cada vez mais evidente, não apenas para atender a um mercado cada vez mais consciente, mas também para reduzir custos operacionais e melhorar a eficiência energética. Com o avanço da tecnologia e a conscientização sobre a preservação do meio ambiente, a gestão eficiente dos recursos se torna uma prioridade.

Dentro desse contexto, o consumo de energia em hotéis é uma preocupação central. Estimativas indicam que uma parcela considerável da energia utilizada nesses estabelecimentos é destinada a equipamentos essenciais, como chuveiros elétricos, que têm um impacto direto nas faturas de energia. O comportamento dos hóspedes, muitas vezes caracterizado pela falta de consciência ambiental, contribui para o desperdício de recursos, tornando a implementação de medidas de eficiência ainda mais urgente. Além disso, o estado de conservação dos equipamentos e a escolha adequada das tarifas de energia são fatores que influenciam tanto o desempenho energético quanto a sustentabilidade econômica dos hotéis. Com a aplicação de estratégias de gestão mais eficazes, o setor pode não apenas diminuir seus custos, mas também promover um futuro mais sustentável para a indústria.

O chuveiro elétrico como já descrito tem um papel significativo no consumo de energia de residências e redes de hospedagem. De acordo com Nogueira (2007), estima-se que o chuveiro elétrico seja responsável por aproximadamente 26% do consumo total de energia no setor hoteleiro. Além disso, a falta de consciência ambiental dos hóspedes também é um fator responsável pelo aumento do consumo energético. O desperdício de água, bem como o energético acontece pois os turistas pagam uma taxa fixa diária e não se sentem responsáveis pelo pagamento da fatura mensal de energia. O setor hoteleiro, desta forma, é uma das áreas com mais oportunidade de redução energética, somente levando em conta o desperdício (ROSA e MÜHLEN, 2002).

O estado de conservação dos aparelhos também pode influenciar significativamente o aumento do consumo de energia. Uma lâmpada de LED de 9W pode substituir uma de 100W incandescente e de mesmo modo, substituir uma lâmpada de 19W Fluorescente (BLEY, 2012).

Bem como, escolher a melhor tarifa que se adequa as necessidades do empreendimento também é um dos passos importantes para se alcançar a melhor

eficiência do uso de energia elétrica. A resolução normativa ANEEL nº 1000/2021 e o Módulo 7 dos procedimentos de regulação Tarifária – Proret definem as opções de contratação de acordo com o Grupo Tarifário (BRASIL, 2024). Sendo esses:

Grupo A - Unidades consumidoras da Alta Tensão (Subgrupos A1, A2 e A3), Média Tensão (Subgrupos A3a e A4), e de sistemas subterrâneos (Subgrupo AS) (BRASIL, 2024).

- Modalidade Horária Azul: Aplicada às unidades caracterizadas por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia;
- Modalidade Horária Verde: A aplicada às unidades caracterizadas por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e de uma única tarifa de demanda de potência;
- Modalidade Convencional Binômia: aplicada às unidades caracterizadas por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, independentemente das horas de utilização do dia;

Grupo B - Unidades consumidoras da Baixa Tensão, das Classes Residencial (Subgrupo B1), Rural (B2), Demais Classes (B3) e Iluminação Pública (B4) (BRASIL, 2024).

- Modalidade horária Branca: aplicada conforme Resolução Normativa nº 414/2010, ou o que vier a sucedê-la, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia;
- Modalidade Convencional Monômia: aplicada às unidades caracterizadas por tarifas de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia;

A partir das diretrizes apresentadas é importante escolher a tarifa que se melhor se adequa às características do hotel, de forma a fornecer benefícios econômicos para empresa contratante. Em alguns casos, somente a adequação da tarifa à empresa é responsável por um significativo ganho econômico devido à redução de custos.

Vale destacar que na Tarifa Branca de energia o consumidor paga por três valores estabelecidos ao longo do dia; horário de ponta, horário intermediário e período fora de ponta, sendo que a tarifa decresce de valor nessa ordem, salvo fins de semana e feriados

nacionais, onde essa regra não se aplica. Sendo assim, consumidores que concentram o uso de energia na faixa do horário fora de ponta têm benefícios em adquirir essa bandeira, já os consumidores que também utilizam energia no horário intermediário não se beneficiam, já que o valor cobrado por esse período é maior do que o valor da Tarifa Convencional (Única tarifa ao longo do dia) (CEMIG, 2021). É importante conhecer esses aspectos, visto que, uma simples medida da modalidade energética contratada pode resultar em um ganho significativo de recursos financeiros para unidades consumidoras de baixa tensão.

Segundo o relatório do PROCEL sobre as particularidades energéticas do ramo hoteleiro, foi evidenciado que o fator de carga médio desse setor atinge 42,4%. Denota-se que o fator de carga ( $F_c$ ), também chamado como demanda, é uma razão entre a demanda média (carga média consumida) pela demanda máxima (carga máxima consumida), Figura 8. Quando o fator de carga está exatamente ou aproximadamente 1, significa que o consumo ao longo de um determinado período encontra-se mais uniforme (FARRET, 2010). Além disso, a pesquisa revelou que 63% dos estabelecimentos hoteleiros no Brasil são caracterizados como consumidores tradicionais, enquanto 29% são classificados como horo-sazonais verdes e 8% como horo-sazonais azuis (PROCEL, 2014).

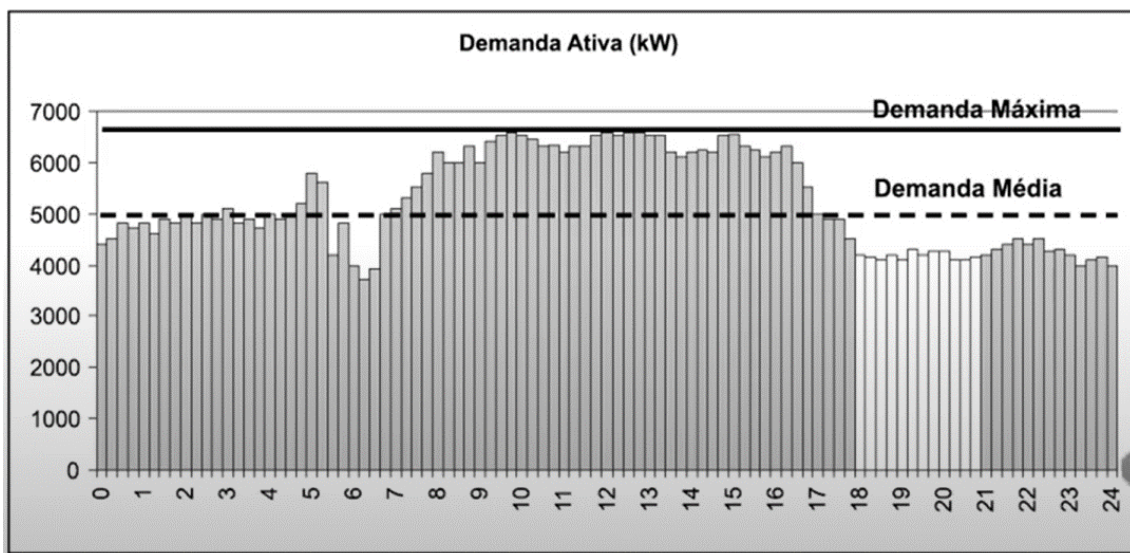


Figura 8: Demanda Máxima e Demanda Média

Fonte: CANAL SOLAR (2019)

A partir do assunto abordado é evidente que a gestão eficiente do consumo de energia, especialmente em setores como o hoteleiro, apresenta oportunidades

significativas para a redução de custos e impacto ambiental. O chuveiro elétrico, por exemplo, desempenha um papel crucial no consumo energético das residências e hotéis, refletindo a necessidade urgente de maior consciência e práticas sustentáveis entre os consumidores e operadores do setor. Além disso, a escolha adequada de tarifas e o estado de conservação dos aparelhos são fatores determinantes para otimizar o uso da energia elétrica e reduzir despesas. As normas tarifárias e as opções de contratação disponíveis oferecem ferramentas valiosas para ajustes econômicos e operacionais. À medida que o setor hoteleiro e outros segmentos adotam práticas mais eficientes e se adaptam às tarifas adequadas, os benefícios vão além da economia direta, promovendo uma contribuição significativa para a conservação ambiental e a sustentabilidade. A integração de medidas eficazes na gestão energética não apenas alinha as operações às diretrizes regulatórias, mas também impulsiona um compromisso mais amplo com a eficiência e a responsabilidade ambiental.

## **2.6 Sustentabilidade no setor hoteleiro**

Segundo estudo realizado por Cetrulo *et al* (2013), a utilização de cartão magnético em conjunto com os interruptores para acionamento dos equipamentos eletrônicos como lâmpadas, ar-condicionado e televisão resultam em uma redução de 48% do consumo de energia oriundo dos quartos. Além disso o uso de sensor de presença nos corredores também contribui com o menor gasto energético.

Para construções futuras que visam fins de hospedagem pode ser aplicado a técnica de edifícios inteligentes. Um exemplo de edifício inteligente no Brasil é o prédio localizado em São Paulo: o Eldorado Business Tower. A arquitetura e materiais utilizados nesse empreendimento permitem a passagem de 70% da luz solar sem que haja a passagem de calor (MORALES, 2012). Esse sistema proporcionou menores custos com iluminação e condicionamento de ar. Outro mecanismo de economia de edifícios inteligentes é a instalação de elevadores com regenerador, esse sistema utiliza a energia que seria perdida na frenagem para gerar energia. Essa mudança no funcionamento proporciona uma economia de 40% a 50% da energia que seria utilizada (MORALES, 2012).

Um exemplo notável de um empreendimento hoteleiro que abordou não apenas as considerações ambientais, mas também as sociais e culturais é o Rosewood São Paulo. O projeto, liderado pelo renomado arquiteto Jean Nouvel, foi concebido para se integrar

harmoniosamente à paisagem local, sendo apelidado de "mata atlântica" devido à presença de árvores com mais de 15 metros de altura adornando toda a fachada (ROSEWOOD, 2024). Além disso, o hotel priorizou o uso de materiais brasileiros na mobília, refletindo o compromisso com a valorização da produção nacional. Para garantir a autenticidade e o caráter local do empreendimento, o diretor artístico, arquiteto e designer de interiores do Rosewood São Paulo empenhou-se em empregar exclusivamente materiais nacionais e colaborar com fornecedores, designers e artesãos brasileiros. Assim, todos os apartamentos, móveis e interiores foram criados por talentosos artesãos e designers locais, utilizando materiais provenientes do Brasil (ROSEWOOD, 2024).

Segundo o Fórum de operadores hoteleiros no Brasil a política ESG está em ascensão no setor hoteleiro. Gestores e proprietários estão dedicando significativos recursos humanos e financeiros para aderir a essa abordagem. Esta tem se estabelecido como uma prioridade essencial no setor, em sintonia com a crescente expectativa dos hóspedes por hotéis comprometidos com práticas ESG (FOHB, 2023).

Este capítulo destaca como a adoção de tecnologias sustentáveis e práticas eficientes pode transformar o setor hoteleiro. Exemplos como o uso de cartões magnéticos para controlar o consumo de energia e edifícios inteligentes, como o Eldorado Business Tower, mostram que é possível reduzir significativamente o gasto energético. Projetos como o Rosewood São Paulo, que valoriza materiais locais e se integra ao ambiente, ilustram o compromisso com a sustentabilidade ambiental e cultural. A crescente importância das práticas ESG no setor hoteleiro e o aumento do turismo internacional, especialmente em hotéis de luxo, evidenciam a necessidade de uma abordagem sustentável. A sustentabilidade não só melhora a eficiência e reduz custos, mas também responde às expectativas dos hóspedes e às exigências globais por responsabilidade ambiental, tornando-se uma prioridade estratégica para o futuro do setor.

## **2.7 Fontes de energia renovável**

A geração de eletricidade a partir de fontes renováveis passou a se destacar à medida do avanço do conhecimento e conscientização sobre a finitude dos recursos de origem fóssil. Os parques eólicos surgem como uma alternativa promissora para a geração de energia. Todavia, apenas uma pequena parte do vento está disponível a alturas próximas da superfície terrestre (até 200 metros) para aproveitamento prático, e dentro

dessa área, somente algumas regiões têm condições adequadas para a exploração eficiente da energia eólica (EPE, 2016).

No contexto da fonte eólica, esta começou a se destacar nos anos 2000. Durante o período compreendido entre os anos 2000 e 2019, a geração eólica evidenciou uma singela performance. Inicialmente marginal, representando menos de 1% da matriz energética, sua contribuição alcançou, em 2019, uma parcela de quase 9%, ultrapassando a biomassa. Esse crescimento pode ser atribuído, em grande medida, às políticas setoriais implementadas ao longo desse lapso temporal, conforme delineado na cronologia do setor elétrico (EPE, 2020). Os programas para inserir a energia eólica foram aumentando ao longo dos anos, entretanto esse tipo de energia pode ser explorado ainda mais para proporcionar uma diversidade na matriz elétrica brasileira.

Em relação a energia proveniente do Sol, esta vem sendo apropriada pelo ser humano ao longo de toda história. Todavia, o uso do Sol como fonte direta de eletricidade é uma prática relativamente recente, que começou apenas na metade do século XX. Para esse fim, destacam-se duas tecnologias principais: a fotovoltaica, que transforma a luz solar diretamente em eletricidade, e a heliotérmica, que utiliza a energia solar para aquecer um fluido e gerar vapor, permitindo a produção de eletricidade de forma termelétrica (EPE, 2016).

Embora a geração de eletricidade a partir de fontes solares, como a fotovoltaica e a heliotérmica, ainda represente uma pequena fração da matriz energética global, essas tecnologias têm atraído atenção crescente devido às suas perspectivas positivas. O avanço significativo na capacidade instalada nos últimos anos, aliado à redução drástica dos custos, juntamente com o elevado potencial técnico e a característica de não emitir poluentes durante a operação, fez com que o interesse mundial se voltasse para a energia solar como uma alternativa viável de fornecimento elétrico.

Entre as duas tecnologias solares, a fotovoltaica tem se destacado mais acentuadamente no mercado. O desenvolvimento da energia fotovoltaica pode ser dividido em quatro fases distintas. Inicialmente, as células fotovoltaicas eram empregadas em aplicações espaciais. A partir da década de 1970, com as crises do petróleo, a fotovoltaica começou a se viabilizar economicamente para atender áreas terrestres isoladas, utilizando baterias (EPE, 2016). No final dos anos 1990, vários países lançaram programas para promover a geração fotovoltaica conectada à rede, oferecendo tarifas-

prêmio para a energia gerada, o que resultou em uma significativa redução dos custos e possibilitou a paridade tarifária em geração distribuída (EPE, 2016).

Por outro lado, a energia heliotérmica, que utiliza a energia solar para aquecer um fluido e gerar vapor, oferece uma maior estabilidade na geração devido à sua natureza termelétrica, sendo menos suscetível às variações da irradiação solar. A heliotérmica também possui a vantagem de poder operar com armazenamento ou em conjunto com fontes de backup, permitindo sua operação mesmo após o pôr do sol. No entanto, essa tecnologia não experimentou uma redução de custos tão significativa quanto a fotovoltaica nos últimos anos e continua sendo uma das fontes renováveis mais caras. Esse fator limita a sua expansão e adoção em larga escala na matriz energética, apesar de suas vantagens operacionais. A integração massiva de ambas as tecnologias no sistema elétrico exigirá adaptações e modernizações para lidar com as variações na oferta de energia, bem como melhorias na regulação e no investimento em redes e serviços auxiliares (EPE, 2016).

O Brasil localiza-se em uma área onde a incidência dos raios solares é mais perpendicular. Esse fator resulta em altos índices de irradiação em grande parte do território nacional. Além disso, a proximidade com a linha do equador proporciona uma variação mínima na intensidade solar ao longo do ano, garantindo que, mesmo durante o inverno, os níveis de irradiação permaneçam elevados. Essas condições oferecem ao país vantagens significativas para a utilização eficiente da energia solar.

Nesse contexto, a energia solar fotovoltaica representou 96,3% da MMGD em 2023, sendo novamente a principal fonte responsável pelo aumento registrado na micro e minigeração distribuída no país, Figura 9 (EPE, 2024).

A **Micro e Minigeração Distribuída (MMGD)**<sup>1</sup> em 2023 apresentou aumento de quase 68% em relação a 2022, mantendo a seguinte configuração de participação das fontes na geração de energia:

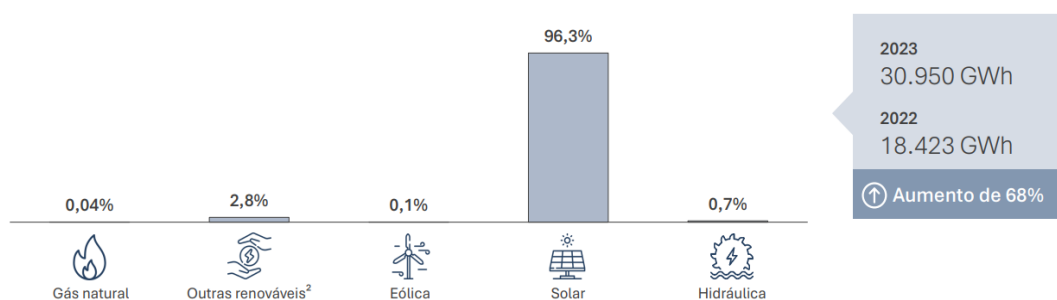


Figura 9: Participação das fontes de energia na micro e minigeração de energia

Em termos técnicos, a energia fotovoltaica é a conversão da luz solar em eletricidade usando o efeito fotovoltaico. Isso ocorre em células feitas de material semicondutor, como o silício, que, ao serem expostas à luz, geram uma corrente elétrica. Apenas a luz (fótons) é útil para a conversão fotovoltaica. O componente térmico da energia solar (radiação infravermelha) é usado em outras aplicações, como aquecimento de água ou geração de eletricidade com sistemas termo-solares (HUMBERT, 2016).

Com relação aos módulos fotovoltaico, esses são um conjunto de células fotovoltaicas conectadas. Tal como, a tensão de operação do módulo é determinada pelo número de células em série, e a capacidade de corrente é influenciada pelo número de células em paralelo. Além disso, os módulos fotovoltaicos são projetados para suportar e proteger as células e suas conexões elétricas contra danos mecânicos e condições ambientais, como sol, chuva e ventos, com uma vida útil esperada de mais de 30 anos (HUMBERT, 2016). Visto isso, um sistema fotovoltaico (SFV) é composto por todos os elementos necessários para converter diretamente a energia solar em eletricidade, adequada para alimentar aparelhos elétricos e eletrônicos, como lâmpadas, televisores e geladeiras. O principal componente de um SFV é o painel fotovoltaico, e ele pode incluir dispositivos para controle, supervisão, armazenamento e condicionamento da energia elétrica, dependendo da aplicação. Além disso, um SFV inclui a fiação, a estrutura de suporte e, se necessário, a fundação (HUMBERT, 2016).

A hidroeletricidade por outro lado, tem sido principal fonte de energia renovável no sistema elétrico brasileiro por longas décadas. Isso porque a abundância desse recurso energético é encontrada em todo território nacional. Para enfrentar a incerteza e a sazonalidade das chuvas no Brasil, foram adotadas diversas soluções, como a construção de usinas hidrelétricas com reservatórios de acumulação, a criação de interligações regionais e a implementação de um parque gerador termelétrico complementar. Essas estratégias visam aproveitar as variações nos regimes pluviométricos das diversas bacias hidrográficas do país, proporcionando benefícios sinérgicos significativos (EPE, 2016).

Do ponto de vista operacional, as usinas hidrelétricas oferecem diversos serviços auxiliares, como o controle de tensão e frequência, essenciais para manter a qualidade no fornecimento de eletricidade. Além disso, os reservatórios dessas usinas desempenham funções não energéticas, incluindo controle de inundações, irrigação, uso industrial, abastecimento de água potável, recreação e navegação. Apesar das inúmeras vantagens,



a hidreletricidade enfrenta dificuldades significativas para sua expansão. Os impactos socioambientais negativos, geralmente associados às áreas alagadas por seus reservatórios, são uma preocupação crescente. Além disso, projetos hidrelétricos de grande porte exigem financiamento substancial para sua construção, o que representa um desafio adicional. Novos aproveitamentos hidrelétricos estão localizados cada vez mais distantes dos grandes centros de consumo, resultando na necessidade de investimentos adicionais em linhas de transmissão para escoar a produção de eletricidade (EPE, 2016).

Com o avanço das tecnologias renováveis, o Brasil se encontra em uma posição privilegiada para diversificar sua matriz energética, aproveitando tanto a energia eólica quanto a solar. A energia solar fotovoltaica, em particular, tem demonstrado um crescimento impressionante. Já expansão da energia hidrelétrica, embora consolidada, enfrenta desafios relacionados a impactos socioambientais e custos de implementação. A combinação dessas fontes renováveis, aliada a inovações tecnológicas e ao fortalecimento das redes de distribuição, promete não apenas aumentar a oferta de energia, mas também garantir um futuro mais sustentável e resiliente para o setor elétrico brasileiro.

### **3 METODOLOGIA**

Foi definido um hotel para a elaboração de um estudo de caso, visto isso, foram feitas visitas técnicas ao local a fim de realizar um estudo de campo sobre o estabelecimento. Foram coletadas informações em reuniões com os representantes, bem como retirados dados da internet para complementar a análise do local. A modelagem do sistema energético foi feita com a utilização do software HOMER PRO. Esta abordagem combinada possibilitou uma análise detalhada das configurações e desempenhos dos sistemas. A análise técnico econômica realizada no software foi desenvolvida pela metodologia do Planejamento Energético Integrado.

#### **3.1 Planejamento Energético Integrado e software HOMER PRO**

- Planejamento Energético Integrado.

Até o início da década de setenta, o planejamento energético seguia uma lógica simplificada, bastante similar à do planejamento econômico, concentrando-se em satisfazer a demanda com o mínimo custo. Este enfoque, inicialmente estava direcionado a segmentos específicos como eletricidade, carvão e petróleo. Ademais, priorizava o suprimento de recursos energéticos pelo lado da oferta, visando atender uma demanda em constante crescimento. Vale ressaltar que, nesse contexto, o custo era avaliado apenas em termos financeiros, sem considerar aspectos sociais ou ambientais. Além disso, não havia uma preocupação com a substituição dessas fontes, resultando em uma abordagem setorializada do planejamento. Os modelos de oferta de energia eram sofisticados, buscando otimizar o fornecimento para atender a demanda energética crescente, embora fossem aplicados de forma independente e setorial, muitas vezes gerando conflitos de objetivos e sub-otimização entre diferentes setores (CIMA, 2006).

Com o passar dos anos, houve um aprimoramento da técnica de planejamento energético. Tal que, Bajay (2016) definiu que, o planejamento energético deve considerar diversos contextos futuros, incluindo aspectos macroeconômicos, sociais, ambientais e políticos, sobre os quais os tomadores de decisão atuais têm pouco controle. Isso envolve cenários como diferentes níveis de crescimento econômico, distribuição de renda, competitividade industrial e mudanças climáticas. Esse processo vai além da elaboração de planos e metas, sendo contínuo ao longo do tempo, abrangendo todas as etapas de

implementação, correções e atualizações necessárias. Além disso, requer ajustes constantes entre as estratégias de curto, médio e longo prazo (BAJAY, 2016).

Os modelos de planejamento energético são classificados em quatro categorias principais, dependendo de como eles consideram a interação entre o setor energético e a economia em geral. Os modelos de Engenharia adotam uma abordagem detalhada, analisando especificamente o setor de energia ou setores industriais específicos. Já os modelos Híbridos combinam abordagens econômicas e de engenharia, integrando o setor energético em um contexto econômico global ou parcial. Por outro lado, os Modelos Econômicos de Equilíbrio Geral Computável representam todos os setores da economia, incluindo sua relação com a energia (DE AZEVEDO DANTAS, 2014). Finalmente, os Modelos de Avaliação Integrada, também conhecidos como IAMs, incorporam aspectos econômicos, climáticos, ecológicos e, às vezes, sociais para fornecer uma análise ampla. Essas categorias oferecem diferentes perspectivas sobre como o planejamento energético pode ser conduzido e como as políticas e estratégias podem ser formuladas com base nessas análises (DE AZEVEDO DANTAS, 2014).

Este trabalho está focado no último modelo descrito, o planejamento energético integrado. Um dos objetivos desse sistema é promover um ambiente econômico mais propício para o desenvolvimento e implementação de tecnologias eficientes para uso final. Além disso, busca-se nesse modelo, estabelecer o avanço de tecnologias que impactem o meio ambiente em menor escala e alcançar métodos de geração de energia menos centralizados, incluindo fontes renováveis. Para isso, o planejamento integrado requer uma análise detalhada e segmentada do comportamento das variáveis que influenciam a demanda energética em diversos setores da economia (CIMA, 2006).

Visto isso, o planejamento energético integrado representa uma evolução significativa em relação às abordagens anteriores, que se concentravam apenas na oferta e no custo imediato da energia. Ao adotar uma visão mais completa, esse modelo leva em conta uma variedade de fatores, como aspectos sociais, ambientais e econômicos, para formular estratégias de longo prazo que respondam às complexidades globais e locais. Ele promove o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e menos centralizadas, como a geração fotovoltaica distribuída, que oferece vantagens operacionais e econômicas, ao mesmo tempo em que reduz os impactos ambientais e melhora a eficiência da matriz energética.

Além de otimizar o fornecimento de energia, o planejamento energético integrado permite uma gestão mais eficaz das variáveis que influenciam a demanda e a oferta ao longo do tempo. Visto isso, é uma metodologia muito eficiente para ser aplicada em todos os setores que fazem uso de energia, sendo em pequena, média ou grande escala. Esse modelo facilita a integração de novas tecnologias e práticas sustentáveis, abordando desafios como a mudança climática e a segurança energética. Com sua abordagem detalhada e estratégica, o planejamento integrado não apenas melhora a eficiência energética, mas também garante uma transição mais eficaz para fontes renováveis e tecnologias avançadas, equilibrando as necessidades presentes e futuras de forma sustentável.

- HOMER PRO

O nome do software é uma abreviação da frase que vem do inglês *Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources*, que significa Otimização Híbrida de Múltiplos Recursos Energéticos.

Desenvolvido pela UL Solutions, o software é reconhecido internacionalmente como o padrão de referência em modelagem de sistemas de energia híbrida. Este software é amplamente utilizado por profissionais de energia em todo o mundo devido à sua capacidade de auxiliar engenheiros e desenvolvedores de projetos na concepção de microrredes, geração distribuída e sistemas de energia renovável em escala de utilidade (HOMER MICROGRID NEWS, 2024).

O HOMER realiza uma análise ampla de milhares de variáveis para comparar fluxos de valor, avaliar opções de sistema e fornecer estratégias para mitigar riscos e reduzir custos. Além disso, o software conta com uma vasta biblioteca de componentes pré-configurados, proporcionando insights detalhados e atendendo aos requisitos de modelagem de diversos segmentos de microrredes (HOMER MICROGRID NEWS, 2024).

Além disso, a modelagem é possível de ser realizada de diferentes formas, a exemplo da metodologia *top-down*, que consiste na análise de dados gerais e agregados, sem considerar padrões individuais de consumo. Como o planejamento energético integrado será realizado para apenas uma filial, será utilizado a abordagem *bottom-up*, que foca sua abordagem, na análise de padrões individuais de consumo (TEIXEIRA *et. al.*, 2022).



### 3.2 Local de estudo

A concessionária de Energia Elétrica que opera no Município de Jaboticatubas é a Cemig – Companhia Energética de Minas Gerais. A agência atua nas áreas de transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, além da distribuição de gás natural. O grupo Cemig, com mais de 70 anos no mercado, distribui energia elétrica para cerca de 97% do estado de Minas Gerais (CEMIG, 2021). A Figura 10 demonstra a delimitação do estado de Minas Gerais e o poder fotovoltaico nessa região. Visto que as regiões mais vermelhas representam um número maior de potencial fotovoltaico, nota-se que a região Norte e Nordeste do estado são mais propícias, de forma geral, para instalação de painéis. Os dados específicos sobre a coloração podem ser analisados na Figura 11.

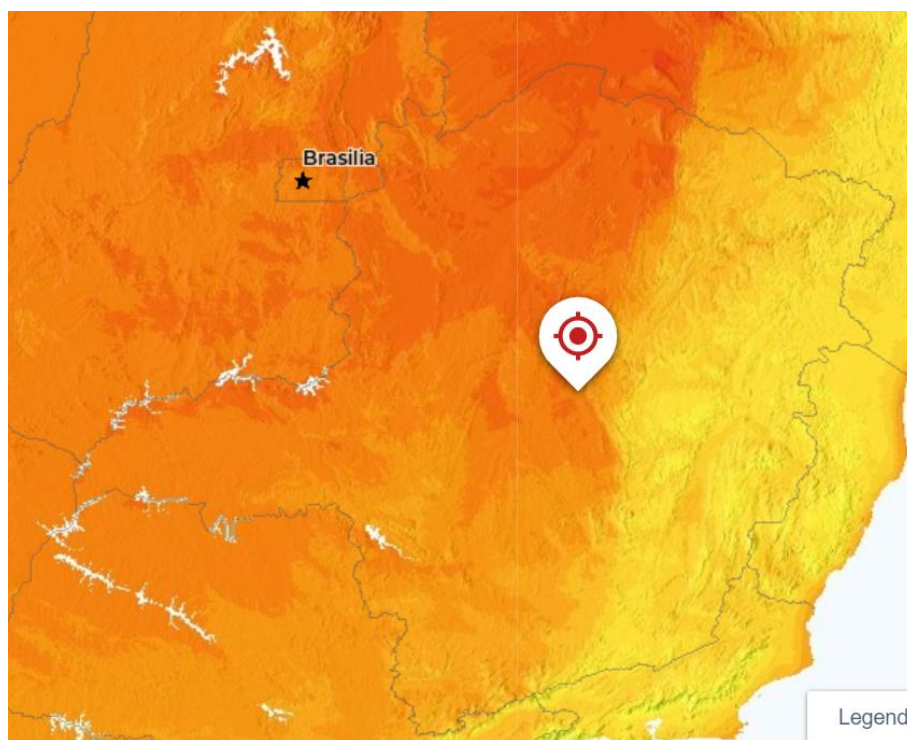


Figura 10: Potencial Solar do Estado de Minas Gerais

Fonte: Global Solar Atlas (2024)

A lei 14.300/2022 foi uma ferramenta essencial para a pesquisa, visto que aborda o campo de estudo e as questões legais sobre energia solar. Essa norma institui o Marco Legal da Microgeração e Minigeração Distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS). Vale destacar que o

capítulo IV da lei implementa que unidades consumidoras de titular integrante de geração compartilhada atendidas pela mesma concessionária ou permissionária de distribuição de energia elétrica podem utilizar o excedente de energia elétrica de um posto tarifário. Em outras palavras, há a possibilidade de geração de energia elétrica em um local diferente do de consumo, desde que essa transferência seja feita para um mesmo titular, e ambos os territórios sejam atendidos pela mesma distribuidora de energia.

Desta forma, é possível que os painéis fotovoltaicos para o empreendimento estudado sejam instalados nas regiões Norte e Nordeste do Estado, em busca de uma eficiência maior, e os créditos gerados sejam abatidos no estabelecimento que se encontra em Jaboticatubas. Em contrapartida, pelo fato de o estabelecimento estar situado em uma zona rural e possuir área suficiente para instalação dos painéis, foi sugerido que estes fossem implantados na própria região de domínio da Companhia. Por outra via, hotéis localizados em zonas urbanas, onde os valores por metro quadrado são mais custosos, tendem a ocupar uma área menor, sendo assim, seria viável a utilização do modelo de compensação de energia elétrica. Além disso, estes utilizam a parte superior do prédio para espaços de lazer, como bares e piscinas. Desta forma, não existe espaço suficiente no perímetro da propriedade para instalação das placas. Visto isso, é interessante o sistema de créditos tratado na legislação, onde o hotel pode gerar a energia elétrica em outro sítio.

O local que o estabelecimento está localizado apresenta calor fotovoltaico específico de 1662.9 kWh, Figura 11. Também podem ser analisados na imagem, os dados de irradiação direta normal, irradiação horizontal global e outras informações.

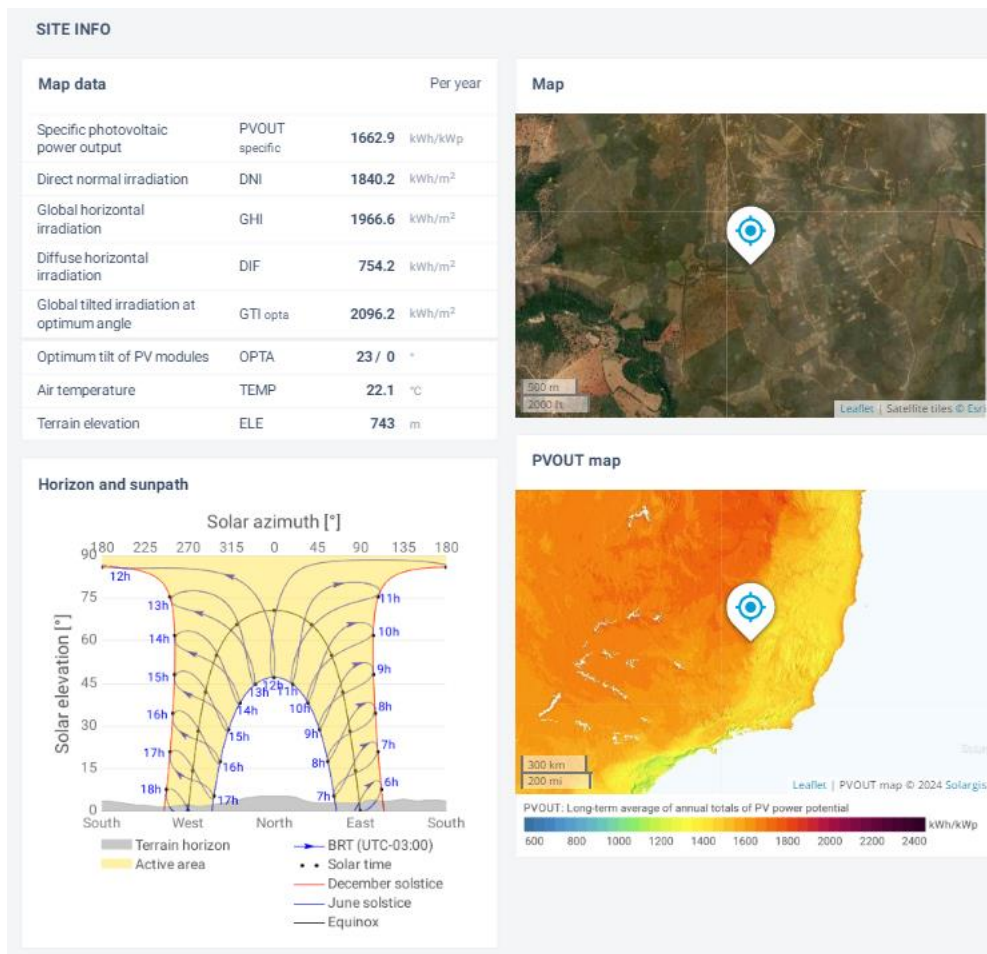


Figura 11: Dados de irradiação da região do Hotel em Jaboticatubas, MG

Fonte: Global Solar Atlas (2024)

### 3.3 Descrição do Hotel escolhido

O hotel escolhido trata-se de uma hospedagem de alto padrão situado no município de Jaboticatubas. Fica a 50 minutos da capital mineira, Belo Horizonte e dentro do parque nacional da Serra do Cipó, uma das regiões mais visadas para o turismo no estado de Minas Gerais. O complexo está dentro de uma área verde com 3.600.000 m<sup>2</sup> de extensão. As áreas de infraestrutura, comodidade, lazer e acomodações juntas, totalizam uma área de 120.000 m<sup>2</sup>, que englobam os serviços a seguir;

- Rede de Spa;
- Carros elétricos;
- Biblioteca;



- Salão de Jogos;
- 5 Restaurantes;
- 8 piscinas aquecidas;
- Academia de musculação;
- Academia de pilates;
- Complexo Esportivo;
- Clube náutico;
- Aulas de dança e música, arte, peça e teatro;
- Boliche;
- Capela;
- Cinema;
- Salão de Beleza;
- Enfermaria;
- Consultórios médicos.

Por se tratar de uma companhia de hospedagem mineira, os esforços para mudar a matriz energética no hotel, poderiam incentivar a adoção de Sistemas de Planejamento Energético por outros empreendimentos no estado e assim contribuir com o desenvolvimento de energia eficiente no país. Outrossim, investir em um sistema de energia mais sustentável não apenas fortalece a imagem da rede, mas também aumenta sua visibilidade, o que por sua vez atrai um maior número de turistas para suas instalações. Além disso, à medida que os empreendimentos nesta área adotam práticas mais sustentáveis, intensificam-se as pressões do mercado, impulsionando as indústrias do mesmo setor a adotarem uma postura alinhada com os valores ambientais, justificada pela crescente competitividade entre as empresas.

### **3.4 Etapas da Elaboração da Modelagem Energética do Hotel**

Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica foi feita a partir do estudo de um apanhado de artigos científicos, livros e sites confiáveis para embasar a pesquisa e sustentar os argumentos propostos.

#### Estudo da Região

Após a revisão bibliográfica, foi feito o estudo da região onde o projeto será implementado. Esta etapa envolveu a análise das características geográficas e climáticas, da área de interesse. O objetivo foi compreender as especificidades locais que possam influenciar a viabilidade e o sucesso do projeto. Este estudo forneceu informações essenciais para a adaptação de tecnologias e estratégias às condições regionais.

#### Visita Técnica

Uma etapa importante foi a realização da visita técnica ao hotel. A atividade envolveu a coleta de dados, como: identificação dos equipamentos, obtenção da conta de energia elétrica, verificação dos sistemas de aquecimento de água nos banheiros e piscinas. Ademais, dados relevantes para o diagnóstico do local, além da identificação de possíveis desafios práticos que não são evidentes em análises teóricas ou documentais.

#### Modelagem Energética

Com os dados coletados e analisados, a próxima etapa foi a modelagem energética. Esta fase envolveu a criação de modelos que simulam o comportamento dos sistemas energéticos planejados para o hotel. O software HOMER foi utilizado para prever a produção, consumo e distribuição de energia, levando em consideração variáveis como demanda energética, fontes renováveis disponíveis, eficiência dos sistemas e impactos ambientais. A modelagem energética permite avaliar diferentes cenários e otimizar o projeto para alcançar os melhores resultados em termos de sustentabilidade, eficiência e custo-benefício.

#### Descrição dos Resultados

Finalmente, a etapa de descrição dos resultados consistiu na construção das soluções do projeto. Os resultados obtidos foram organizados e documentados de maneira clara, incluindo gráficos, tabelas e outras formas de visualização de dados. A descrição teve o objetivo de destacar as contribuições do planejamento, as soluções propostas, os benefícios esperados e as recomendações para a implementação e continuidade das ações.

## **4 ESTUDO DE CASO**

### **4.1 Premissas**

Para facilitar a elaboração do trabalho foram feitas algumas proposições para se chegar ao objetivo principal, o qual foi realizar cenários para Planejamento Energético Integrado com a proposição de painéis solares fotovoltaicos.

#### **4.1.1 Número de equipamentos e horário de funcionamento**

O hotel em questão não conseguiu fornecer um documento detalhando as especificidades dos aparelhos eletrônicos, devido à grande quantidade de equipamentos e à complexidade da análise, além da falta de um profissional qualificado para essa tarefa. Assim, após a visita técnica ao local e a análise geral do resort, foram estabelecidas algumas premissas para dar continuidade ao trabalho. O empreendimento continha uma composição não uniforme de aparelhos eletrodomésticos, ou seja, não necessariamente todos os aparelhos seguiam um padrão. Por exemplo, ao realizar a visita técnica nas 26 salas de conferência, foi identificado diferentes tipos de aparelhos de ar-condicionado. Visto isso, no presente trabalho assumiu-se os dados de potência para uma das marcas de cada tipo de equipamento. O procedimento foi feito para aparelhos como televisões, refrigeradores, máquinas de lavar e os demais. Além disso, o hotel contava com um número de 200 acomodações, todavia foi levado em consideração a taxa de ocupação de 50%, ou seja, 100 acomodações foram inseridas nos cálculos. Esse valor auxiliou principalmente para estabelecer o número de televisões, frigobares e secadores de cabelo. A partir dessas premissas foi elaborado a curva de carga. O detalhamento de cada equipamento está descrito na Tabela 2. Além disso, para uma melhor precisão dos cálculos a curva de carga foi checada para os horários de pico (Das 17:00 às 20:00), fora de pico (Das 00:00 às 17:00 e 20:00 às 00:00), bem como a soma de todos os horários.

Tabela 2: Especificidades dos aparelhos eletrônicos

Equipamento Eletrônico	Quantidade	Potência (Watts)	Tempo estimado de uso diário (em horas)
Ar-condicionado	104	1500	8
Televisão	100	200	7
Geladeiras	20	150	6
Freezer	20	120	6
Projector	26	16	5
Som	20	150	9
Lâmpadas	200	9	7
Lâmpadas externas	200	12	7
Secador de cabelo	100	1600	1
Máquina de lavar	20	800	4.5
Máquina de secar	20	2000	4.25
Refletores	20	300	7
Câmeras	50	2.3	24
Roteador	10	7	24
Frigobar	100	93	6
Outros	250	180	20.25

Fonte: Elaboração própria

### 1. Ar-Condicionado

- Funcionamento: 104 unidades, incluindo 100 quartos e 4 salas de evento.
- Horário de Operação: Todos os dias, das 23:00 às 06:00 (8 horas diárias).

### 2. Televisão

- Horário de Operação:
  - Das 13:00 às 15:00 (2 horas)
  - Das 17:00 às 22:00 (5 horas)
- Observação: Média diária de 7 horas de uso por quarto.

### 3. Geladeira/Freezer/Frigobar

- Funcionamento: Operam 24 horas por dia.

- Ciclo de Funcionamento: Operam por 15 minutos a cada hora.
4. Projetor
- Horário de Operação:
    - Das 10:00 às 12:00 (2 horas)
    - Das 14:00 às 16:00 (2 horas)
    - Das 19:00 às 20:00 (1 hora)
  - Observação: Média diária de 5 horas de uso por quarto.
5. Sistema de Som
- Horário de Operação:
    - Das 11:00 às 15:00 (4 horas)
    - Das 17:00 às 22:00 (5 horas)
  - Observação: Média diária de 9 horas de uso por quarto.
6. Lâmpadas Internas
- Horário de Operação: Das 17:00 às 00:00 (7 horas)
7. Lâmpadas Externas
- Horário de Operação: Das 17:00 às 00:00 (7 horas)
8. Secador de Cabelo
- Horário de Operação:
    - Das 10:00 às 10:30 (30 minutos)
    - Das 20:00 às 20:30 (30 minutos)
  - Observação: Média diária de 1 horas de uso por quarto.
9. Máquina de Lavar/Máquina de Secar
- Horário de Operação:
  - Das 07:00 às 11:00 (4 horas)
  - Das 17:00 às 17:30 (30 minutos)
  - Observação: Média diária de 4 horas e 30 minutos de uso por dia.
10. Máquina de Secar
- Horário de Operação:
  - Das 07:00 às 11:00 (4 horas)
  - Das 17:00 às 17:15 (15 minutos)
  - Observação: Média diária de 4 horas e 30 minutos de uso por dia.
11. Refletor
- Horário de Operação: Das 17:00 às 00:00 (7 horas)
12. Câmeras/Roteadores

- Funcionamento: 24 horas por dia

### 13. Outros Equipamentos

- Horário de Operação: Foi considerado que o número de equipamentos fica ligado no horário fora de pico das 00:00 às 16:00 e 23:45 às 00:00 e fica ligado o tempo todo nas horas pico, entre 17:00 até 20:00.
- Potência Total: 180 kW
- Quantidade: 250 unidades

Esses ajustes garantiram uma curva de carga mais próxima da realidade, refletindo uma porcentagem ajustada e mais precisa.

#### **4.1.2 Elaboração da Curva de carga**

Na fatura de energia elétrica, Figura 12, é possível observar que o gerente do empreendimento optou por contratar a tarifa de energia TSH Verde A4. A sigla TSH Verde refere-se à Tarifa Horosazonal Verde, que oferece tarifas diferenciadas para consumo e uma tarifa única para demanda. Já a designação A4 indica que o cliente é um consumidor de Alta Tensão, como visto anteriormente. Na segunda parte do documento, Figura 13, é possível identificar os dados de histórico de consumo, que foram cruciais para o desenvolvimento da pesquisa.



DOCUMENTO AUXILIAR DA NOTA FISCAL DE ENERGIA ELÉTRICA ELETRÔNICA  
 CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A. CNPJ 06.981.180/0001-16 / INSC. ESTADUAL 062.322136.0087.  
 AV. BARBACENA, 1.200 - 1º ANDAR - ALA 1 - BARRIO SANTO AGOSTINHO  
 CEP: 30190-131 - BELO HORIZONTE - MG.

SEGUNDA VIA

TARIFA SOCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA - TSEE FOI CRIADA PELA LEI Nº 10.438, DE 28 DE ABRIL DE 2002


Referente a		Vencimento		Valor a pagar(R\$)					
MAR/2024		03/05/2024		67.637,70					
Nº DO CLIENTE <b>70 64</b>		Nº DA INSTALAÇÃO <b>30 61</b>							
		NOTA FISCAL Nº 142825967 - SÉRIE 000 Data de emissão: 22/04/2024 Consulte pela chave de acesso em: <a href="http://www.sped.fazenda.mg.gov.br/spedmg/nf3e">http://www.sped.fazenda.mg.gov.br/spedmg/nf3e</a> chave de acesso:		Protocolo de autorização: 1312400155640000 22.04.2024 às 19:52:18					
Classe Comercial	Subclasse Outros serviços e outras atividades	Modalidade Tarifária	Datas de Leitura						
		THS Verde A4	Anterior 29/02	Atual 31/03	Nº de dias 31				
<b>Valores Faturados</b>									
Itens da Fatura	Unid.	Quant.	Preço Unit. (R\$)	Valor (R\$)	PIS/COFINS	Base Calc. ICMS	Aliq. ICMS	ICMS	Tarifa Unit.
Demanda Ativa HFP s/ ICMS	kW	200	20,07322176	4.014,63	176,63	0,00	0,00	0,00	19,19000000
Energia Ativa HFP	kWh	79.240	0,52770691	41.815,48	1.508,70	41.815,48	18,00	7.526,78	0,41368000
Energia Ativa HP	kWh	7.980	2,55364068	20.378,03	735,23	20.378,03	18,00	3.668,04	2,00185000
Contrib Ilum Publica Municipal				86,51					
Multa 2% sobre conta de 02/2024				1.343,05					
<b>TOTAL</b>				<b>67.637,70</b>	<b>2.420,56</b>	<b>62.193,51</b>		<b>11.194,82</b>	

Figura 12: Valores tarifa de energia elétrica

Fonte: Fornecido pelo proprietário

NOTIFICAÇÃO DE DÉBITO(S)		Grandezas Contratadas		
Até 22/04/2024 constava(m) o(s) seguinte(s) débito(s): Mês/Ano Valor (R\$) Débitos que sujeitam ao corte: 03/2020* 46.041,56 Mês/Ano Valor (R\$) Prev. Corte 04/2020* 35.978,22 05/2020 19.141,56 06/2020* 19.443,53 07/2020 17.870,14 08/2020 29.583,48 OUTROS 895626,12		<b>Demanda Fora Ponta</b> <b>200</b>		
A religação estará condicionada à inexistência de débitos vencidos na unidade consumidora. No mês em que ocorrer suspensão/religação será cobrado, no mínimo, o custo de disponibilidade. *Débito protestado		<b>Informações Gerais</b> Tarifa vigente conforme Res Aneel nº 3.202, de 23/05/2023. Redução alíquota ICMS conforme Lei Complementar 194/22. Conforme DECRETO Nº 46.213, DE 11 DE ABRIL DE 2013, não será exigido o recolhimento do ICMS sobre a parcela de Demanda de Potência não utilizada Faturamento pela média AGENTE DE RELACIONAMENTO: DALTON S. D. SANTOS E-MAIL: dalton@cemig.com.br Bandeira tarifária MAR/2024: Band. Verde		
Histórico de Consumo				
Mês/Ano	Demanda(kW)		Energia(kWh)	
	HP	HFP	HP	HFP
MAR/24	0	0	7.980	79.240
FEV/24	0	0	8.120	79.940
JAN/24	0	0	8.260	81.340
DEZ/23	0	0	8.540	82.600
NOV/23	0	0	8.540	83.160
OUT/23	0	0	8.680	84.140
SET/23	300	322	10.080	94.220
AGO/23	209	260	7.420	71.960
JUL/23	199	190	7.420	71.120
JUN/23	174	178	6.440	66.640
MAI/23	162	181	7.700	71.820
ABR/23	160	234	6.160	81.480
MAR/23	188	209	9.380	83.720
<b>Reservado ao Fisco</b>				
DOCUMENTO SEM VALOR FISCAL - NÃO GERA DIREITO A CRÉDITO DE ICMS				
		Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS		62.193,51	18,00	11.194,82
PASEP		55.013,32	0,78	429,09
COFINS		55.013,32	3,62	1.991,47

Fale com CEMIG: 116 - CEMIG Torpedos 29810 - Ouvidoria CEMIG: 0800 7283838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis.



PIX Pague Aqui

Código de Débito Automático  
**008029185595**

Março/2024

Instalação  
**3010067861**

Vencimento  
**03/05/2024**

Total a pagar  
**R\$ 67.637,70**

83630000676-1 37700138000-7 69867648632-8 08029185595-7



Figura 13: Informações relacionadas ao consumo de energia elétrica presentes na fatura

Fonte: Fornecido pelo proprietário

O consumo de energia em diferentes horários pode ter um impacto significativo na gestão energética de um empreendimento. No caso em questão, o horário fora de pico apresenta um consumo diário de 2.632,4 kWh, enquanto o horário de pico consome apenas 264,84 kWh. Isso significa que o consumo durante o horário de pico representa aproximadamente 10,05% do consumo fora de pico. Esse dado indica que o resort já implementou uma gestão energética boa, pois mantém um baixo consumo durante os horários de maior demanda.

Essa prática é benéfica para todos os setores que utilizam energia, especialmente aqueles que consomem grandes quantidades, como empreendimentos comerciais e industriais. Ao reduzir o consumo nos horários de pico, o resort contribui para uma melhor distribuição da matriz energética brasileira, ajudando a mitigar a demanda excessiva nesses períodos críticos. Além disso, essa estratégia oferece vantagens econômicas significativas para o hotel, considerando que o custo da energia durante o horário de pico é de R\$ 2,55, enquanto fora de pico é apenas R\$ 0,52. Essa diferença tarifária representa uma economia considerável e reforça a importância de uma gestão energética consciente.

Um setor específico dentro do hotel, responsável pela gestão energética, pode otimizar ainda mais o gerenciamento do consumo. Ao monitorar e ajustar o uso de energia, é possível não apenas diminuir o consumo durante os horários de pico (No caso do Resort, abaixando ainda mais esse valor de 10,05%), mas também reduzir o consumo geral em outros períodos. Além disso, a substituição de equipamentos antigos por modelos mais eficientes é crucial para essa estratégia. Equipamentos que consomem menos energia não apenas reduzem os custos operacionais, mas também contribuem para um desempenho energético mais sustentável, alinhando-se aos objetivos de redução de consumo e eficiência. Visto isso, a abordagem adotada pelo resort em relação ao consumo de energia demonstra um compromisso com a sustentabilidade e a economia. A gestão inteligente do consumo energético pode trazer benefícios tanto para o empreendimento quanto para o sistema energético como um todo.

Considerando valores disponíveis na conta de luz e nas premissas explicadas no tópico 2.2.5 foi elaborada a curva de carga do resort. Ela foi produzida com base na média do consumo de energia em kWh, de janeiro a dezembro. Além disso, a curva traz uma análise individual dos horários fora de pico, Tabela 3 e os horários de pico, Tabela 4.



Tabela 3: Média diária do consumo em horário fora de pico

<b>Horário fora de pico</b>	
<b>Mês</b>	<b>Consumo (kWh)</b>
<b>jan/24</b>	81340
<b>fev/24</b>	79940
<b>mar/24</b>	79240
<b>abr/23</b>	81480
<b>mai/23</b>	71820
<b>jun/23</b>	66640
<b>jul/23</b>	71120
<b>ago/23</b>	71960
<b>set/23</b>	94220
<b>out/23</b>	84140
<b>nov/23</b>	83160
<b>dez/23</b>	82600
<b>Soma</b>	947660
<b>Média Mensal</b>	78972
<b>Média Diária</b>	2632

Fonte: Elaboração própria

Tabela 4: Média diária do consumo em horário de pico

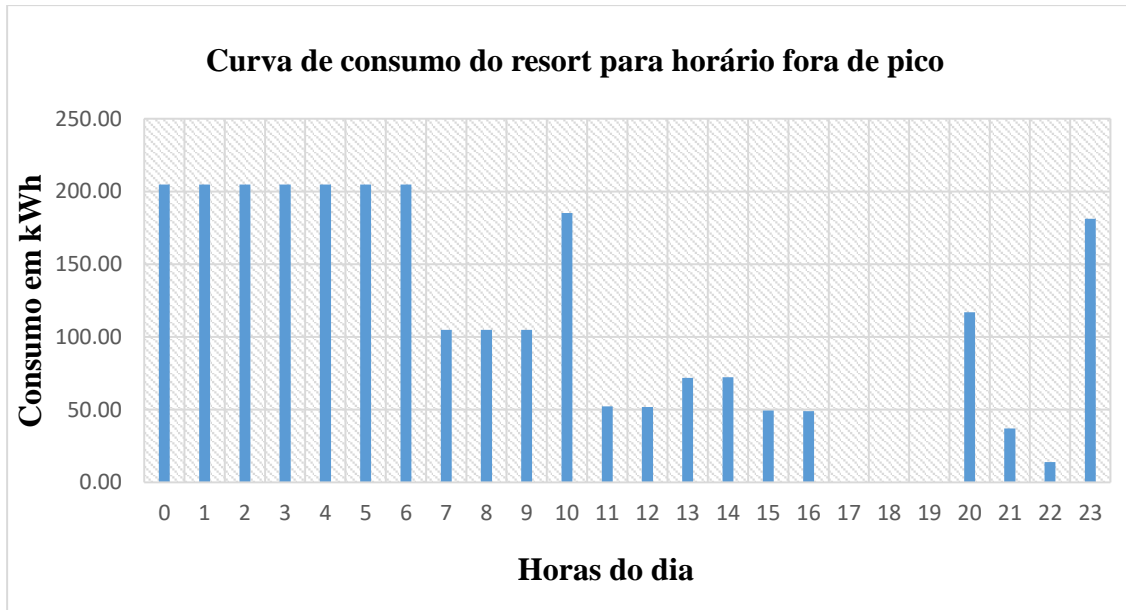
<b>Horário de pico</b>	
<b>Mês</b>	<b>Consumo (kWh)</b>
<b>jan/24</b>	8260
<b>fev/24</b>	8120
<b>mar/24</b>	7980
<b>abr/23</b>	6160
<b>mai/23</b>	7700
<b>jun/23</b>	6440
<b>jul/23</b>	7420
<b>ago/23</b>	7420
<b>set/23</b>	10080
<b>out/23</b>	8680
<b>nov/23</b>	8540
<b>dez/23</b>	8540
<b>Soma</b>	95340
<b>Média Mensal</b>	7945
<b>Média Diária</b>	265

Fonte: Elaboração própria

Os valores das médias diárias foram utilizados como base para estabelecer as premissas, tanto de número de equipamentos como horário de funcionamento. Os valores

foram ajustados até que o curva de carga final se aproximou de 100%. Desta forma, foi possível achar o consumo em kW para cada horário. Com base nisso, foi feito uma tabela para representar o consumo em kW a cada hora do dia, para os cenários fora de pico, Tabela 5 e de pico, Tabela 6.

Tabela 5: Curva de carga para horário fora de pico



Fonte: Elaboração própria (2024)

O autoconsumo entre 23 horas e 6 da manhã está principalmente associado ao elevado uso de aparelhos de ar-condicionado. Além disso, a categoria “outros” foi a única com alguma relevância nesse período; no entanto, ela não pode justificar um aumento tão expressivo, pois, conforme as premissas, apresentou um padrão quase uniforme, sendo considerada de maneira majoritariamente constante em todos os horários.

Tabela 6: Curva de carga para horário de pico



Fonte: Elaboração própria (2024)

Com essas aplicações, as porcentagens totais do consumo suposto em relação ao consumo real, nos diferentes cenários, foram:

- Cenário Fora de Pico: 99,90%
- Cenário de Pico: 99,91%
- Planilha Geral: 99,90%

Isso indica que os valores sugeridos com base nas premissas foram precisos e, assim, ajustados de maneira eficaz para refletir a realidade de consumo em kWh, garantindo boa conformidade com as expectativas.

#### 4.1.3 Modelagem HOMER PRO

A próxima etapa envolveu a modelagem do sistema de energia solar fotovoltaica. Essa modelagem no HOMER PRO é fundamental, pois permite identificar as melhores opções de eficiência energética e visualizar os benefícios ambientais e econômicos da implementação de um projeto. Foram inseridos os dados de consumo em kW por hora, já apresentados na Tabela 6 e 7, a fim de analisar e comparar o cenário atual de consumo da rede com o potencial cenário de instalação de painéis fotovoltaicos. Essa visualização

facilita a tomada de decisões, promovendo uma implementação mais consciente e eficaz, que trará benefícios tanto para a empresa quanto para o meio ambiente a longo prazo.

- Premissas iniciais
  - Taxa de desconto: 10,5%;
  - Taxa de inflação: 4%;
  - Capacidade anual de falta: 5%;
  - Vida útil do projeto: 20 anos.
- Abordagem probabilística para curva de carga
  - Variabilidade Aleatória;
  - Dia-a-dia: 10%;
  - Passo de tempo: 20%;
  - Escala anual média: 2.897 kWh;
- Painel Fotovoltaico
  - Capacidade: 250 Watts;
  - Custo de aquisição: R\$ 600;
  - Custo de troca: R\$ 600;
  - Custo de Manutenção ao ano: R\$ 3 (0.5% do custo de aquisição);
  - Tempo de vida útil: 20 anos.
- Conversor
  - Capacidade: 1000 Watts;
  - Custo de compra: R\$ 1000;
  - Custo de troca: R\$ 1000;
  - Custo de Manutenção ao ano: R\$ 5 (0.5% do custo de aquisição);
  - Tempo de vida útil: 15 anos;
  - Eficiência: 95 %.
- Rede Elétrica
  - Taxas programadas
  - Compra anual
    - Emissões:
    - Dióxido de carbono equivalente: 55 gramas por kWh;
    - Definição das taxas de oferta:
    - Horário de pico (Das 17:00 às 20:00): R\$0,54/kWh;
    - Horário fora de pico: R\$2,55/kWh;

Definição da taxa de demanda:

Demanda única: 20,07 por kW mensal

Recurso solar

Foram baixados os dados do recurso solar no próprio software a partir das coordenadas geográficas do resort, Figura 14.

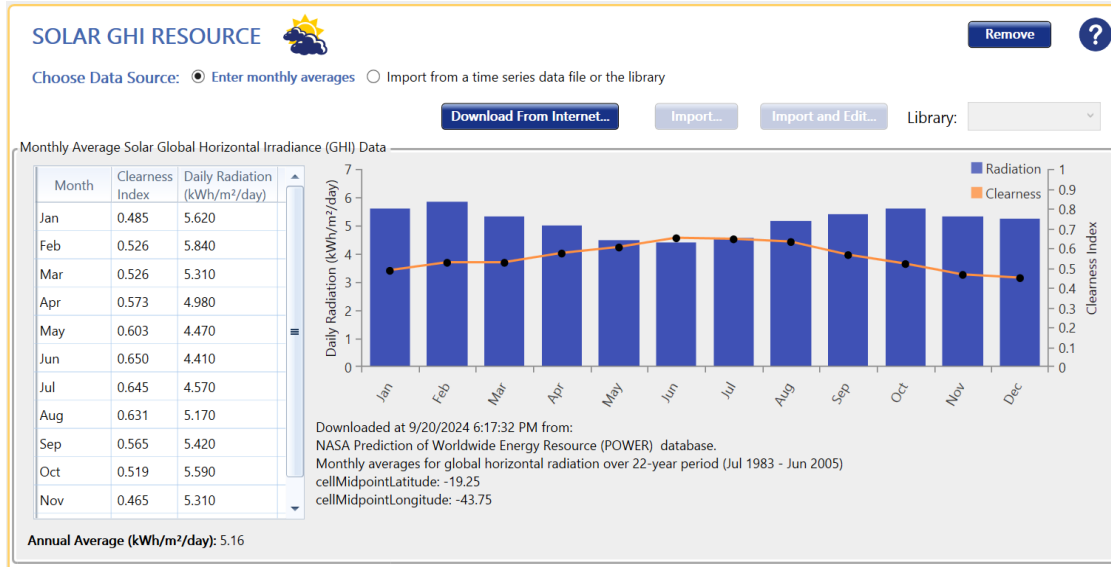


Figura 14: Recurso Solar baixado da internet

Fonte: HOMER PRO (2024)

Recurso eólico:

Foram baixados os dados do recurso eólico no próprio software a partir das coordenadas geográficas do resort, Figura 15.

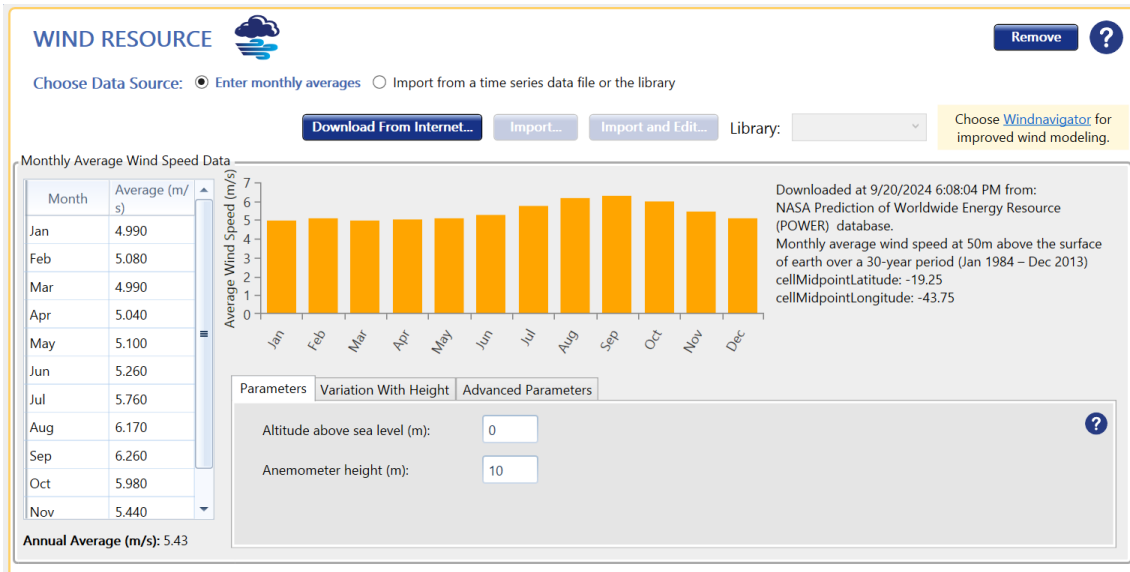


Figura 15: Recurso Eólico baixado da internet

Fonte: HOMER PRO (2024)

Com base nesses respectivos *inputs* foi possível realizar o cálculo do projeto pelo software. Os resultados serão abordados no capítulo seguinte.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de adicionar os valores descritos no capítulo anterior, os dados foram rodados a fim de gerar os resultados. A Figura 16 resume os principais produtos. Vale salientar que a marca d'água no meio da figura é referente a frase “*For evaluation use*”, em português; para uso de avaliação. Ela aparece devido ao uso da versão gratuita do software HOMER PRO, que é disponível para um período de teste de 21 dias.

Architecture					Cost				System	
PV (kW)	Grid (kW)	Converter (kW)	Dispatch	NPC (\$)	LCOE (\$/kWh)	Operating cost (\$/yr)	CAPEX (\$)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	
235	999,999	129	CC	\$8.54M	\$0.719	\$697,855	\$693,546	22.2	0	
	999,999		CC	\$9.23M	\$0.778	\$821,424	\$0.00	0	0	

Figura 16: Resultados de Otimização

Fonte: HOMER PRO (2024)

- Cálculo de placas fotovoltaicas

PV corresponde ao potencial fotovoltaico necessário para alimentar o Resort.

PV equivale a 235 kW.

Para gerar 1kW seria necessário 0,25 placas.

Logo, para uma produção de 235 kW seriam necessárias 940 placas.

- Cálculo da área para o projeto

Cada placa ocupa uma área de 1,5 m<sup>2</sup>.

Logo, 940 placas ocuparia uma área de 1410 m<sup>2</sup>.

- Converter

Qualquer sistema que contenha elementos CA e CC requer um conversor. O conversor utilizado foi de 129 kW.

- NPC

O NPC corresponde a análise de custos.

Energia retirada da rede = R\$ 9.23M

Custo do Projeto = R\$ 8.54M

Economia = R\$ 690K

Além disso, o projeto seria pago em 5 anos e 6 meses.

- LCOE

Custo nivelado de energia (LCOE) é o custo médio por kWh de energia elétrica útil produzida pelo sistema.

Energia da concessionaria = 0,77 R\$/kWh

Energia dos painéis fotovoltaicos = 0,719 R\$/kWh

- Custo Operacional

O custo operacional é o valor anualizado de todos os custos e receitas, exceto os custos de capital iniciais.

Energia da concessionaria = R\$ 821,424 yr

Energia dos painéis fotovoltaicos = R\$ 697,855 yr

- CAPEX

CAPEX é o acrônimo da expressão inglesa *Capital Expenditure*, que pode ser definida como Despesas de Capital ou Investimentos em Bens de Capitais. Esse tipo de custo existe para manter ou até expandir o escopo das operações de uma empresa.

Energia da concessionaria = R\$ 0

Energia dos painéis fotovoltaicos = R\$ 693,546

- Fração renovável

A fração renovável é a fração da energia fornecida à carga que se originou de fontes de energia renováveis.

Energia da concessionaria = 0 %

Energia dos painéis fotovoltaicos = 22%

- Combustível total

Quantidade de combustível referente a produção energética, é nula para ambos os casos.

- Emissões atmosféricas

O software permite avaliar os dados de emissões atmosféricas. Os componentes são: dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrocarbonetos não queimados, material particulado, dióxido de enxofre e óxido de nitrogênio. O valor para a emissão de dióxido de carbono foi de 58.103 kg/ano para a energia retirada da rede e 45.217 kg/ano para a produção com painéis fotovoltaicos, ou seja, representa uma diferença de 12.886 kg/ano, esse valor é significativo para setor de energia, Tabela 7. Visto isso, com a implementação do projeto essas emissões seriam poupadas. Para todas as demais substâncias, as emissões foram nulas.

Tabela 7: Emissões Atmosféricas

Quantidade	Energia da Rede (kg/ano)	Painéis Fotovoltaicos (kg/ano)	Diferença (kg/ano)
Dióxido de carbono	58.103	45.217	12.886
Monóxido de carbono	0	0	0
Hidrocarbonetos não queimados	0	0	0
Material Particulado	0	0	0
Dióxido de enxofre	0	0	0
Oxido de nitrogênio	0	0	0

Fonte: Elaboração própria



Em suma, a análise dos resultados revela que a implementação do sistema fotovoltaico para o resort apresenta benefícios econômicos e ambientais significativos. Para o consumo mensal de 86.917 kWh seriam necessárias 940 placas fotovoltaicas, ocupando uma área de 1.410 m<sup>2</sup>. O projeto se justifica não apenas pela economia de custos de energia, mas também pela redução das emissões de dióxido de carbono em cerca de 12.886 kg/ano em comparação à energia da rede. O custo total do projeto, de 8,54 milhões, seria recuperado em aproximadamente 5 anos e 6 meses, resultando em uma economia anual de 690 mil. Além disso, a fração renovável da energia gerada atinge 22%, evidenciando o potencial de sustentabilidade do projeto. Essa transição para fontes renováveis não apenas atende à demanda energética, mas também contribui significativamente para a mitigação dos impactos ambientais, demonstrando um passo importante rumo à eficiência energética e à sustentabilidade.

## 6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto realizado cumpriu com os objetivos propostos, contribuindo para o desenvolvimento de um projeto de Planejamento Energético Integrado de um hotel localizado no município de Jaboticatubas em Minas Gerais, visando a redução de suas emissões de carbono. A revisão bibliográfica sobre os temas de Mudanças climáticas, planejamento energético integrado e setor hoteleiro no Brasil permitiram elucidar os temas abordados nas fases que antecederam a elaboração prática. Isso permitiu um entendimento dos temas e a clareza das questões que envolvem a implantação de painéis fotovoltaicos. A fase de estudo das questões climáticas destacou as mudanças aceleradas que vem acontecendo em um curto período, salientando a necessidade de ações concretas no setor energético para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

A análise do Planejamento Energético Integrado (PEI) explicou de forma clara esse tipo de metodologia e os benefícios de sua implantação. Quanto a revisão sobre o setor hoteleiro no Brasil, foi importante analisar o histórico de medidas sustentáveis que estão sendo adotadas por esses empreendimentos e como esse fator impulsiona a aderência de outros estabelecimentos a uma gestão mais sustentável. Já em relação ao diagnóstico da demanda energética atual do hotel, esta descrição identificou o consumo energético do hotel, permitindo uma análise das necessidades específicas desse empreendimento.

Conseqüentemente, a partir disso, foi possível elaborar um projeto de instalação de painéis fotovoltaicos que atendessem a demanda da rede de hospedagem. Por fim, a quantificação da redução das emissões de carbono revelou que a implementação do sistema fotovoltaico pode resultar em uma significativa redução, demonstrando o potencial do projeto para contribuir com a mitigação das mudanças climáticas. Por conseguinte, o projeto não só atende às metas estabelecidas, mas também se posiciona como um exemplo de boas práticas em sustentabilidade no setor hoteleiro.

Em contrapartida, o trabalho de encontrar uma rede para realizar um estudo de caso foi desafiador. Os esforços revelam que a obtenção de informações sobre os dados do consumo de energia elétrica e as políticas ambientais em hotéis é extremamente restrita. Muitos estabelecimentos são reticentes em compartilhar dados e carecem de um setor dentro da empresa responsável pela questão da eficiência energética. É raro

encontrar instituições que são transparentes quanto as suas práticas de gestão e estão dispostas a compartilhar esses dados com terceiros. Foram feitas ligações telefônicas para os departamentos de recursos humanos, recepção, setor de engenharia e arquitetura (em caso de hotéis que tinham esse último departamento) e equipe de manutenção, além das visitas presenciais. Todavia, essas estratégias não trouxeram os resultados esperados, demonstrando a dificuldade de realizar trabalhos acadêmicos para as empresas pela exacerbada restrição destas em fornecer seus dados.

Apesar desses obstáculos, é importante destacar e parabenizar a unidade hoteleira que gentilmente forneceu os dados para este estudo. Este hotel demonstrou um forte compromisso com a questão ambiental e a eficiência energética, além de outras iniciativas socioambientais, como a segregação adequada de resíduos e a adaptação completa do hotel para pessoas com mobilidade reduzida. O empenho desta unidade em alinhar-se cada vez mais às boas práticas no ramo ambiental e social serve como um exemplar no setor hoteleiro.

Estudos identificam que os chuveiros elétricos têm um peso significativo na conta de energia, principalmente em hotéis, onde os hóspedes costumam tomar banhos mais longos, já que não são responsáveis pela taxa de consumo. A atitude do resort em utilizar chuveiros solares predominantemente, recorrendo a chuveiros a gás e caldeiras apenas em caso de problemas com a primeira opção, já indica a existência de uma gestão energética eficaz. Essa medida é excelente, pois reduz a demanda elétrica, beneficiando tanto no caso de contrato de consumo com a concessionária quanto no cenário de geração própria de energia. Conseqüentemente, essa iniciativa diminui as despesas e resulta em uma redução da pegada de carbono da companhia.

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de um estudo de avaliação de rendimento em painéis solares fotovoltaicos nas regiões norte e nordeste de Minas Gerais. Essas áreas são particularmente promissoras devido à maior incidência de radiação solar, o que pode resultar em um desempenho mais eficiente dos painéis. diferentemente do presente estudo, que se concentra no Município de Jaboticatubas, centro de Minas Gerais. A análise nas regiões norte e nordeste permitirá uma comparação futura com o atual estudo, de forma que o trabalho proposto potencialmente terá uma eficiência melhor. A partir do resultado será possível ainda revelar o impacto das variáveis climáticas e geográficas no rendimento dos sistemas fotovoltaicos.

Além disso, seria interessante um trabalho de análise mais detalhada dos aparelhos eletrônicos presentes no hotel. A substituição dos aparelhos mais antigos possivelmente resultaria em uma melhoria da eficiência energética. Principalmente para aqueles que consomem mais energia, como ar-condicionado e geladeiras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA [ANEEL]. Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abr. de 2012. Agência Nacional De Energia Elétrica. 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: maio de 2018.

AZEVEDO DANTAS, Guilherme De. Planejamento Energético E As Políticas Públicas: Aspectos Conceituais E Metodológicos. Energias Renováveis: Políticas Públicas e Planejamento, p. 31. 2014.

AZEVEDO DANTAS, Guilherme. A Necessidade Do Planejamento Energético Integrado Do Sistema. Energias Renováveis: Políticas Públicas e Planejamento, p. 229. 2014.

BAJAY, S. V. Modelos de Planejamento da Expansão de Sistemas Energéticos. Anais do X Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro: CBE, 2006.

BLEY, F. B. LEDs versus Lâmpadas Convencionais Viabilizando a troca. Revista Online Especialize – Ipog, maio 2012.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Selo Procel leva mais economia e sustentabilidade aos brasileiros, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/selo-procel-leva-mais-economia-e-sustentabilidade-aos-brasileiros#:~:text=O%20selo%20do%20Programa%20Nacional,produtos%20s%C3%A3o%20eficientes%20e%20econ%C3%B4micos>>. Acesso em: 11 de set. de 2024.

BRASIL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Modalidades Tarifárias, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/modalidades-tarifarias>>. Acesso em: 15 de ago. de 2024.

CETRULO, Tiago Balieiro; LINS, Jefferson Junior Leal; DA SILVA TOLEDO, Charly Maurilio. Boas Práticas Da Eficiência Energética No Setor Hoteleiro: Estudo De Caso Em Rondônia. Rondônia, 2013.

CIMA, Fernando Monteiro. Utilização de indicadores energéticos no planejamento energético integrado. Dissertação de Mestrado, 2006.

CUPERTINO, Silvia Andrea; TOMÉ, Fernanda; COSTA, Hirdan Katarina de Medeiros. O marco legal da microgeração e minigeração distribuída: considerações sobre a Lei nº 14.300/2022. Revista de Informação Legislativa: RIL, Brasília, DF, v. 60, n. 240, p.107-123, out./dez. 2023.

DE AZEVEDO DANTAS, Guilherme. Planejamento Energético E As Políticas Públicas: Aspectos Conceituais E Metodológicos. Energias Renováveis: Políticas Públicas e Planejamento, p. 31. 2014.

DE AZEVEDO DANTAS, Guilherme. A Necessidade Do Planejamento Energético Integrado Do Sistema. Energias Renováveis: Políticas Públicas e Planejamento, p. 229. 2014.

DO AMARAL AIRES, Regina Wundrack; MOREIRA, Fernanda Kempner; DE SÁ FREIRE, Patricia. Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. In: Anais do congresso internacional de conhecimento e inovação– Ciki. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA [EPE]. Balanço Energético Nacional 2020: Ano Base 2019, Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Rio de Janeiro, RJ, 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA [EPE]. Balanço Energético Nacional 2024: Ano Base 2013, Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Rio de Janeiro, RJ, 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA [EPE]. Balanço Energético Nacional 2018: Ano Base 2017, Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Rio de Janeiro, RJ, 2028.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA [EPE]. Empresa de Pesquisa Energética. Energia Elétrica – Brasil. Setor Elétrico – Brasil. Energia Hidrelétrica. Bioeletricidade. Energia Eólica. Energia Solar. Energia Oceânica. 2016.

ESG TODAY. ISO lançará padrão global Net Zero. Marca Segal, 2024. Disponível em: <<https://www.esgtoday.com/iso-to-launch-international-net-zero-standard/>>. Acesso em 11 de jul. de 2024.

FARRET, F. A. Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica. 2 ed. Santa Maria, RS, Brasil, 2010.

FILHO, R. A. S. Sistema de gestão ambiental como estratégia empresarial no ramo hoteleiro. Revista Produção Online. 2008.

FIRME, Vinicius Azevedo Couto; PEROBELLI, Fernando Salgueiro. O setor energético brasileiro: uma análise via indicadores de insumo-produto e o modelo híbrido para os anos de 1997 e 2002. Planejamento e políticas públicas, n. 39, 2012.

GALBIATTI-SILVEIRA, Paula. Energia e mudanças climáticas: impactos socioambientais das hidrelétricas e diversificação da matriz energética brasileira. *Opinion Jurídica*, v. 17, n. 33, p. 123-147, 2018.

GLOBAL ATLAS SOLAR. Global Solar Atlas, 2023. Disponível em: <<https://globalsolaratlas.info/detailc=->

22.987028,43.196239,11&r=BRA:BRA.19\_1&s=-22.987028,-43.196239&m=site>.

Acesso em: 05 de dez. de 2023.

HOSENUZZAMAN, M.; RAHIM, N.A.; SELVARAJ, J.; HASANUZZAMAN, M.; MALEK, A.B.M.A.; NAHAR, A. Global prospects, progress, policies, and environmental impact of solar photovoltaic power generation, 2014.

HUMBERT, Marcelo Ruzzarin et al. Análise de práticas de eficiência energética no setor hoteleiro: um estudo de caso na pousada caminho do rei–Imbituba/Sc. 2016.

HYBRID OPTIMIZATION OF MULTIPLE ENERGY RESOURCES [HOMER PRO], 2024. Disponível em: <<https://homerenergy.com/products/pro/index.html>>. Acesso em 30 de abr. de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. [IBGE]. Brasil, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>>. Acesso em: 05 de dez. de 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY [IEA]. IEA Energy Statistics, 2007. Disponível em <<http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp>>. Acesso em: 06 de jul. de 2007.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY [IEA]. Energy Technology Perspectives 2010, OECD/IEA, Paris, 2010.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY [IRENA]. Renewable Energy Capacity Statistics, 2015. Disponível em: <<https://www.irena.org/>>. Acesso em 10 de jun. 2024.



INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY [IRENA]. Renewable Energy in the Hotel Industry, 2024. Disponível em: <<https://www.irena.org/>>. Acesso em 10 de jun. 2024.

JANNUZZI, G. de M. Aumentando a eficiência nos usos finais de energia no Brasil. Sustentabilidade na Geração e o Uso da Energia no Brasil: os próximos 20 anos, v. 35, 2002.

MAGALHÃES, Regina; VENDRAMINI, Annelise. Os impactos da quarta revolução industrial: o Brasil será uma potência sustentável com condições de capturar as oportunidades que surgem com as mudanças econômicas, ambientais, sociais e éticas provocadas pelas novas tecnologias. São Paulo, v. 17, 2020.

MORALES, Fernanda. Conheça alguns dos prédios mais inteligentes do Brasil, 2012. Disponível em: <<https://arquivo.canaltech.com.br/curiosidades/Predios-inteligentes-sao-a-grande-tendencia-para-o-setor-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 24 abr. 2024.

NOGUEIRA, L. A. H. Uso racional a fonte energética oculta. Revista Estudos Avançados. Vol. 21 nº.59, São Paulo: 2007.

NÚÑEZ-HIDALGO, Ignacio. Climate Change: Impacts, Policy and Perspectives. Chile. Environmental History, Perspectives and Challenges; Alberto, J., Ed, p. 119-154, 2019.

PEREIRA, C. S., et al. (2019). Sustainable Practices in Luxury Hotels: A Cross-Cultural Perspective. Journal of Sustainable Tourism, 27(1), 1-19.

PEREIRA, Naron Xavier. Desafios e perspectivas da energia solar fotovoltaica no Brasil: geração distribuída vs geração centralizada. 2019.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA [PROCEL]. Relatório da pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso – classe comercial – hotéis e motéis – ano base 2005. Disponível em: <Acesso em: 25 julho de 2014>. Acesso em: 08 jun. de 2024.

RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 786, de 17 de outubro de 2017. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. [Brasília, DF]: ANEEL, [2023c]. Revogada. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2017786.pdf>>. Acesso em: 08 jun. de 2024.

RIBAS, Rodrigo Pacheco. Perspectivas de demanda e emissões de CO2 no setor energético brasileiro face às políticas de mitigação da mudança do clima. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

ROSEWOOD HOTÉIS. Sobre o Rosewood São Paulo, 2024. Disponível em: <<https://www.rosewoodhotels.com/pt/sao-paulo/overview/about>>. Acesso em 21 de abr. de 2024.

RÜTHER, R. Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. LABSOLAR. Florianópolis, 2004.

SILVA, A. B. Turismo Sustentável: Desafios e Oportunidades. Editora Sustentável, 2020.

TEIXEIRA, Cristiano; MELO, Ana Paula; FOSSATI, Michele; LAMBERTS, Roberto. Modelagem Bottom-up do Consumo por uso Final de Eletricidade no Setor Residencial no Brasil. Ambiente Construído, Porto Alegre, [s. l.], p. 1-131, jul. 2022.

UNWTO. Global Guidelines to Restart Tourism, 2024. Disponível em: <<https://www.unwto.org/>>. Acesso em 04 de abr. de 2024.

WAENGA, Aline Fontes Cordeiro; PINTO, Dayana Araujo Ferreira. Impactos da geração distribuída fotovoltaica no sistema de distribuição de energia elétrica. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

GLOBAL SOLAR ATLAS, 2024. Disponível em: <<https://globalsolaratlas.info/map?s=-19.4191,-43.7455,10>>. Acesso em 19 maio de 2024.

GREENKEY. Our Programme, 2024. Disponível em: <<https://www.greenkey.global/our-programme>>. Acesso em 20 de set. de 2024.