



**Universidade de Brasília**

Faculdade de Tecnologia

Departamento de Engenharia Mecânica

Programa de Pós-Graduação em Ciências Mecânicas

Eliane Ferreira da Silva

**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS:  
UMA VITRINE PARA A SOCIEDADE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS MECÂNICAS**

**Brasília/DF**

**2018**

**Eliane Ferreira da Silva**

**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS:  
UMA VITRINE PARA A SOCIEDADE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS MECÂNICAS (PCMEC) DA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE  
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM  
CIÊNCIAS MECÂNICAS.**

**ORIENTADOR: Antonio Cesar Pinho Brasil Junior**



**Universidade de Brasília**  
Faculdade de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Mecânica

**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS:  
UMA VITRINE PARA A SOCIEDADE**

**Eliane Ferreira da Silva**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS  
MECÂNICAS.**

APROVADA POR:

---

Antonio Cesar Pinho Brasil Junior, PhD (UnB/ENM)  
(Orientador)

---

Mario Benjamim Baptista de Siqueira, PhD (UnB/ENM)  
(Examinador Interno)

---

Rafael Amaral Shayani, PhD (UnB/ENE)  
(Examinador Externo)

Brasília, 2018

Dedico este estudo ao meu amado e querido pai

André Ferreira da Silva, *in memoriam*.

## **Agradecimentos**

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado garra, determinação e por fazer acreditar que tudo é possível, que não importa o tamanho do obstáculo.

Agradeço à minha família, minha querida mãe Ivone, meus irmãos Hélio, Eliete, Andréia, Meriely, Caroline, André Júnior e José Eduardo, a Gláucia, aos meus sobrinhos Pedro, Bruna, Nicolás, Maria Eduarda e Nicole por entenderem a minha ausência nos últimos anos. A minha avó Maria, 101 anos de vida e experiência (*in memoriam*).

Agradeço, em especial ao meu filho João Vítor por acreditar e me fortalecer nas horas difíceis. E sobretudo ao meu querido e amado pai pelos ensinamentos dados e pelo orgulho transmitido ao saber do meu interesse em continuar no meio acadêmico buscando crescimento intelectual (*in memoriam*).

Agradeço ao meu querido chefe Eduardo Soriano Lousada por me incentivar e acreditar no meu potencial, pelas discussões e orientações haja vista sua experiência no setor energético, como gestor público do MCTIC e como Co orientador. Aos colegas de trabalho Rafael, Daniela, Tássia, Dante, Jairo, Gustavo, Cristina, Elzivir, Leonardo, Douglas e Samira.

Agradeço ao meu orientador professor Dr. Antonio Cesar Pinho Brasil Junior pela paciência e por ter me proporcionado o crescimento científico. Agradeço aos professores da banca Professor Mário Benjamim Baptista Siqueira e em especial o Professor Rafael Amaral Shayani por esclarecimentos da engenharia elétrica.

Agradeço ao colega Wesly pelas discussões e orientações e ao colega Rafael Bertasso pela disponibilidade em ajudar e esclarecer informações da engenharia elétrica.

Aos amigos e companheiros que se furtaram da minha presença por muito tempo nas reuniões sociais: Maria do Rosário, Mariluz e Carla Cristina.

Ao Brigadista do MCTIC Sr. Celestino no acesso a cobertura do bloco “E” e todos os colaboradores, das 30 edificações, que disponibilizaram as informações ao longo do estudo, especialmente ao Sistema Eletrônico de Informação ao Cidadão (e-SIC) da CGU.

A todos os professores do programa de Pós-Graduação em Ciências Mecânicas, da Universidade de Brasília - UnB, pela contribuição para o meu progresso acadêmico.

Ao Bruno Mesquita da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciências Mecânicas do Departamento de Engenharia Mecânica – ENM da Faculdade de Tecnologia – FT, em especial ao coordenador do programa, professor D.Sc.Lucival Malcher, pela disposição em ajudar, compreendendo as dificuldades que tive ao longo deste projeto.

Enfim, meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão desta pesquisa.



Imagem: Goiabeira no pátio da Faculdade de Tecnologia (UnB/2017)

“Quando se quer muito alguma coisa nada é empecilho,  
você fará meios para que aconteça.”

## Resumo

*O trabalho desenvolvido nesta dissertação diz respeito a uma metodologia de estudo de caso para dimensionar o sistema FV nas coberturas dos edifícios públicos da Esplanada dos Ministérios, em Brasília, capital do país, com recursos pré-definidos, impulsionado pelo elevado nível das tarifas no consumo da energia elétrica, partindo da iniciativa do Projeto Esplanada Sustentável (PES), do crescimento exponencial da Energia Solar Fotovoltaica no mundo e fazendo um comparativo com a usina solar do Ministério de Minas e Energia (MME), ativa desde: 06/10/2016. Para isso foi necessário avaliar a eficiência energética dos edifícios, nos anos, 2016 e 2017, identificando as oportunidades de redução de despesas com energia elétrica, por meio da adequação da demanda contratada, do enquadramento tarifário e da correção da energia reativa existente. O instrumento utilizado para a coleta de dados das faturas de energia elétrica foi o sistema de informação ao cidadão e-SIC, da CGU. O estudo considerou além dos aspectos técnicos e operacionais, os aspectos históricos, culturais, arquitetônicos e climáticos, envolvidos pelos diversos atores. Identificado as reduções de despesas, o estudo direcionou para a seguinte vertente: viabilidade técnica e econômica para a implantação do sistema solar fotovoltaico conectados à rede nas edificações. O objetivo é mobilizar e sensibilizar os dirigentes da administração pública para as boas práticas no consumo de energia elétrica vislumbrando-se assim, caracterizar o potencial de contribuição do Sistema Solar Fotovoltaico integrado a um edifício público.*

**Palavras-chave:** *Energia Solar Fotovoltaica, Prédios públicos, Esplanada dos Ministérios, Eficiência Energética, Edificações Sustentáveis.*



## **Abstract**

*This paper aims to mobilize and sensitize public administration leaders to good practices and encourage investment in the PV system in Brazil. It presents a case study methodology for dimensioning the PV system on the roofs of the public buildings of the Esplanade of the Ministries, Brasilia, capital of the country, with predefined resources, starting with the Sustainable Esplanade Project (PES), of the exponential growth of photovoltaic solar energy in the world and making a comparison with the solar power plant of the Ministry of Mines and Energy (MME), active since: Oct. 6th, 2016. In order to do so, it was necessary to evaluate the energy efficiency of the buildings in the period from January 2016 to April 2017 (16 months), identifying the opportunities to reduce electric energy expenses, through the adjustment of contracted demand, the tariff framework and correction of existing active energy. The instrument used to collect data on electric bills was the e-SIC Citizen Information System. The study considered in addition to the technical and operational aspects, the historical, cultural, architectural and climatic aspects, involved by several actors. Identifying the reductions of expenses, the study directed to the following aspect: technical and economic feasibility for the implementation of photovoltaic solar system connected to the grid. A simulation of an ideal photovoltaic solar system was made, with due calculations of its yield, to provide a compensation of the energy expenditure of the building - or part of it - through the use of the alternative source in question. The study develops a methodology for public administration, as a major consumer of electricity, to act in a responsible, fiscalizing and incentive way in reducing energy waste, and consequently reducing greenhouse gases.*

**Keywords**— *Energy Efficiency, Esplanade of Ministries, Photovoltaic Solar Energy, Public Buildings, Sustainable Buildings*

## Lista de ilustrações

Figura 1.1	Programas de sustentabilidade do Governo Federal para o PES.	25
Figura 2.1	Evolução anual de instalações de FV (GW - DC) a nível mundial. Fonte: Snapshot of Global Photovoltaic Markets - IEA PVPS acesso em 17/04/18	29
Figura 2.2	Os países no ranking dos TOP 10 (a) 2016 e (b) 2017 total de capacidade instalada de FV. Fonte: Snapshot of Global Photovoltaic Markets - IEA PVPS. Acesso em 17/10/17 e 20/05/18	30
Figura 2.3	Global renewable energy employment by technology, 2012-2017 (a) e Crescimento de geração de empregos na indústria solar fotovoltaica (b). Fonte: IRENA Jobs database	31
Figura 2.4	Apresenta a Matriz elétrica Brasileira (2017). Inclui gás de coqueria, gás de alto forno, gás de aciaria e alcatrão inclui importação inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras fontes primárias (EPE,2018)	34
Figura 2.5	Fluxo de energia elétrica – (a) Oferta interna de energia elétrica e (b) Oferta interna bruta. Dados: BEN 2018 (Ano base 2017) MME.	35
Figura 2.6	Geração de energia em tempo real. Os valores em MW Acesso em: 18/10/2018 às 14:27hs Fonte: ONS/2018.	36/37
Figura 2.7	Geração Elétrica (GWh) <sup>1</sup> Inclui geração distribuída <sup>2</sup> inclui lenha, bagaço de cana e lixívia <sup>3</sup> Inclui óleo diesel e óleo combustível <sup>4</sup> Inclui outras fontes primárias, gás de coqueria e outras secundárias (a) e Capacidade instalada <sup>1</sup> não inclui micro e mini geração distribuídas <sup>2</sup> inclui biomassa, gás, petróleo e carvão mineral (b).	38
Figura 2.8	Fluxograma das tarifas de energia elétrica.	40
Figura 2.9	Panorama da potência contratada em leilões em SFV.	42
Figura 2.10	Panorama da potência instalada em SFV por Estado. Fonte: ABSOLAR/2018.	43
Figura 2.11	Síntese dos níveis de irradiação por região.	51
Figura 2.12	Potencial brasileiro de irradiação solar.	54
Figura 2.13	Histórico de preços de células fotovoltaicas de silício em US\$ por watt Fonte: Bloomberg. New Energy Finance & pv.energytrend.com	59
Figura 3.1	Localização geográfica das unidades consumidoras de geração distribuída existentes no Brasil. Fonte: BIG/ANEEL.	62
Figura 3.2	Localização geográfica em UFV no DF.	66
Figura 3.3	Geração de energia solar FV no TSE/ Brasília. . Fonte: Google Earth Pro/2018.	68
Figura 3.4	Geração de energia solar no CONFEA/Brasília-DF. Fonte: Google Earth/2018.	69
Figura 3.5	UFV na CONFEA/Brasília-DF Fonte: CONFEA.	69
Figura 3.6	Inversores. Fonte: CONFEA.	69
Figura 3.7	Geração UFV nas instalações da CAESB /Águas Claras-DF. Fonte: Google Earth(a) e Caesb (b).	71
Figura 3.8	Instalações da ANEEL/Asa Norte –DF Fonte: Google Earth 16/11/18.	72
Figura 3.9	Vista aérea do bloco U – Usina solar fotovoltaica na Esplanada dos Ministérios, fase de instalação (a), (b) e (c) Estruturas de concreto (acesso a cobertura, caixa d'água, casa de máquinas e instalação dos inversores e sistema de monitoramento da usina).	73
Figura 3.10	Usina Solar MME – Esplanada dos Ministérios (Monitoramento online - Solar Energy do Brasil).	74
Figura 3.11	Instalação de geração solar no FNDE. Fonte: MTEC Energia/FNDE.	74
Figura 3.12	INEPE com geração solar. Fonte: Google Earth/2018.	75
Figura 3.13	Geração de energia solar para curso de capacitação. Fonte: SEDESTMIDH	76
Figura 3.14	Embaixada da Itália - geração solar. Fonte: Google Earth/2018.	77
Figura 3.15	Metrô-DF, Estação Guariroba, Ceilândia. Fonte: Google Earth Pro.	78
Figura 3.16	Metrô-DF, Estação Samambaia Sul. Fonte: Google Earth Pro.	78
Figura 3.17	Edificações no setor de autarquias com UFV. Fonte: Google Earth/2018.	79

Figura 3.18	Instalação de geração solar nas edificações da CEF, no Setor de autarquias (a) Matriz 2 e (b) Matriz 3 Fonte: CEF.	80
Figura 3.19	Setor Hoteleiro Sul edificações com geração de energia solar, Condomínio Brasil 21. Fonte: Google Earth/2018.	81
Figura 3.20	Setor Hoteleiro Norte em Brasília/DF. Fonte: Google Earth/2018.	81
Figura 3.21	Setor Hospitalar Norte.	82
Figura 4.1	Fluxograma das etapas iniciais para elaboração do diagnóstico.	83
Figura 4.2	Esplanada dos Ministérios e seus anexos. Fonte: Google Maps. Acesso em 21/02/17.	84
Figura 4.3	Palácio da Justiça/Anexo (MJSP) (a) e Palácio do Itamaraty/Anexo (MRE) (b).	85
Figura 4.4	Esplanada dos Ministérios em construção, final da década de 50, (a) a construção foi feita por estruturas metálicas. (b) vista dos primeiros prédios em construção.	86
Figura 4.5	Vista aerea da Esplanda dos Ministérios. Fonte: Imagem Google Earth. Acesso em: 08/05/17.	87
Figura 4.6	Vista do bloco E (sentido oeste/Sul) (a); Vista do bloco E (Vista frontal/leste) (b); Vista do bloco E (Norte) (c); Imagem da cobertura do bloco E (2013) (d); Cobertura (2013) (sentido norte/Sul) (e); Imagem cobertura (2015) (f); Cobertura reformada (2015) (g) e Vista da cobertura do bloco E (h).	90
Figura 4.7	Planta baixa da cobertura (bloco E, Esplanada dos Ministérios) (a), Vista aérea do bloco E (b). Fonte: Google Earth. Acesso em: 08/03/18; Vista aérea do bloco E (c). Fonte: Google Earth Pro, data da imagem 8/12/17. Acesso em 15/04/18.	91
Figura 4.8	Iluminação do corredor das instalações do MI antes da reforma (2013) (a); Iluminação do corredor MI (2017) (b); Iluminação – banheiro feminino MI (c); Iluminação do corredor MCTIC (d); Iluminação da sala de trabalho (e) e Iluminação banheiro feminino MCTIC (direção SUL) (f).	93
Figura 4.9	Subestação (2014) (a) e (b); Quadros de distribuição: de força e iluminação (c).	94/95
Figura 4.10	Iluminação do Bloco E – (a) Visão externa noturna; (b) Visão interna (corredor MCTIC) e (c) Visão interna (sala MCTIC).	96
Figura 4.11	Visão do sistema elétrico das instalações do MI - Monitoramento KNX (Térreo) (a); Monitoramento KNX (Subsolo) (b); Monitoramento KNX (7º andar) (c); Monitoramento KNX (Quadro Geral) (d); Iluminação LED modelo LAN03-E/EAN03-E (MI) (e) e Iluminação LED modelo LAN04-E/EAN04-E (MI) (f); Foto: Maio/2017.	98
Figura 4.12	Equipamento do sistema de climatização instalados na cobertura do bloco E pertencentes ao MI. (a) e (b).	99
Figura 4.13	Sistema independente (janela e Split) - vista interna e externa (a) e (b) do MCTIC.	100
Figura 4.14	O projeto urbanístico original abrangia a construção de mais oito anexos.	100
Figura 4.15	Ministério, túnel e anexo.	101
Figura 4.16	Vista dos anexos - Google Earth Pro (2017).	101
Figura 4.17	Registro fotográfico <i>in loco</i> , cobertura (a), (b), (c), (d), túnel de acesso (e) e fachada (f).	103
Figura 4.18	Estruturas físicas do bloco U MME antes (a) e (b) após a instalação do sistema PV. Fonte: Google Earth. Acesso em 23/04/18.	104
Figura 4.19	Fluxograma da estruturação da etapa de coleta de dados.	105
Figura 4.20	Metodologia do estudo da viabilidade técnica.	106
Figura 4.21	Verificação do tipo de estruturas no telhado da edificação (a) a (l). Fonte: Google Earth Pro.	107/110
Figura 4.22	Sombreamento sobre as edificações (a) e (b). Google Earth Pro.	111/112
Figura 4.23	Planta de cobertura do MCTIC (modificada) (a) e Planta com a numeração do espaço destinado à inserção das placas (FV) (b).	113
Figura 4.24	Fluxograma para o dimensionamento do SFV.	115
Figura 4.25	Fluxograma para análise da viabilidade técnica	116
Figura 5.1	Fluxograma – Tarifas de energia elétrica Grupo A, conforme RN ANEEL nº 414/2010.	119
Figura 5.2	Tipos de modalidade tarifária identificadas nas edificações da Esplanada dos Ministérios. Dados: Faturas de energia e imagem: Google Earth Pro.	120

Figura 5.3	Imagem via satélite da Esplanada dos Ministérios. Fonte: Google Earth. Acesso em: 08/05/17.	125
Figura 5.4	Palácio dos Arcos e Anexo - bloco I e H.	125
Figura 5.5	Tipos de arquiteturas (Anexos, Anexo dos Palácios, Palácios e os Blocos). Fonte: Google Earth/2018.	131
Figura 5.6	Vista aérea das edificações (1) Palácio Itamaraty e (2) Palácio da Justiça.	141
Figura 5.7	Informações do monitoramento Solar Energy do sistema solar fotovoltaico (a), (b), (c) e (d) do MME.	143
Figura 5.8	Irradiação Solar no plano inclinado em Brasília. Fonte: CRESESB SunData/2018.	146
Figura 5.9	Cobertura de edificações (blocos e anexos) na Esplanada dos Ministérios. Fonte Google Earth Pro.	143

## Lista de gráficos

Gráfico 2.1	Percentual de usinas em operação no Brasil	55
Gráfico 3.1	Unidades consumidoras com geração distribuída em todas as classes de consumo. Fonte: ANEEL. Acesso em novembro/2018.	64
Gráfico 3.2	Unidades consumidoras com geração distribuída apenas no Poder público por Estado. Fonte: ANEEL. Acesso em novembro/2018.	65
Gráfico 3.3	Unidades consumidoras em UFV (a) Quantitativo e (b) Capacidade instalada por região.	65
Gráfico 3.4	Unidades consumidoras com instalação de FV no DF (a) Percentual de quantidade e (b) de potência instalada.	66
Gráfico 3.5	Participação de consumo de energia acumulado no ano – 2017. Fonte: CEB/2017.	67
Gráfico 3.6	Número de consumidores atendidos CEB - Relatório CEB/2017.	67
Gráfico 3.7	Análise comparativa de consumo da edificação em 2017, sem o sistema e em 2018, com o sistema.	71
Gráfico 3.8	Análise financeira comparando as faturas de energia elétrica nos anos de 2017 e 2018.	71
Gráfico 5.1	Comparativo do Consumo dos blocos e anexos no horário de ponta (a) e Fora Ponta (b).	123
Gráfico 5.2	Histórico de potência em kW de 2010 a 2018 do bloco E.	127
Gráfico 5.3	Histórico de potência em kW do Anexo AF - 2011 a 2017.	128
Gráfico 5.4	Histórico de Ultrapassagem de demanda – Anexo N.	129
Gráfico 5.5	Histórico de Energia Reativa do bloco K - medidor 2.	126
Gráfico 5.6	Comparativo do consumo dos 16 blocos no horário de Ponta(a) e fora ponta(b) na THS azul e verde.	131
Gráfico 5.7	Comparativo do Consumo dos anexos no horário de Ponta(a) e fora ponta (b).	132
Gráfico 5.8	Comparativo de consumo de energia em kWh dos blocos que não possuem anexo no horário de Ponta (a) e Fora ponta (b).	133
Gráfico 5.9	Comparativo de consumo de energia em kWh dos blocos que possuem anexo no horário de fora ponta (a) e ponta (b).	134
Gráfico 5.10	Comparativo do Consumo das edificações com mesma modalidade tarifária azul na ponta(a) e fora ponta(b).	135
Gráfico 5.11	Comparativo do Consumo das edificações com mesma modalidade tarifária verde na ponta(b) e fora ponta(b).	136
Gráfico 5.12	Comparativo de consumo de energia em kWh dos blocos que possuem dois medidores no horário de fora ponta (a) e ponta (b).	137
Gráfico 5.13	Comparativo de consumo de energia em kWh dos blocos que possuem dois medidores – Ar condicionado, no horário de Fora ponta (a) e ponta (b).	137
Gráfico 5.14	Comparativo de consumo de energia em kWh dos blocos que possuem dois medidores – Demais cargas, no horário de Fora ponta (a) e ponta (b).	138
Gráfico 5.15	Comparação das edificações que possuem dois medidores - blocos A, K, Q e U (c) e (d).	139
Gráfico 5.16	Comparativo de consumo de energia em kWh no horário de Fora ponta (a) e ponta(b).	141

## Lista de tabelas

Tabela 2.1	Estatística Mundial da Energia Renovável – Energia Solar e PV de 2008 a 2017 Fonte: <a href="http://www.irena.org">http://www.irena.org</a> .	31
Tabela 2.2	Empreendimentos em operação (a), Empreendimentos em Construção (b) e Empreendimentos com Construção não iniciada (c).	37
Tabela 2.3	Consumo e número de consumidores - Brasil	38
Tabela 2.4	Projetos de Lei tramitados na Câmara dos Deputados Federal.	45
Tabela 2.5	Projetos de Lei do Senado (PLS).	45
Tabela 2.6	Histórico de potência contratada (MW) em Leilões de Fonte Solar FV no Brasil.	49
Tabela 2.7	Outorgas de geração em centrais fotovoltaicas.	49
Tabela 2.8	Usinas FV em operação no Brasil	55/56
Tabela 2.9	Benefícios a sociedade em diversas esferas.	57
Tabela 2.10	Empresas brasileiras fabricantes de módulos fotovoltaicos.	58
Tabela 3.1	Situação anual de adesão de geração distribuída por fonte solar fotovoltaica em todas as classes de consumo.	62
Tabela 3.2	Unidades consumidoras com geração distribuída por tipo de geração na modalidade (Geração na própria UC, autoconsumo remoto, geração compartilhada e múltiplas UC).	62
Tabela 3.3	Unidades consumidoras com geração distribuída por classe de consumo – Geração na própria UC.	63
Tabela 4.1	Área de cobertura MCTIC/MI. Dados: 2013/2015.	113
Tabela 4.2	Comparativo de preço das placas solares.	116
Tabela 5.1	Informações gerais das faturas de energia elétrica da Esplanada dos Ministérios.	Apêndice 160
Tabela 5.2	Informações do consumo na ponta, na fora ponta e no excedente de energia reativa (EREX).	Apêndice 162
Tabela 5.3	Tarifa Horo-Sazonal Azul. Fonte: CEB (nov./2018).	121
Tabela 5.4	Tarifa Horo-Sazonal Verde. Fonte: CEB (nov./2018).	122
Tabela 5.5	Histórico de potência em kW.	124
Tabela 5.6	Histórico de Potência em kWh do Anexo AF.	126
Tabela 5.7	Valores pagos por energia elétrica dos Anexos (R\$).	132
Tabela 5.8	Valores pagos por energia elétrica em R\$ das edificações que não possuem anexo.	133
Tabela 5.9	Valores pagos por energia elétrica em R\$ das edificações que possuem anexo.	134
Tabela 5.10	Valores pagos por energia elétrica em R\$ das edificações que possuem anexo.	135
Tabela 5.11	Valores pagos por energia elétrica em R\$ dos blocos na modalidade tarifária verde.	136
Tabela 5.12	Valores pagos por energia elétrica em R\$ das edificações que possuem dois medidores.	134
Tabela 5.13	Valores pagos por energia elétrica em R\$ das edificações com dois medidores – Ar condicionado.	138
Tabela 5.14	Valores pagos por energia elétrica em R\$ dos blocos com dois medidores – Demais cargas.	138
Tabela 5.15	Comparação das edificações que possuem dois medidores de energia - blocos A, K, Q e U (a) e (b).	139
Tabela 5.16	Comparação das edificações que possuem dois medidores - blocos A, K, Q e U (a) e (b).	140
Tabela 5.17	Dados de consumo de energia elétrica do bloco E.	141
Tabela 5.18	Perdas de energia para o rendimento global.	145
Tabela 5.19	Perdas de energia para o rendimento global.	147

## Lista de abreviaturas e siglas

3E	Eficiência Energética Edificações
A3P	Agenda Ambiental na Administração Pública
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEM	Balanço Energético Nacional
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIG	Banco de Informações da Geração
BNB	Banco do Nordeste
BNDS	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BNEF	Bloomberg New Energy Finance
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CDE	Conta de Desenvolvimento Energético
CEBC	Clean Energy Business Council
CFURH	Compensação financeira pelo uso de Recursos Hídricos
CGH	Centrais Geradoras Hidrelétricas
CGU/PR	Controladoria Geral da União/Presidência
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CNPJ	Cadastro de Pessoa Jurídica
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CPF	Cadastro de Pessoa Física
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
CSS	Coleta Seletiva Solidária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESS	Encargos de Serviços do Sistema
EUA	Estados Unidos da América
FV	Fotovoltaico
GD	Geração Distribuída
GEDAE	Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas
GEE	Gases de Efeito Estufa.
GEF	Fundo Global para o Meio Ambiente
GWp	Giga watts pico
HFP	Horário Fora de Ponta
HP	Horário de Ponta
ICMS	Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços
IEA PVPS	International Energy Agency
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IRENA	Agência Internacional de Energia Renovável
LED	Light Emiting Diode (Diodo emissor de Luz)
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MD	Ministério da Defesa
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MDS	Ministério Desenvolvimento Social
MEC	Ministério da Educação
MF	Ministério da Fazenda
MI	Ministério da Integração Nacional
MinC	Ministério da Cultura
MJSP	Ministério da Justiça
MMA	Ministério do Meio Ambiente

MME	Ministério de Minas e Energia
MNRE	Ministério das Energias Novas e Renováveis
MPDG	Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão
MRE	Ministério das Relações Exteriores
MS	Ministério da Saúde
MT	Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
MTPS	Ministério do Trabalho e Previdência Social
Mtur	Ministério do Turismo
MW	Megawatts
NOS	Operador Nacional do Sistema
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PBIPV	Public Building Integrated System Photovoltaics
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PEG	Programa de Eficiência do Gasto Público – PEG (MP)
PES	Projeto Esplanada Sustentável
PIS	Programa de Integração Social
PLS	Plano de Logística Sustentável
PLS	Projeto de Lei do Senado
PNEF	Plano Nacional de Eficiência Energética
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de energia Elétrica
PROISOL	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica nos Sistemas Elétricos Isolados
PROJETO 3E	Eficiência Energética Edificações
REINFA	Regime Especial de Tributação para o Incentivo ao Desenvolvimento e à Produção de Fontes Alternativas de Energia Elétrica
REN21	Rede de Políticas de Energias Renováveis para o século 21
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SFVCR	Sistema solar fotovoltaico conectados à rede
SIN	Sistema Interligado Nacional
SMCQ	Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental
TCU	Tribunal de Contas da União
TE	Tarifa de Energia
TFSEE	Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica
THS	Tarifário Horo-Sazonal
TUSD	Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição
UFPA	Universidade Federal do Pará



## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	19
1.1 Contextualização.....	21
1.2 Motivação.....	24
1.3 Objetivos.....	25
1.3.1 Objetivo Geral.....	25
1.3.2 Objetivos Específicos.....	26
1.4 Estrutura.....	26
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	27
2.1 Apresentação.....	27
2.2 Integração emergente da Energia Solar FV no cenário mundial.....	27
2.3 Situação atual da matriz energética brasileira.....	32
2.3.1 Geração, consumo, demanda e tarifas.....	32
2.4 Recurso Solar no Brasil.....	40
2.5 Inserção da Energia Solar no Brasil.....	42
2.5.1 Ações Governamentais.....	42
2.5.1.1 Legislação Específica.....	43
2.5.1.2 Leilões.....	48
2.5.1.3 Impostos.....	50
2.5.1.4 Financiamento.....	50
2.5.1.5 Participação dos Estados.....	53
2.5.1.6 Principais usinas em funcionamento no Brasil.....	54
2.6 Fatores para expansão da Energia Solar FV no Brasil.....	56
2.4.2.2 Benefícios dos sistemas solares fotovoltaicos.....	57
2.4.2.3 Redução dos preços dos equipamentos e fabricação do sistema.....	58
2.4.2.4 Capacitação solar para geração de empregos.....	59
<b>3 GERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS</b> .....	60
3.1 Contextualização.....	60
3.2 Geração fotovoltaica em prédios públicos no Brasil.....	60
3.3 Geração FV nos Estados Brasileiros.....	63
3.4 Unidades Consumidoras com geração distribuída em UFV - Poder Público - DF.....	65
3.5 Conclusões sobre a análise de adesão de UFV no setor público do DF.....	77
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	82
4.1 Método Utilizado.....	82
Etapa 1 – Levantamento de dados da Esplanada dos Ministérios.....	83
Etapa 2 – Levantamento das características interna e externa de um dos blocos e de um dos anexos.....	88
Etapa 3 - Estruturação da coleta de dados.....	103
Etapa 4 - Verificação do potencial de redução de faturas.....	104
Etapa 5 - Estudo da viabilidade técnica.....	105
Etapa 6 - Estudo da viabilidade econômica.....	115
4.2 Materiais Utilizados.....	116
<b>5 RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	117
5.1 Análise técnica para redução de consumo de energia elétrica das edificações.....	117
5.1.1 Análise das faturas de energia elétrica.....	118
5.1.2 Análise comparativa.....	130
5.2 Estudo da viabilidade técnica.....	144
5.3 Resultados e discussão.....	150
<b>6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b> .....	153

REFERÊNCIAS .....	155
SÍTIOS EM ENERGIA SOLAR .....	157
LINKS IMPORTANTES.....	158
APÊNDICE(S).....	159

## 1 INTRODUÇÃO

A partir do momento que aprendeu a controlar o fogo, o ser humano obteve sua primeira grande conquista energética e passou a utilizar a natureza de forma inteligente, para se aquecer, cozinhar e se proteger. Ao longo dos séculos, outros recursos naturais – como a água, o carvão, o gás e o petróleo – foram utilizados como fontes energéticas e aproveitados pela humanidade para gerar luz, calor e movimento (VESENTINI, 2009).

Buscando a evolução dos recursos energéticos naturais, observa-se que o carvão mineral foi a grande fonte de energia da Primeira Revolução Industrial e foi o primeiro combustível utilizado em alta escala. O petróleo, chamado de “ouro negro”, foi a principal fonte de energia do século XX. Ambos, além de serem não renováveis, são responsáveis por emissões de gases de efeito estufa (GEE) e, em geral poluidores. Devido a sua vital importância para o abastecimento de energia e para a indústria química, o petróleo é um recurso natural extremamente estratégico. Além da sua importante utilização, ao longo da história, o petróleo produziu incontáveis guerras, invasões, disputas territoriais, golpes de Estado, revoluções, cismas políticas, em suma, o petróleo tem sua própria geopolítica. O gás natural foi obtido como subproduto da produção do petróleo no século XIX e foi no final do século que passou a ser utilizado em maior escala na Europa. A utilização da água por meio da Energia Hidrelétrica ganhou somente importância após a Segunda Guerra Mundial, com a construção das primeiras usinas utilizando os cursos de água. No Brasil, por possuir relevo e hidrografia propícia, a maior parte da energia elétrica gerada provém de usinas hidrelétricas. Considerada segura, econômica e de captação relativamente simples, tem como principal revés o fator climático: longos períodos de estiagem podem comprometer o seu desenvolvimento (GELLER, 2003).

O grande desafio do século XXI é inserir a questão ambiental no centro das políticas públicas, seja pelos danos causados ao meio ambiente por algumas das fontes energéticas atuais, seja pelo aumento de emissões de GEE, seja pelos impactos ambientais de sua implantação.

Nos últimos anos as fontes de energia consideradas não poluentes e renováveis, tiveram uma progressão em ritmo acelerado na matriz energética mundial, e devem tornar-se ainda mais importantes no século XXI, entre elas citamos o calor e a luz do sol, os ventos, o calor da terra, as correntes marinhas e a biomassa.

A energia solar surge como uma fonte de energia com recurso praticamente infinito, e com um potencial enorme a ser explorado, em um momento em que a conscientização ambiental

crece decorrente das mudanças ambientais que afetam as relações da sociedade no mundo moderno. E neste sentido, o Brasil apresenta excelente índice de irradiação solar em todo o seu território.

Existem diferentes formas e tecnologias para aproveitar a energia proveniente do sol:

- ✓ **Energia Solar Fotovoltaica (FV):** utiliza a luz do sol que são convertidas em energia elétrica por meio de células fotovoltaicas, normalmente feitas de silício ou outro material semicondutor. Quando a luz solar incide sobre uma célula solar, os elétrons nessas células são postos em movimento, criando uma corrente elétrica contínua.
- ✓ **Energia Solar Térmica de Baixa Temperatura:** utiliza o calor do sol em energia útil para aquecer um fluido, com temperaturas abaixo de 65°, os sistemas de aquecimento são instalados nos telhados, com placas que espalham a água por tubos expostos ao sol, são úteis em aplicações como aquecimento de piscinas e no uso doméstico (chuveiros), e também para uso industriais que exigem água quente. Nesse caso, não há produção de energia elétrica.
- ✓ **Energia Solar Térmica de Alta Temperatura (Heliotérmica):** utiliza o calor que são concentrados por espelhos e/ou lentes que em transdutores de calor aquecem fluidos que podem ser utilizados como calor em processos industriais ou para gerar energia elétrica em turbinas de vapor ligadas a geradores elétricos ([www.energiaheliotermica.gov.br](http://www.energiaheliotermica.gov.br)).

A tecnologia do presente estudo abordará somente as tecnologias de Energia Solar Fotovoltaica, tendo como foco incentivar e avaliar a implantação desses sistemas em edificações públicas. Cita-se que essa tecnologia está em rápido crescimento no mundo, inclusive em países com baixas radiações solares como Alemanha.

No Brasil, a energia solar FV ainda é incipiente, mas tem grandes perspectivas de crescimento, principalmente devido à redução de custos, aos novos marcos legais, ao preço da energia elétrica e, logicamente, devido aos altos índices de radiação.

Um dos principais gargalos encontrados no início do estudo, foi o alto custo do sistema solar fotovoltaico e o baixo conhecimento da sociedade em geral, por esta fonte de energia, incluindo os profissionais que atuam na cadeia produtiva das edificações como engenheiros, arquitetos, projetistas e técnicos.

Fazendo uma analogia ao que foi e está sendo a era da *internet, no Brasil*, com o sistema de energia solar fotovoltaica, destaca-se que a bem pouco tempo, por volta de duas décadas, não

se imaginava o acesso fácil e rápido de informações e comunicações; os seus mais diversos usos e formas na transmissão de sons e imagens entre pessoas. Microcomputadores, monitores, teclados e mouse eram recursos para poucos, devido ao seu alto custo. No início, apenas as pessoas com alto poder aquisitivo tinham acesso a essa tecnologia. Entretanto, o que era inacessível no início, com o passar dos anos os custos foram sendo reduzidos e a internet tornou-se popular e indispensável na vida de qualquer cidadão. O mesmo está ocorrendo com equipamentos como os celulares, *tablets* e *smartphones*. A popularização da internet e os baixos custos de computadores deu início à revolução digital e, seguindo esta linha de raciocínio não está sendo diferente com o mercado do sistema solar fotovoltaico que se encontra em pleno crescimento.

### 1.1 Contextualização

A ideia inicial para a execução do trabalho envolveu a discussão dos seguintes pontos:

- ✓ Disseminação da energia solar fotovoltaica no Brasil;
- ✓ Esplanada dos Ministérios, formado por um complexo de prédios públicos, como modelo referencial de estudo de caso;
- ✓ Avaliação sobre as faturas de energia de um complexo de prédios públicos; e
- ✓ Disseminação da eficiência energética em prédios públicos.

Segundo dados da Secretaria do Patrimônio da União<sup>1</sup> estima-se que no Brasil existem cerca de 29 mil imóveis da união, cadastradas como bens de uso especial com as mais diversas utilizações como, por exemplo, edifício/prédio, escolas, hospitais, universidades, museus, laboratórios, estádios, autarquias, delegacias, aeroportos, observatórios, palácios, embaixadas, consulados, conventos, faculdades, parques, entre outros. Esse elevado número representa um grande potencial de contribuição para a redução do desperdício de energia, conseqüentemente para a otimização de recursos públicos.

Segundo levantamento do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL):

- ✓ 48% da energia gasta nas edificações públicas é consumida com sistemas de condicionamento de ar;
- ✓ 24% com sistemas de iluminação;

---

<sup>1</sup> Secretaria do Patrimônio da União do Ministério do Planejamento. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/assuntos/patrimonio-da-uniao/consulta-de-imoveis-da-uniao/imoveis-dominiais>.

- ✓ 15% com equipamentos de escritório; e
- ✓ 13% com elevadores, bombas de água e similares.

Como grande consumidora de energia elétrica, a Administração pública, em todas as esferas, precisa atuar de forma responsável, fiscalizadora e incentivadora a boas práticas. Exatamente nesse momento, a Administração pode ter um papel estratégico servindo como exemplo para a sociedade, no que se refere ao uso racional dos recursos naturais e dos recursos públicos. Mas para isso é necessária uma mudança de cultura, inclusive na organizacional, e isso pode afetar positivamente o País. Essa postura pode ser o ponto inicial para a criação das bases para a implementação de uma política coordenada e sustentável, lideradas pelo Governo, em qualquer de suas esferas.

Apesar da maioria das edificações públicas não terem sido projetadas sob bases sustentáveis, de um modo geral, elas apresentam oportunidades significativas para economia e redução de custos. Isso pode ser facilmente constatado, com uma simples e rápida avaliação das faturas de energia elétrica, da arquitetura das edificações, dos sistemas técnicos (condicionamento de ar, iluminação e sistema elétrico), nos hábitos de consumo, entre outros. Tais pontos, entre outros, são itens que caracterizam o desempenho energético da edificação e definem o seu consumo energético (PROCEL, 2015).

Os benefícios decorrentes da diminuição do consumo de energia elétrica a uma edificação, a princípio é o financeiro, pois se é gasto menos energia, para fazer as mesmas atividades, certamente precisará de menos recursos financeiros. Recursos esses que podem ser revertidos a outras finalidades e benfeitorias.

Nessa direção, o Governo Federal vem adotando uma série de iniciativas que contemplam a preservação e a otimização do uso de recursos naturais. Como parte desse esforço, em 2012, foi criado o Projeto Esplanada Sustentável (PES) que tem como principal objetivo incentivar órgãos e instituições públicas federais a adotarem modelo de gestão organizacional e de processos estruturado na implementação de ações voltadas ao uso racional de recursos naturais, promovendo a sustentabilidade na Administração Pública Federal.

O termo sustentabilidade significa interagir de forma harmoniosa no mesmo processo, as questões econômicas, sociais e ambientais, sem perda de qualidade de vida. Além disso, esses três pilares reúnem ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos. Essas ações contribuem para garantir, a médio e longo prazos, um planeta melhor para as futuras gerações.

O PES surgiu da iniciativa conjunta de quatro Ministérios: Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MPDG), Meio Ambiente (MMA), Minas e Energia (MME) e Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), com o objetivo de:

- ✓ Melhorar a qualidade do gasto público pela eliminação do desperdício e pela melhoria contínua da gestão dos processos;
- ✓ Incentivar a implementação de ações de eficiência energética nas edificações públicas;
- ✓ Estimular ações para o consumo racional dos recursos naturais e bens públicos;
- ✓ Garantir a gestão integrada de resíduos pós-consumo, inclusive a destinação ambientalmente correta;
- ✓ Melhorar a qualidade de vida no ambiente do trabalho, e
- ✓ Reconhecer e premiar as melhores práticas de eficiência na utilização dos recursos públicos, nas dimensões de economicidade e socioambientais.

Os objetivos atendem às determinações do Acórdão do Tribunal de Contas da União (TCU) nº 1.752/2011<sup>2</sup>, em auditoria operacional, que recomenda:

- ✓ Orientar e incentivar os órgãos e instituições públicas federais a adotarem um modelo de gestão estruturado na implementação de ações voltadas ao uso racional de recursos naturais; e
- ✓ Divulgar as orientações de Programas já existentes no Governo Federal.

Dessa forma, o PES pode ser considerado um marco na integração de ações e programas de sustentabilidade do Governo Federal, como apresenta a Figura 1.1:

---

<sup>2</sup> Acórdão do Tribunal de Contas da União (TCU) nº 1.752/2011. Disponível em: <https://contas.tcu.gov.br/etcu/ObterDocumentoSisdoc?seAbrirDocNoBrowser=true&codArqCatalogado=6641654&codPapelTramitavel=50580524>.



Figura 1.1 – Programas e ações de sustentabilidade do Governo Federal para o PES.

Nessa figura, vê-se as seguintes ações e programas governamentais integrados:

- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica e Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEF) do MME;
- Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) do MMA;
- Programa de Eficiência do Gasto Público (PEG) do MPDG;
- Projeto 3E – Eficiência Energética Edificações do MMA; e
- Coleta Seletiva Solidária do MDS.

## 1.2 Motivação

Nos últimos anos, a temática de energia solar tem frequentado a mídia todos os dias, principalmente com a intensificação do debate acerca de mudanças climáticas. Tendo como base esse pano de fundo, como poder-se-ia incentivar a disseminação dessa forma de energia? Uma das ideias seria a implantação de sistema nas edificações públicas, especificamente na Esplanada dos Ministérios. Mas em tempos de crise financeira, como isso seria possível? A ideia deste trabalho foca em, a princípio, economizar recursos pré-definidos para investimento em energia solar fotovoltaica. A economia de recursos seria proveniente de ações focadas na otimização dos contratos de compra de energia e em ações de eficiência energética, que depois poderia ser reinvestida na implantação desses sistemas solares.



Uma análise das faturas de energia elétrica, dos dados físicos da edificação e seus sistemas elétricos, considerando o quantitativo de usuários e visitantes, permite a elaboração de um diagnóstico que identifique os pontos de desperdício de uma edificação.

Um ponto importante dessa ação é que existe base legal para esse tipo de ação. O Decreto nº 8.540/2015<sup>3</sup> determina medidas de racionalização do gasto público no âmbito da Administração pública federal direta, autárquica e fundacional. Em seu artigo 4º, o Decreto estabelece que os contratos e as contas de energia elétrica deverão ser analisados para adequar a contratação da demanda às necessidades do órgão.

A principal contribuição da iniciativa de inserir o sistema de geração solar fotovoltaica, nas coberturas dos blocos da Esplanada dos Ministérios, é demonstrar para a sociedade a importância da responsabilidade socioambiental e incentivar uma mudança de cultura em prol da sustentabilidade, com a consequente redução dos custos. Nesse sentido, o projeto serviria como uma vitrine para a sociedade.

É nesse contexto que esta dissertação está inserida e motiva o título **“Energia Solar Fotovoltaica em prédios públicos: uma vitrine para a sociedade”**.

As perspectivas de mudança com a integração do Sistema Solar Fotovoltaico Conectados à Rede (SSFVCR), nas coberturas dos blocos da Esplanada dos Ministérios, poderá ampliar o alcance dos resultados nas entidades ligadas a tais órgãos federais. Por exemplo, a implantação no Ministério da Educação poderá motivar que universidades e escolas também instalem, no Ministério da Saúde poderá o mesmo tipo de ação em hospitais e centros de saúde e, assim por diante.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Esta dissertação tem como objetivo realizar estudo de viabilidade técnica e econômica a partir da otimização dos decorrentes do uso racional da energia elétrica e da gestão de contratos de compra de energia elétrica, com o intuito de viabilizar a instalação de Energia Solar Fotovoltaica (FV) nos blocos da Esplanada dos Ministérios, em Brasília-DF.

---

<sup>3</sup> Decreto nº 8.540/2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8540.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8540.htm)

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, pretende-se:

- ✓ Caracterizar o objeto de estudo abordando múltiplos aspectos como culturais, climáticos, arquitetônicos, econômicos e etc., que afetam direta ou indiretamente, o objeto de estudo;
- ✓ Estruturar uma metodologia para a coleta de informações relativas à eficiência energética;
- ✓ Analisar o enquadramento dos contratos de compra de energia nas diversas categorias tarifárias nos blocos da Esplanada dos Ministérios, avaliando potenciais pontos de otimização para servir de fonte de recursos; e
- ✓ Avaliar e simular o comportamento de um sistema FV, por meio do software, afim de analisar o melhor desempenho, em função das características locais, orientação solar, latitude, a média mensal anual de irradiação solar.

### 1.4 Estrutura

O estudo foi dividido em 6 capítulos sendo que:

- ✓ **Capítulo 1:** motivações para o desenvolvimento desse estudo e os principais objetivos;
- ✓ **Capítulo 2:** realização de pesquisa bibliográfica na literatura especializada sobre a temática em tela, tendo como pano de fundo os prédios públicos no sentido de obter-se subsídios adicionais para formulação e solução do problema de pesquisa. Além disso, foram identificadas ações no Brasil para viabilizar esse tipo de energia;
- ✓ **Capítulo 3:** descrição da aplicação e o uso de Energia Solar Fotovoltaica em prédio públicos, com foco em Brasília-DF;
- ✓ **Capítulo 4:** metodologia para dimensionamento de um sistema FV adequado às coberturas do complexo de edifícios públicos da Esplanada dos Ministérios;
- ✓ **Capítulo 5:** resultados, análises e discussões; e
- ✓ **Capítulo 6:** considerações finais e conclusões, resumindo os principais pontos do estudo avaliando os resultados e a viabilidade de instalação desses sistemas na Esplanada dos Ministérios. Por fim, mostra como esse projeto pode ser uma vitrine para a sociedade.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Apresentação**

Este capítulo contextualiza o trabalho de forma a relacionar o tema abordado mostrando o panorama mundial do sistema solar fotovoltaico, a forma com que o mundo está buscando esta tecnologia para a sua matriz energética, o crescimento exponencial no mercado, os países que mais investem nesse sistema, a maior potência fotovoltaica do mundo, a geração de empregos no setor, a situação atual da matriz energética brasileira, o que o Brasil tem feito para inserir esta tecnologia renovável em sua matriz energética, os benefícios do sistema FV para o Brasil e as principais usinas em funcionamento no Brasil.

### **2.2 Integração emergente da Energia Solar FV no cenário mundial**

Com a mudança do clima, principalmente devido às emissões dos gases de efeito estufa (GEE) e das iniciativas para sua redução, por meio do Protocolo de Quioto (1997) e do Acordo de Paris (2015), houve uma grande corrida para integração de fontes renováveis no setor energético mundial, bem como pela desativação gradativa de fontes fósseis.

Em junho de 2004, delegações de 154 países reuniram-se em Bonn, na Alemanha, com o propósito de realizar a Primeira Conferência Internacional sobre Energias Renováveis para alavancar o seu crescimento no setor energético. Desde então, houve uma motivação crescente por formas de energia mais limpas e renováveis, e foi neste contexto que países como Alemanha, China, EUA, Japão, Espanha e Índia iniciaram grandes investimentos em energia solar fotovoltaica.

Em consequência, o mercado fotovoltaico alcançou nos últimos anos, um grande potencial de consumo no mundo. A evolução foi mais acentuada a partir de 2011, conforme apresentado na Figura 2.1. As energias renováveis, em geral, são consideradas não somente uma fonte de energia limpa, mas também como um instrumento para aumento da segurança energética dos sistemas e como alavancador de emprego e renda, proporcionando oportunidades para toda a população.

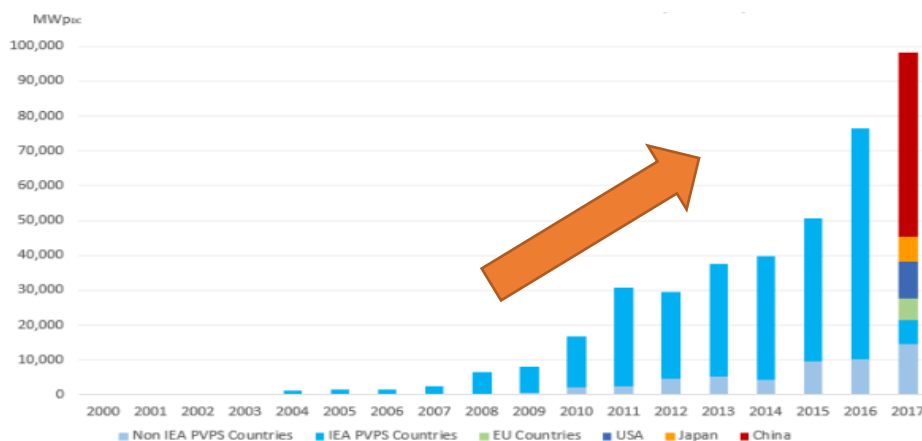


Figura 2.1 - Evolução anual de instalações de PV (GW - DC) a nível mundial.  
 Fonte: Snapshot of Global Photovoltaic Markets - IEA PVPS acesso em 17/04/18

Segundo dados do relatório da IEA PVPS “*Snapshot of Global Photovoltaic Market 2016*”, publicado em abril de 2017, 75 GW foram instalados globalmente em 2016, de um total de 303 GW já instalados em todo o mundo. A maior implantação está acontecendo na China, principalmente utilizando tecnologias nacionais com produção local.

Em pouco mais de uma década a energia solar FV tornou-se uma fonte importante para a produção de eletricidade e está crescendo em um ritmo extremamente rápido, conforme pode ser observado nos próximos parágrafos. A velocidade do seu desenvolvimento decorre da sua capacidade única de cobrir a maioria dos segmentos de mercado, da sua facilidade de instalação e pela redução dos custos apresentado nos últimos anos.

A Figura 2.2 apresenta o “*top 10*” de países em instalação de FV no ano de 2016 e 2017. Observa-se no top dos 10 países a concentração de cinco países da Ásia-Pacífico, a China predominando o mercado, a Índia com forte crescimento, bem como o Japão, Austrália e a Coreia, dentre os países europeus, destaca-se a Alemanha e o Reino Unido, e dois países nas Américas, EUA e o Brasil que aparece a partir de 2017 em referência a sua capacidade instalada de 0,9GW, no período. O parâmetro adotado para entrar no top 10, em 2017, foi cerca de 910 MW, valor bem acima do adotado em 2016, 759 MW (IEA PVPS, 2018).

1		China	34,5 GW	1		China	78,1 GW
2		USA	14,7 GW	2		Japan	42,8 GW
3		Japan	8,6 GW	3		Germany	41,2 GW
4		India	4 GW	4		USA	40,3 GW
5		UK	2 GW	5		Italy	19,3 GW
6		Germany	1,5 GW	6		UK	11,6 GW
7		Korea	0,9 GW	7		India	9 GW
8		Australia	0,8 GW	8		France	7,1 GW
9		Philippines	0,8 GW	9		Australia	5,9 GW
10		Chile	0,7 GW	10		Spain	5,5 GW

(a)

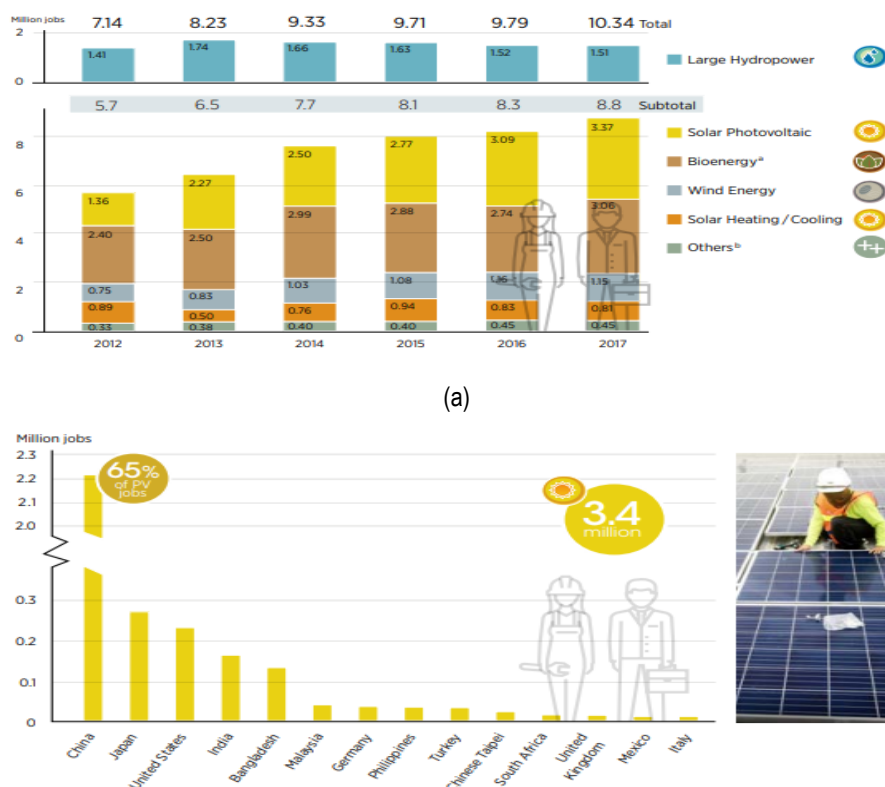
1		China	53 GW	1		China	131 GW
2		USA	10,6 GW	2		USA	51 GW
3		India	9,1 GW	3		Japan	49 GW
4		Japan	7 GW	4		Germany	42 GW
5		Turkey	2,6 GW	5		Italy	19,7 GW
6		Germany	1,8 GW	6		India	18,3 GW
7		Australia	1,25 GW	7		UK	12,7 GW
8		Korea	1,2 GW	8		France	8 GW
9		UK	0,9 GW	9		Australia	7,2 GW
10		Brazil	0,9 GW	10		Spain	5,6 GW

(b)

Figura 2.2 – Os países no ranking dos TOP 10 para 2016 (a) e 2017 (b) mostrando a total de capacidade instalada de PV nesses anos. Fonte: Snapshot of Global Photovoltaic Markets - IEA PVPS. Acesso em 17/10/17 e 20/05/18.

Segundo dados da Agência Internacional de Energia Renovável o nível de emprego no setor de energias renováveis, incluindo hidrelétricas, teve um aumento de 5,3% em 2017, totalizando cerca de 10,3 milhões de pessoas em todo o mundo. China, Brasil, Estados Unidos, Índia, Japão e Alemanha são os maiores empregadores de energia renovável, representando mais de 70% desse total (IRENA, 2018).

A Figura 2.3 (a) apresenta o crescimento global dos empregos por energias renováveis no período de 2012 a 2017, e, a Figura 2.3 (b) apresenta os países de maior desenvolvimento no crescimento de geração de empregos na indústria solar fotovoltaica. Observa-se no ano de 2017 que a indústria solar fotovoltaica (FV) suportou a maioria dos empregos. A Ásia concentrou quase 3 milhões de “trabalhadores fotovoltaicos solares”, isso representou 88% do total global, seguido pela participação de 7% da América do Norte e 3% da Europa. A China é líder absoluto na produção de equipamentos e no mercado de instalação, representa cerca de dois terços de empregos FV mundial, ou cerca de 2,2 milhões de empregos (IRENA, 2018).



(a) Global renewable energy employment by technology, 2012-2017 e  
 (b) Crescimento de geração de empregos na indústria solar fotovoltaica.  
 Fonte: IRENA Jobs database.

A Tabela 2.1 apresenta a capacidade instalada em megawatts (MW) de energia solar e os valores referente ao sistema solar fotovoltaico (FV) a partir de 2008. Representa o panorama da integração emergente das várias tecnologias de energia solar, sobretudo por energia solar fotovoltaica no cenário mundial. A mesma Tabela 2.1 apresenta os valores correspondente aos 5 (cinco) continentes, apontando os países que apresentam o maior percentual de capacidade instalada no setor. O grande avanço pode ser observado quando é feito a comparação entre o ano de 2008 e 2017. Observa-se que no Brasil o crescimento no setor veio com mais força no ano de 2017, basicamente refletindo o lançamento de um consistente marco regulatório a partir de 2012, bem como os incentivos feitos por meio de leilões. Em destaque, na cor vermelha, os países do *top 10* e em verde destaca-se o Brasil.

Tabela 2.1 - Estatística Mundial da Energia Renovável – Energia Solar e PV de 2008 a 2017

CAP (MW)	Solar Energy									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>World</b>	<b>15.165</b>	<b>23.209</b>	<b>39.844</b>	<b>70.495</b>	<b>98.423</b>	<b>137.102</b>	<b>174.361</b>	<b>224.345</b>	<b>296.873</b>	<b>390.625</b>
PV	14.630	22.444	38.576	68.785	95.850	133.261	169.863	219.596	292.021	385.674
<b>África</b>	<b>89</b>	<b>133</b>	<b>271</b>	<b>404</b>	<b>480</b>	<b>754</b>	<b>1.687</b>	<b>1.986</b>	<b>2.930</b>	<b>3.585</b>
PV	89	133	226	339	415	688	1.522	1.661	2.505	3.060
África do Sul	18	20	23	67	72	280	1.134	1.139	1.749	2.014
PV	18e	20e	23e	67e	72e	280e	1.034u	1.039u	1.549e	1.714e
<b>Ásia</b>	<b>2.715</b>	<b>3.435</b>	<b>4.893</b>	<b>8.842</b>	<b>12.976</b>	<b>34.246</b>	<b>57.150</b>	<b>88.629</b>	<b>139.043</b>	<b>211.216</b>
PV	2.715	3.435	4.891	8.834	12.960	34.174	56.902	88.381	138.796	210.968
<b>China</b>	<b>113</b>	<b>156</b>	<b>417</b>	<b>2.303</b>	<b>3.636</b>	<b>16.202</b>	<b>25.212</b>	<b>43.002</b>	<b>77.569</b>	<b>130.646</b>
PV	113	156	414	2.298	3.628	16.188	25.198	42.988	77.556	130.632e
<b>Japão</b>	<b>2.144</b>	<b>2.627</b>	<b>3.618</b>	<b>4.914</b>	<b>6.632</b>	<b>13.599</b>	<b>23.339</b>	<b>33.300</b>	<b>41.600</b>	<b>48.600</b>
PV	2.144	2.627	3.618	4.914	6.632	13.599	23.339	33.300e	41.600e	48.600e
<b>Índia</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>37</b>	<b>565</b>	<b>926</b>	<b>1.336</b>	<b>3.518</b>	<b>5.396</b>	<b>9.647</b>	<b>19.275</b>
PV	10o	12o	37o	562o	923o	1.283o	3.290o	5.168o	9.418o	19.047o
<b>América Central + Caribe</b>	<b>25</b>	<b>45</b>	<b>72</b>	<b>106</b>	<b>163</b>	<b>250</b>	<b>323</b>	<b>906</b>	<b>1.120</b>	<b>1.390</b>
PV	25	45	72	106	163	250	323	906	1.120	1.390
Honduras	3	4	4	4	5	5	5	393	414	451
PV	3e	4e	4e	4e	5e	5e	5e	393e	414e	451e
<b>Eurásia</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>53</b>	<b>338</b>	<b>953</b>	<b>3.656</b>
PV	4	5	6	8	13	22	52	337	952	3.655
<b>Turquia</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>41</b>	<b>250</b>	<b>834</b>	<b>3.422</b>
PV	4u	5u	6u	7u	12u	18u	40	249	833	3.421o
<b>Europa</b>	<b>10.542</b>	<b>17.205</b>	<b>30.415</b>	<b>53.258</b>	<b>72.006</b>	<b>83.373</b>	<b>91.166</b>	<b>99.829</b>	<b>105.863</b>	<b>111.775</b>
PV	10.481	16.921	29.676	52.102	69.999	81.065	88.858	97.521	103.555	109.467
<b>Alemanha</b>	<b>6.120</b>	<b>10.566</b>	<b>17.554</b>	<b>25.039</b>	<b>32.643</b>	<b>36.337</b>	<b>38.236</b>	<b>39.788</b>	<b>40.716</b>	<b>42.396</b>
PV	6.120	10.564	17.552	25.037	32.641	36.335	38.234	39.786	40.714	42.394
<b>Itália</b>	<b>483</b>	<b>1.264</b>	<b>3.597</b>	<b>13.136</b>	<b>16.790</b>	<b>18.190</b>	<b>18.600</b>	<b>18.898</b>	<b>19.289</b>	<b>19.698</b>
PV	483	1.264	3.592	13.131	16.785	18.185	18.594	18.892	19.283	19.692u
<b>UK</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>95</b>	<b>1.000</b>	<b>1.754</b>	<b>2.937</b>	<b>5.528</b>	<b>9.535</b>	<b>11.899</b>	<b>12.791</b>
PV	23	27	95	1.000	1.754	2.937	5.528	9.535	11.899	12.791o
<b>União Europeia</b>	<b>10.505</b>	<b>17.186</b>	<b>30.444</b>	<b>53.085</b>	<b>71.500</b>	<b>82.175</b>	<b>89.585</b>	<b>97.898</b>	<b>103.505</b>	<b>108.881</b>
PV	10.444	16.902	29.705	51.930	69.493	79.868	87.277	95.590	101.197	106.573
<b>Oriente médio</b>	<b>10</b>	<b>42</b>	<b>91</b>	<b>214</b>	<b>275</b>	<b>617</b>	<b>904</b>	<b>1151</b>	<b>1.787</b>	<b>2.299</b>
PV	4	36	85	208	269	511	798	1045	1.681	2.193
Israel	9	31	76	196	243	426	676	772	822	852
PV	3u	25u	70u	190u	237u	420u	670e	766e	816e	846e
<b>América do Norte</b>	<b>1.670</b>	<b>2.206</b>	<b>3.632</b>	<b>6.180</b>	<b>9.883</b>	<b>14.337</b>	<b>18.504</b>	<b>26.132</b>	<b>37.813</b>	<b>46.397</b>
PV	1.205	1.734	3.159	5.708	9.407	13.051	16.837	24.374	36.055	44.639
<b>USA</b>	<b>1.618</b>	<b>2.086</b>	<b>3.382</b>	<b>5.644</b>	<b>8.613</b>	<b>13.045</b>	<b>16.545</b>	<b>23.442</b>	<b>34.716</b>	<b>42.889</b>
PV	1.153	1.614	2.909	5.172	8.137	11.759	14.878	21.684	32.958o	41.131o
<b>Oceania</b>	<b>95</b>	<b>119</b>	<b>419</b>	<b>1.420</b>	<b>2.464</b>	<b>3.301</b>	<b>4.067</b>	<b>4.447</b>	<b>5.326</b>	<b>6.581</b>
PV	92	116	416	1.417	2.461	3.298	4.064	4.444	5.320	6.575
<b>Austrália</b>	<b>85</b>	<b>108</b>	<b>402</b>	<b>1.397</b>	<b>2.435</b>	<b>3.258</b>	<b>4.007</b>	<b>4.360</b>	<b>5.208</b>	<b>6.419</b>
PV	82	105	399	1.394	2.432	3.255	4.004	4.357	5.202e	6.413e
<b>América do Sul</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>46</b>	<b>64</b>	<b>164</b>	<b>200</b>	<b>508</b>	<b>927</b>	<b>2.038</b>	<b>3.736</b>
PV	15	18	46	64	164	200	508	927	2.038	3.726
<b>Brasil</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>80</b>	<b>1.097</b>
PV	0	0	1o	1o	2o	5o	15o	23o	80o	1.097o
Chile	12	14	17	22	32	57	294	639	1.666	2.183
PV	12e	14e	17e	22e	32e	57e	294e	639e	1.666e	2.183e

Fonte:www.irena.org.

## **2.3 Situação atual da matriz energética brasileira**

Existe hoje o consenso da sociedade de que a energia é um dos temas mais importante para o Brasil, pois é um insumo básico para a economia. Logo, assegurar a adequada implantação e exploração de fontes de energia é parte integrante das políticas públicas de desenvolvimento socioeconômico. Um dos grandes desafios no Brasil é a diversificação de fontes renováveis combinada com a distribuição especial adequada de energia aos novos polos de desenvolvimento nacional, bem como para prover segurança energética (AMORIM, 2013).

### **2.3.1 Geração, consumo, demanda e tarifas**

A oferta interna de geração de eletricidade no Brasil é proveniente de fontes convencionais oriundas da energia hidráulica, do gás natural, do carvão mineral, dos derivados do petróleo, da nuclear e por fontes não convencionais oriundas da energia solar, eólica e de biomassa. As energias renováveis representam grande parte da matriz energética brasileira, e quando se considera a matriz elétrica, atinge a valores de 80 a 85% dependendo a hidraulicidade anual.

A geração hidrelétrica destaca-se, atualmente, com 65,2% do total (incluindo importação e autoprodução), ou seja, 2/3 da capacidade de geração elétrica do país é oriunda dessa fonte, conforme representado na Figura 2.4. No passado, chegou a representar 90% da capacidade instalada. Esta redução deve-se a três razões. A primeira, pela necessidade da diversificação da matriz elétrica prevista no planejamento do setor elétrico de forma a aumentar a segurança do abastecimento. A segunda, pela dificuldade em ofertar novos empreendimentos hidráulicos, principalmente pela ausência da oferta de estudos e inventários. E a terceira razão deve-se ao aumento de entraves jurídicos que protelam o licenciamento ambiental de usinas, principalmente nos empreendimentos no Norte do País. Entretanto, considera-se que a principal razão é que sua construção provoca um grande impacto ambiental na flora e na fauna, entre outros.

De acordo com levantamentos da Agência Internacional de Energia, a oferta de energia hidrelétrica teve um aumento nos últimos 30 anos em apenas dois locais do mundo: na Ásia (China) e na América Latina (Brasil) (IEA, 2016).

Segundo dados da EPE (2017), a oferta interna de energia elétrica brasileira chega a 624,3 TWh, com consumo final de 526,2 TWh, que engloba o Sistema Interligado Nacional, sistemas isolados e autoprodução, conforme pode ser observado na Figura 2.4 e Figura 2.5(a).



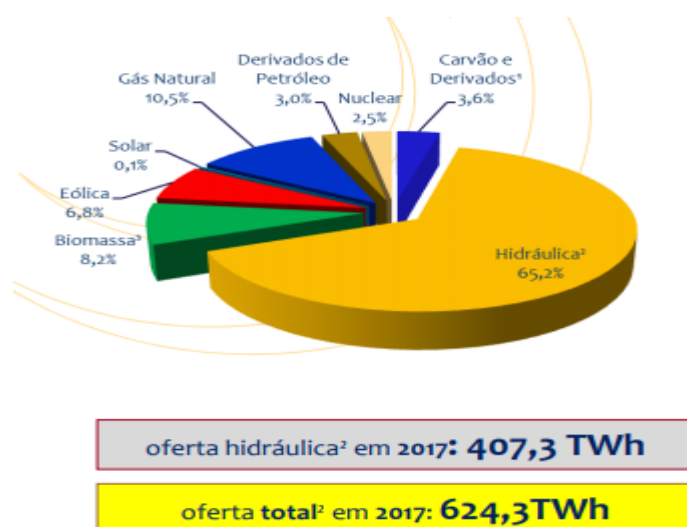
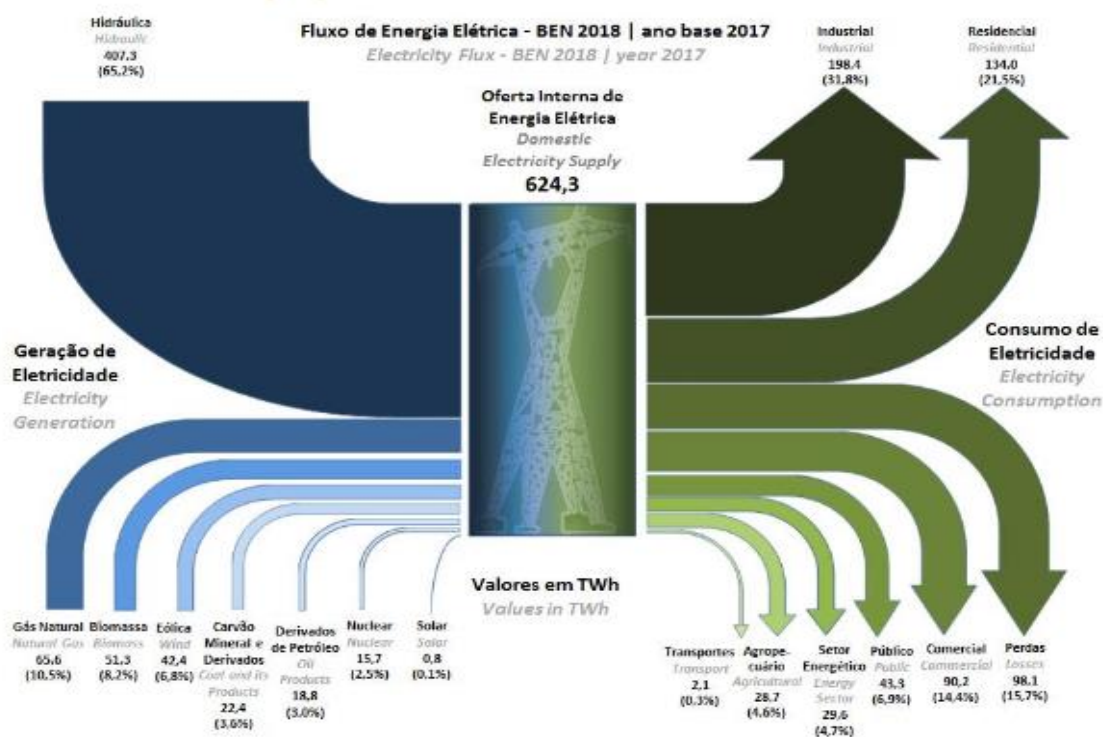
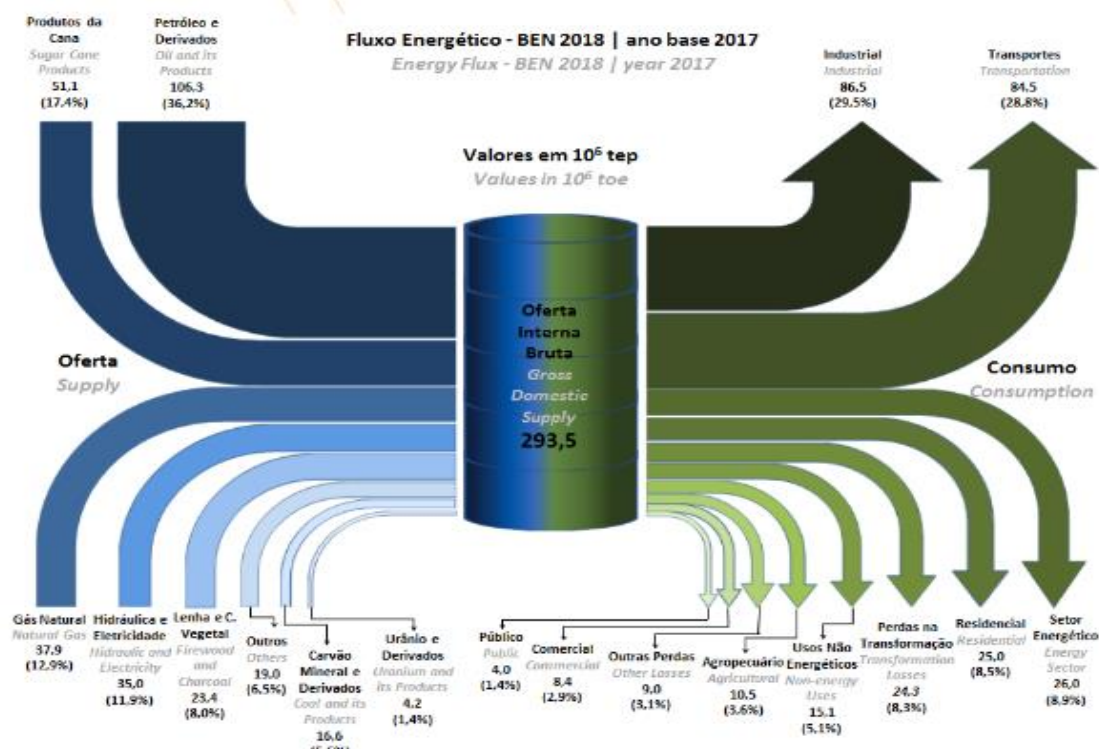


Figura 2.4 – Apresenta a Matriz elétrica Brasileira (2017). <sup>2</sup>Inclui gás de coqueria, gás de alto forno, gás de aciaria e alcatrão inclui importação inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras fontes primárias (EPE,2018).

A Figura 2.5 (a) apresenta a geração e o consumo de eletricidade existente no Brasil, dados do Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2018 (ano base 2017). Observa-se que o setor industrial detém o maior consumo de energia elétrica no país seguida do setor residencial. Vale ressaltar que, conforme apresenta as figuras, as perdas na transmissão de energia atingem um percentual grande de consumo, principalmente devido às longas linhas de transmissão. A Figura 2.5 (b) apresenta a oferta e o consumo do fluxo energético, nota-se que os derivados de petróleo são a principal fonte de energia para consumo final, seguidos dos produtos da cana (bagaço e etanol), do gás natural, da eletricidade, destaca-se que a oferta interna bruta atingida, em 2017, foi de 293,5 Mtep, sendo que o aumento foi influenciado pelo comportamento da oferta de gás natural e pela entrada em cena da energia eólica. Devido às condições hidrológicas nos últimos anos, considerando pouca chuva e excelente radiação solar, houve redução de 3,4% da energia hidráulica, e, apesar de menor oferta houve a participação muito favorável da micro e minigeração distribuída, incentivada por recentes ações regulatórias da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que viabilizaram a compensação da energia excedente produzida por sistemas de menor porte (*net metering*).



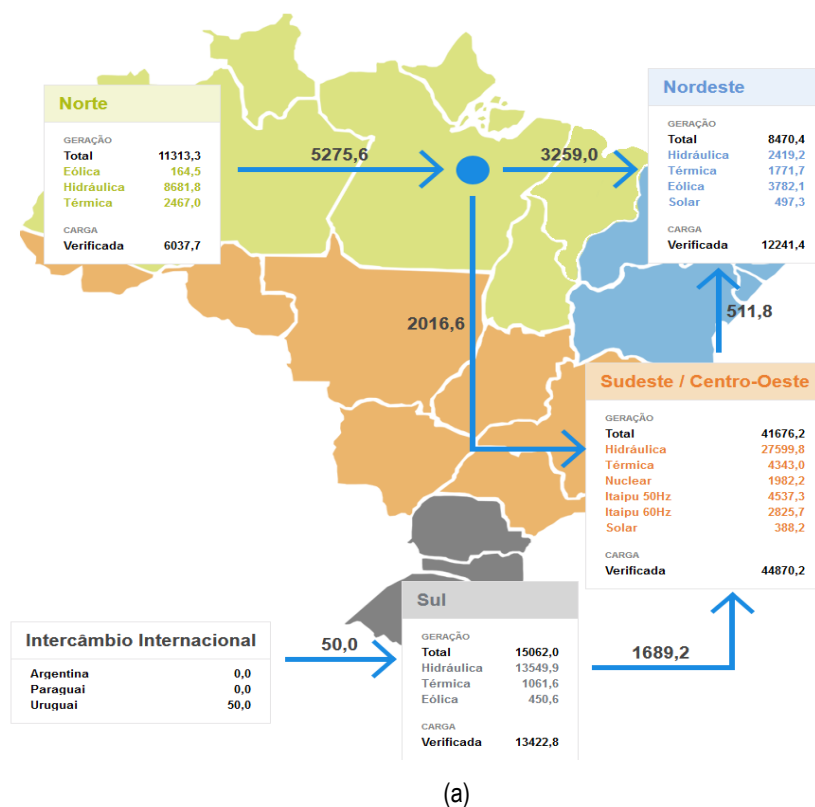
(a)



(b)

Figura 2.5 – Fluxo de energia elétrica – (a) Oferta interna de energia elétrica e (b) Oferta interna bruta. Dados: BEN 2018 (Ano base 2017) MME.

Para representar a forma como é distribuída a geração de energia nas regiões brasileiras, a Figura 2.6 (a) e (b), ilustra a carga e o tipo de geração em um determinado horário do dia. No sítio do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) é disponibilizado, em tempo real, a carga e geração, o balanço de energia e os reservatórios, representando o quantitativo utilizado por cada região em MW. Na figura 2.6 (a) observa-se que a região Sudeste/Centro-Oeste tem uma geração de energia elétrica diversificada das demais, como hidráulica, térmica, eólica, solar e nuclear, isso se deve por conter o maior número de indústrias. O setor industrial apresenta o maior percentual de consumidores de energia do País, entretanto, representam grande importância para a economia brasileira. Observa-se ainda que a energia solar fotovoltaica apresentou um crescimento na região Nordeste, com 497,3MW no mês de agosto, Figura 2.6 (a) e 570,5MW no mês de outubro Figura 2.6 (b) de capacidade instalada. Já na região Sudeste/Centro-Oeste 388,2MW (a) e 255,7MW (b). Nas regiões Norte e Sul é incipiente a representação. Conforme disposto na figura existe uma distribuição de carga conforme demanda de tempo e horário.



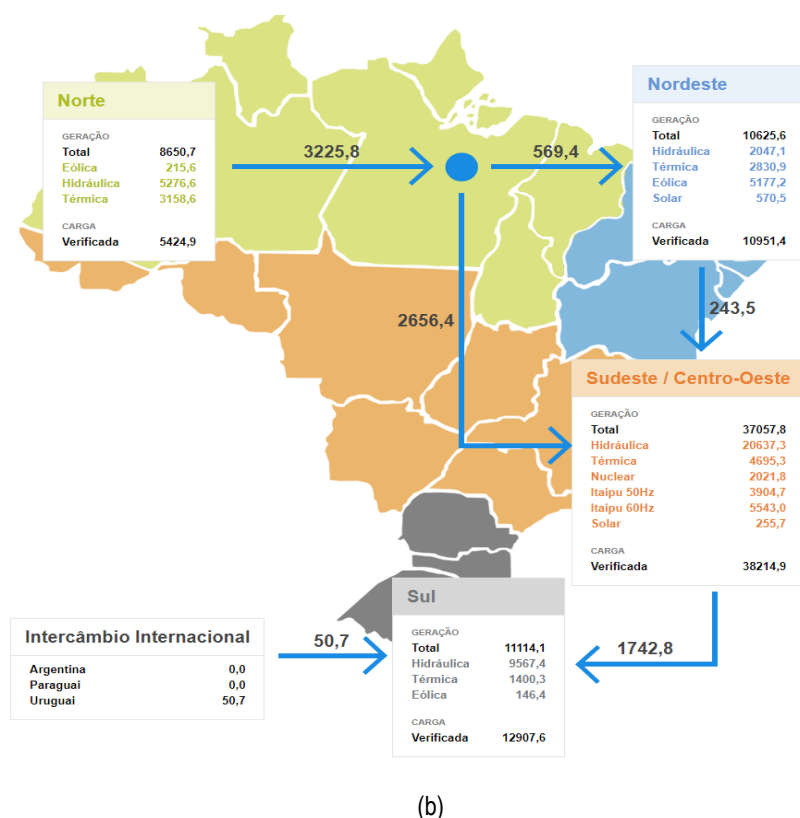


Figura 2.6 - Geração de energia em tempo real, (a) acesso em: 06/08/2018 às 16:00hs e (b) acesso em: 18/10/2018 às 14:27hs. Valores em MW.  
Fonte: ONS/2018. <http://ons.org.br/paginas/energia-agora/balanco-de-energia>.

A Tabela 2.2 apresenta o quantitativo de empreendimentos que o Brasil possui em geração de energia. Segundo dados do BIG, ano 2018, são 7.144 empreendimentos em operação, Tabela 2.2 (a), totalizando cerca de 160 mil kW de potência fiscalizada. Para os próximos anos está previsto uma adição de mais de 20 mil kW na capacidade de geração elétrica do país, Tabela 2.2 (b) proveniente de 209 empreendimentos em construção, desses, 28 são de centrais geradoras de energia solar FV, e, para empreendimentos com construção ainda não iniciada, o número chega a 395, sendo o número de 52 em Central Geradora Solar FV, Tabela 2.2 (c). Nas Tabelas 2.2 (a), (b), (c) e (d) foram destacados a energia solar FV e seus empreendimentos previstos para os próximos anos. Conforme disposto anteriormente, nota-se com os dados mencionados, o crescimento da fonte de energia solar fotovoltaica na geração elétrica brasileira.

Tabela 2.2 - (a) Empreendimentos em operação, (b) Empreendimentos em construção e (c) Empreendimentos com construção não iniciada.

Empreendimentos em operação				
Tipo	Quant.	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
Central Geradora Hidrelétrica	693	691.131	690.133	0,43
Central Geradora Undi-elétrica	1	50	50	0
Central Geradora Eólica	546	13.450.139	13.427.343	8,35
Pequena Central Hidrelétrica	427	5.178.959	5.130.531	3,19
Central Geradora Solar FV	2.258	1.433.573	1.426.773	0,89
Usina Hidrelétrica	218	101.892.288	97.075.157	60,37
Usina Termelétrica	2.999	42.630.823	41.059.179	25,53
Usina Termonuclear	2	1.990.000	1.990.000	1,24
<b>Total</b>	<b>7.144</b>	<b>167.266.963</b>	<b>160.799.166</b>	<b>100</b>

(a)

Empreendimentos em construção			
Tipo	Quant.	Potência Outorgada (kW)	%
Central Geradora Hidrelétrica	5	4.810	0,05
Central Geradora Eólica	108	2.323.050	23,68
Pequena Central Hidrelétrica	30	367.309	3,74
Central Geradora Solar FV	28	770.120	7,85
Usina Hidrelétrica	6	1.254.100	12,78
Usina Termelétrica	31	3.741.034	38,13
Usina Termonuclear	1	1.350.000	13,76
<b>Total</b>	<b>209</b>	<b>9.810.423</b>	<b>100</b>

(b)

Empreendimentos com construção não iniciada			
Tipo	Quant.	Potência Outorgada (kW)	%
Central Geradora Hidrelétrica	3	8.100	0,08
Central Geradora Eólica	107	2.619.775	25,23
Pequena Central Hidrelétrica	113	1.487.839	14,33
Central Geradora Solar FV	52	1.449.075	13,95
Usina Hidrelétrica	7	694.180	6,69
Usina Termelétrica	113	4.125.154	39,73
<b>Total</b>	<b>395</b>	<b>10.384.123</b>	<b>100</b>

(c)

Fonte: BIG – 2018.

A Figura 2.7 apresenta o desenvolvimento da geração elétrica brasileira do período de 2016 e 2017, por fonte de energia. Nota-se que a geração solar FV desponta um aumento de 875,6% no período.

Fonte	Geração Elétrica <sup>1</sup>		
	2016	2017	$\Delta 17/16$
Hidrelétrica	380.911	370.906	-2,6%
Gás Natural	56.485	65.593	16,1%
Biomassa <sup>2</sup>	49.236	49.385	0,3%
Derivados do Petróleo <sup>3</sup>	12.103	12.733	5,2%
Nuclear	15.864	15.739	-0,8%
Carvão vapor	17.001	16.257	-4,4%
Eólica	33.489	42.373	26,5%
Solar FV	85	832	875,6%
Outras <sup>4</sup>	13.723	14.144	3,1%
<b>Geração Total</b>	<b>578.898</b>	<b>587.962</b>	<b>1,6%</b>

(a)

Fonte	Capacidade Instalada <sup>1</sup>		
	2016	2017	$\Delta 17/16$
Hidrelétrica	96.925	100.575	3,5%
Térmica <sup>2</sup>	41.275	41.628	0,9%
Nuclear	1990	1.990	0,0%
Eólica	10.124	12.283	21,3%
Solar	24	935	3836%
Capacidade disponível	150.338	157.112	4,5%

(b)

Figura 2.7 - (a) Geração Elétrica (GWh) <sup>1</sup> Inclui geração distribuída <sup>2</sup> inclui lenha, bagaço de cana e lixívia <sup>3</sup> Inclui óleo diesel e óleo combustível <sup>4</sup> Inclui outras fontes primárias, gás de coqueria e outras secundárias e (b) Capacidade instalada <sup>1</sup> não inclui micro e mini geração distribuídas <sup>2</sup> inclui biomassa, gás, petróleo e carvão mineral.

O consumo de energia é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade. Reflete tanto o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, quanto a capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados, como automóveis (que demandam combustíveis), eletrodomésticos da linha branca e eletroeletrônicos que demandam de energia elétrica (ANEEL, 2016).

Nos últimos anos o consumo de energia no Brasil, principalmente na classe residencial, teve um aumento significativo. A Tabela 2.3 apresenta o consumo de energia dos últimos 5 anos e destaca-se o ano de 2014, com o maior consumo em (GWh). Os fatores identificados foram a escassez de chuvas na região sudeste acentuando o uso das termelétricas e consumo do ar condicionado e a Copa do Mundo FIFA pela concentração de estrangeiros, utilização do setor de serviços comerciais e públicos, tais como, rede de hotéis, estádios, aeroportos, etc. A tabela ainda mostra, o aumento de consumidores, e isso, em termos gerais, reflete o crescimento da população ao longo dos anos, o aumento da renda das famílias e a expansão da área construída.

Tabela 2.3 - Consumo e número de consumidores - Brasil

Brasil	2013	2014	2015	2016	2017	Δ% (2017/2016)	Part. % (2017)
<b>Consumo (GWh)</b>	<b>463.142</b>	<b>474.823</b>	<b>465.708</b>	<b>461.780</b>	<b>467.161</b>	<b>1,2</b>	<b>100,0</b>
Residencial	124.908	132.302	131.190	132.872	134.368	1,1	28,8
Industrial	184.685	179.106	169.289	165.314	167.398	1,3	35,8
Comercial	83.704	89.840	90.768	87.873	88.292	0,5	18,9
Rural	23.455	25.671	25.899	27.266	28.136	3,2	6,0
Poder público	14.653	15.355	15.196	15.096	15.052	-0,3	3,2
Iluminação pública	13.512	14.043	15.333	15.035	15.443	2,7	3,3
Serviço público	14.847	15.242	14.730	14.969	15.196	1,5	3,3
Consumo próprio	3.379	3.265	3.304	3.355	3.277	-2,3	0,7
<b>Consumidores (mil)</b>	<b>74.814</b>	<b>77.171</b>	<b>79.107</b>	<b>80.624</b>	<b>82.464</b>	<b>2,3</b>	<b>100,0</b>
Residencial	63.862	66.007	67.746	69.277	70.907	2,4	86,0
Industrial	584	574	549	536	528	-1,4	0,6
Comercial	5.445	5.566	5.689	5.689	5.754	1,1	7,0
Rural	4.200	4.279	4.366	4.365	4.499	3,1	5,5
Poder público	544	561	568	560	573	2,5	0,7
Iluminação pública	87	88	93	96	99	3,2	0,1
Serviço público	79	84	87	91	95	4,5	0,1
Consumo próprio	12	14	10	9	9	2,4	0,0

Dados: EPE, consulta em Dez/2018.

Para os próximos anos, conforme dados do Plano Nacional de Energia – 2050, o cenário de demanda de energia estrutura em duas vertentes, a primeira em um crescimento econômico mais modesto com taxa média do PIB nacional de 1,6% a.a. e a segunda com crescimento de taxa média de 3% a.a., caracterizado pelo atendimento de elevada demanda de energia (EPE, 2018)

As condições gerais de fornecimento de energia elétrica são estabelecidas pela Resolução Normativa ANEEL nº 414/2010. Nesse documento, as unidades consumidoras são divididas em grupos, distinguindo-se uns dos outros pelo nível de tensão de fornecimento e valores definidos de tarifa. A Figura 2.8 apresenta um resumo das diversas categorias tarifárias de energia elétrica.

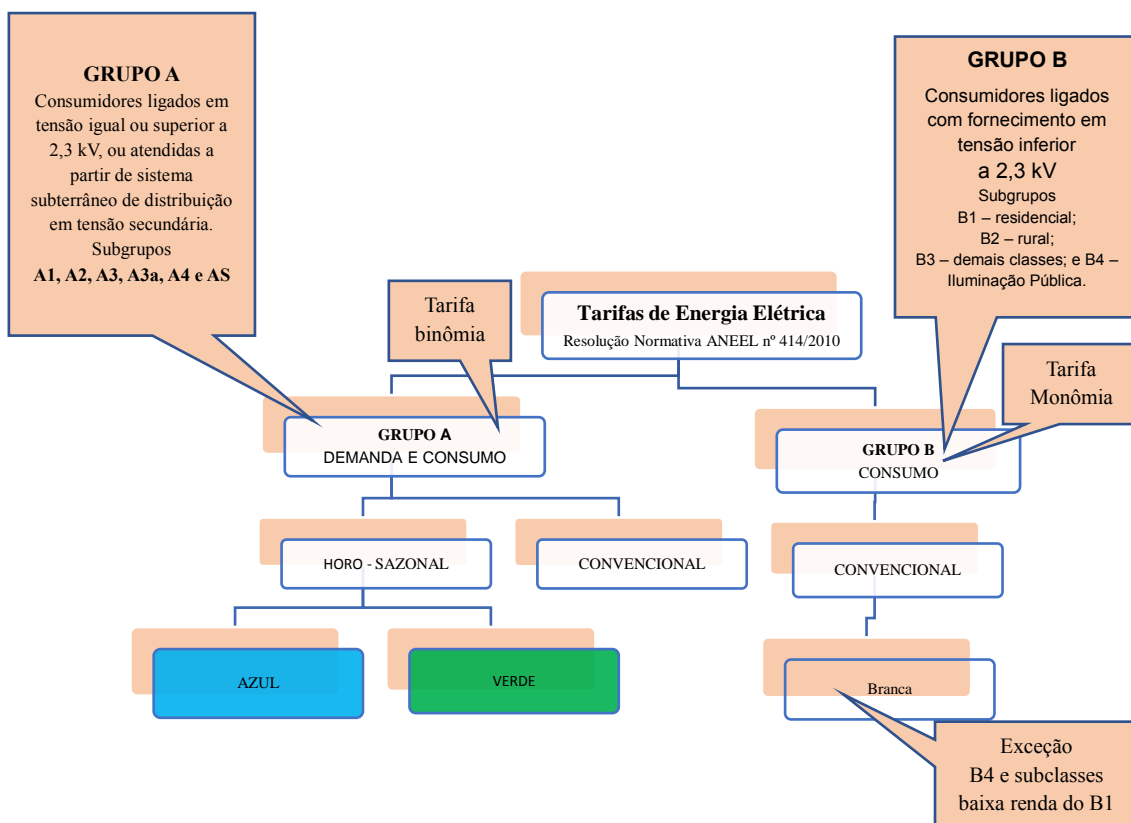


Figura 2.8 - Fluxograma das tarifas de energia elétrica.

O preço da energia elétrica consumida é pago conforme grupo e classificação tarifária. O sistema tarifário horo-sazonal (THS) atua de acordo com as estações (sazonalidade), ou seja, o preço da energia depende da oferta que a região tem e do horário nos dois períodos sazonais, período úmido, de dezembro a abril (maior oferta de energia) e período seco – de maio a novembro (menor oferta de energia).

Segundo dados da EPE, os maiores consumidores de energia elétrica são, do maior para o menor consumo:

- a) a indústria com 31,5% do consumo de energia, possuindo tarifas diferenciadas;
- b) as residências com 21,4% do consumo e tem a tarifa mais cara por unidade de energia;

- c) as perdas de energias com 16,1%, divididas em técnicas (na distribuição e transmissão) e não técnicas (também chamadas de gatos);
- d) setor comercial e serviços com 14,4%;
- e) poder público com 7%;
- f) em sequência o setor energético, agropecuário e transporte, com 4,8%, 4,5% e 0,3%, respectivamente.

Mesmo sendo pequeno o consumo em relação aos demais, trabalhos em eficiência energética no poder público podem representar um número expressivo no total geral de consumo do país.

## **2.4 Recurso Solar no Brasil**

O Brasil apresenta um alto nível de irradiação solar, principalmente pela baixa variabilidade. O clima é diversificado em consequência de vários fatores, entre eles o relevo, vegetação, hidrografia e a extensão territorial.

A Figura 2.9 e 2.10, apresenta os níveis de irradiação global horizontal, irradiação no plano inclinado e irradiação direta normal para as 5 (cinco) regiões brasileiras. Conforme pode ser observado todas apresentam índices favoráveis para a inserção da fonte solar fotovoltaica, principalmente se comparamos com países onde essa tecnologia já se encontra bem estabelecida, como Alemanha (900-1250 kWh/m<sup>2</sup>), França (900-1650kWh/m<sup>2</sup>) e Espanha (1200-1850 kWh/m<sup>2</sup>), onde projetos para aproveitamento de recursos solares, alguns contando com fortes incentivos governamentais, são amplamente disseminados.

Com 5.49kWh/m<sup>2</sup>, a região nordeste é a que apresenta o maior potencial diário da irradiação global horizontal. Segundo dados do BIG/ANEEL, a geração instalada em UFV no Nordeste corresponde a 93.653,60kW de potência instalada, esse número corresponde a 6.469 unidades consumidoras cadastradas de um total de 48.424. A região Sudeste mesmo com uma diferença pequena de irradiação, conforme mostra a Figura 2.10, tem-se 22.243 unidades consumidoras cadastradas, a região Sul com 13.670, Norte 1.045 e a região Centro Oeste com 4.997 unidades consumidoras. Os dados constam que em 2018 houve um excelente crescimento no mercado fotovoltaico brasileiro.





Figura 2.9 - Síntese dos níveis de irradiação por região  
 Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar – 2ª Edição (2017).

A Figura 2.10 apresenta o potencial brasileiro de irradiação solar, um estudo elaborado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o atlas mostra que o Brasil pode beneficiar-se muito mais da produção de energia solar que possui. O chamado cinturão solar possui uma alta radiação solar ainda desconhecida, a área abrange desde o Nordeste ao pantanal e inclui estados como Minas Gerais, Bahia e São Paulo.

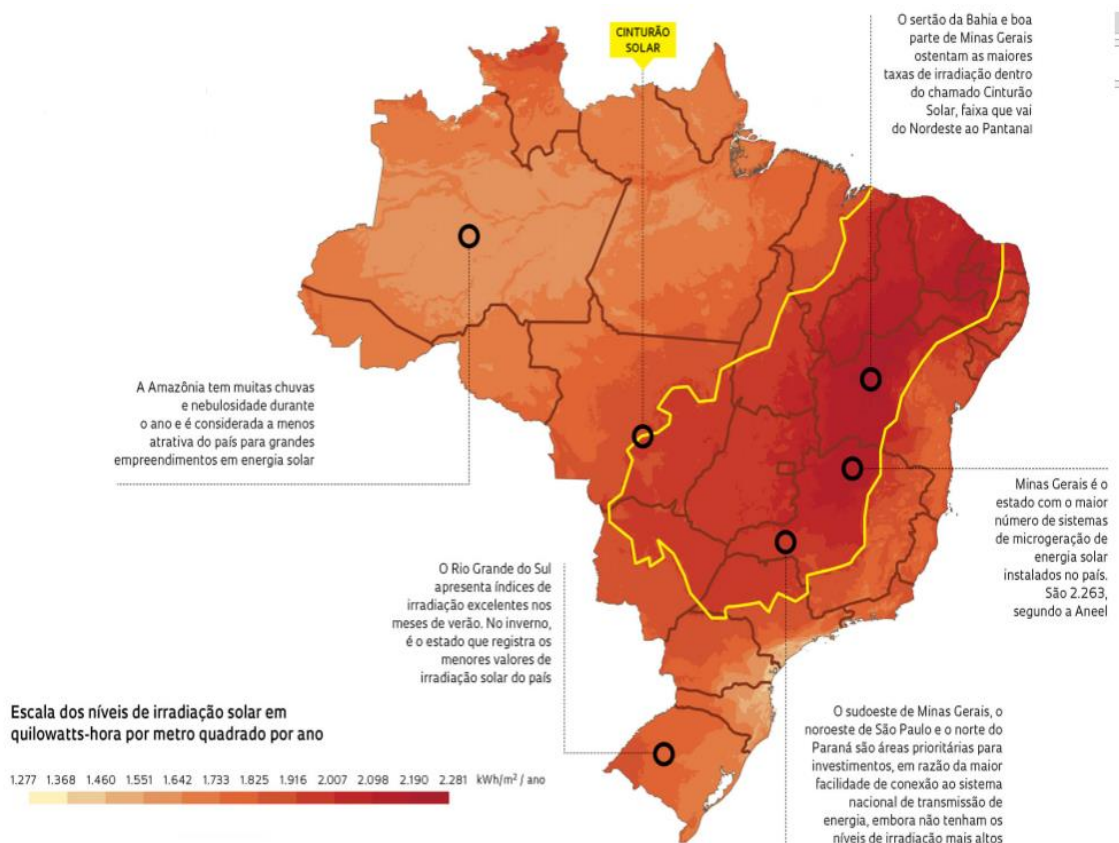


Figura 2.10 - Potencial brasileiro de irradiação solar.  
Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar - 2ª Edição/2017.

## 2.5 Inserção da Energia Solar no Brasil

Nos últimos anos, o Brasil tem realizado diversos esforços para a inserção da energia solar na matriz energética, embora os resultados somente nos dois últimos anos têm sido notáveis. Neste tópico será abordado as ações governamentais desenvolvidas para o setor, tais como, as legislações e regulações específicas, os leilões, a tributação, o financiamento, a participação dos Estados e as principais usinas em funcionamento. O intuito é verificar o que o País tem feito para a inserção dessa fonte.

### 2.5.1 Ações Governamentais

A implementação de propostas e ações por parte do governo no setor de energia solar ainda é incipiente, entretanto encontra-se em fase de forte crescimento. Ações governamentais eficientes fazem-se necessária para que exista estímulo para a redução de preços e à pesquisa e desenvolvimento no setor de energia solar, tais como, compras governamentais em grande escala

com subsídios governamentais do sistema, contratos de fornecimento com tarifas favoráveis e legislações mandatórias como os códigos de edificações.

### **2.5.1.1 Legislação Específica**

Esta sessão trará as principais resoluções Normativas e os projetos de Lei que contemplam os incentivos a Energia Solar FV.

#### **I. Resolução Normativa 482/2012**

Essa resolução estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica. Define-se microgeração distribuída, uma central geradora de energia elétrica com potência instalada menor ou igual a 100 kW, e, minigeração uma central geradora com potência instalada superior a 100 kW e inferior a 1MW, e que utilizem fontes com base em energia solar, biomassa, eólica e hidráulica, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

O sistema de compensação de energia elétrica é o sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora (com microgeração distribuída ou minigeração distribuída) é cedida à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade da unidade consumidora onde os créditos foram gerados, desde que possua o mesmo número de Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou de Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ).

#### **II. Resolução Normativa 687/15**

Esta resolução altera a resolução normativa 482/12, aprimorando alguns pontos, tais como:

- ✓ Define-se microgeração distribuída, uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW, e que utilize cogeração qualificada, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras, e, minigeração distribuída uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

- ✓ Criação do autoconsumo remoto: permite instalar o gerador fotovoltaico em locais distantes do ponto de consumo desde que na mesma área de concessão da distribuidora de energia e mesma titularidade de pessoa física ou jurídica (ex. empresas matriz e filial)
- ✓ Criação da geração compartilhada: permite que pessoas físicas e jurídicas, de CPF e CNPJ diferentes, mas que utilizam os serviços da mesma concessionária de energia possa compartilhar a geração de energia comprovando o vínculo entre os integrantes. Desta forma, é possível transferir os créditos para terceiros como vizinhos, parentes empresas, etc.
- ✓ Acúmulo de créditos de energia: a energia excedente gerada e enviada para a rede da concessionária é convertida em créditos para serem utilizados posteriormente. Na revisão, o tempo para uso dos créditos de energia passou de 36 para 60 meses. Ou seja, o cliente terá 5 anos para usar a energia que ele gerou e não consumiu.
- ✓ Criação do uso do sistema em condomínios: gerar energia compartilhada com múltiplas unidades consumidoras (condomínios), caracterizados pela utilização da energia elétrica de forma independente. Como os condomínios têm pouca área de telhado, a energia gerada será fracionada para cada unidade consumidora, bem como para as áreas de uso comum, reduzindo o valor da conta de luz.
- ✓ Alteração no tempo de análise dos projetos pela concessionária, redução de 82 dias para 34 dias, e
- ✓ o custo da troca do medidor convencional pelo bidirecional passou a ser da concessionária.

Conforme pode ser observado, houve melhorias consideráveis na regulamentação o que certamente contribuiu com o forte incremento da inserção da energia solar fotovoltaica em 2017 e 2018, segundo o BIG/ANEEL.

### **III. Resolução Normativa 414/10**

Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica, de forma atualizada e consolidada, definindo tarifas, tensões e demais aspectos.

#### IV. Resolução da ANEEL 166/05

Estabelece as disposições consolidadas relativas ao cálculo da tarifa de uso dos sistemas de distribuição (TUSD) e da tarifa de energia elétrica (TE).

#### V. Projetos de Lei

As Tabelas 2.4 e 2.5 reúnem alguns projetos de lei com trâmites no Senado e na Câmara Federal que de alguma forma incentivam a energia solar fotovoltaica.

Tabela 2.4 – Projeto de Lei tramitados na Câmara dos Deputados Federal

Projetos de Lei da Câmara		Situação
10.370/2018	Política Nacional de Energia Solar Fotovoltaica (PRONASOLAR) é uma política nacional de Estado, que tem como objetivo estabelecer uma estratégia estruturada para reconhecer e aproveitar o grande potencial da fonte solar fotovoltaica no Brasil, tanto para a diversificação, como para suprimento elétrico nacional e desenvolvimento social, econômico e ambiental do país. Visa criar 5 milhões de sistemas de cogeração até 2030.	Recebimento pela Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CMADS), apensado ao PL-5823/2013

Em consulta ao portal da Câmara dos Deputados o Projeto de Lei 10.370/2018 foi apensado ao PL 5823/2013 e recebido pela Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CMADS).

Tabela 2.5 - Projetos de Lei do Senado (PLS)

Projetos de Lei do Senado (PLS)		Situação
253/2016	Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de equipamentos de energia elétrica renovável em novas construções de residências familiares e de órgãos públicos quando utilizarem financiamento com recursos públicos.	(Dez/2018) - Secretaria de Apoio à Comissão de Serviços de Infraestrutura
167/2013	Reduz alíquotas de tributos incidentes em painéis fotovoltaicos e similares.	Arquivada (Dez/2018)
168/2013	Determina o uso de energias alternativas na geração de calor em edificações novas de propriedade da União.	Arquivada (Dez/2018)
164/2010	Reinsere na Lei da Política Nacional sobre Mudança do Clima, dispositivos sobre a proibição de contingenciamento dos recursos destinados a combater os efeitos adversos de mudanças climáticas, o estímulo à pesquisa e ao uso de tecnologias limpas e a substituição gradativa dos combustíveis fósseis por outras fontes de energia (solar, eólica, termal, da biomassa, das marés, de pequenas hidrelétricas), vetados pelo Presidente da República; suprime da lei a menção à criação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE).	Rejeitada (2013)
311/2009	Institui o Regime Especial de Tributação para o Incentivo ao Desenvolvimento e à Produção de Fontes Alternativas de Energia Elétrica – REINFA e estabelece medidas de estímulo à produção e ao consumo de energia limpa.	Arquivada (Dez/2018)
495/2009	Autoriza o Governo Federal a criar a Agência Nacional de Energias Renováveis (ANER) – 28/04/2011 – Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania.	Arquivada (Dez/2014)
5/2005	Acrescenta dispositivos à Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, para instituir o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica nos Sistemas Elétricos Isolados (PROISOL)	Arquivada (Dez/2014) - Rejeitada pela comissão de Serviços de Infraestrutura.

Os Projetos de Lei do Senado (PLS) citados na Tabela 2.5 encontram-se em sua maioria arquivados, nota-se projetos formulados antes mesmo da Resolução Normativa ANEEL de 2012. Nesse sentido houve iniciativas de políticas públicas, mesmo que incipiente, ao longo dos anos, no Senado Federal e na Câmara dos Deputados.

## **VI. Decretos**

Nos últimos anos também foram estabelecidas normas no âmbito estadual e federal buscando orientar os gestores públicos a adotar medidas de racionalização do gasto público.

O Decreto nº 8.540, de 9 de outubro de 2015, por exemplo, estabelece, no âmbito da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, medidas de racionalização do gasto público nas contratações para aquisição de bens e prestação de serviços e na utilização de telefones celulares corporativos e outros dispositivos.

*Art. 4º Em relação aos contratos e às contas de energia elétrica, a administração pública federal direta, autárquica e fundacional deverá:*

*I - analisar a adequação da demanda contratada e do enquadramento tarifário e proceder às alterações contratuais necessárias para reduzir as despesas com energia;*

*II - manter controle permanente do consumo, da demanda contratada e da tarifação horo-sazonal, caso aplicável;*

*III - analisar, nos casos de fornecimento em baixa tensão, a viabilidade de migração para a média tensão;*

*IV - implementar ações com o objetivo de reduzir o consumo de energia, especialmente no horário de ponta definido pela respectiva distribuidora; e*

*V - reduzir o consumo de energia reativa para manter o fator de potência igual ou superior a noventa e dois centésimos.*

Já o Decreto nº 37.717 de 19/10/2016, cria o programa de estímulo ao uso de energia Solar fotovoltaica – Programa Brasília Solar, no âmbito distrital. Importante destacar visto que o objeto de estudo será em Brasília, Distrito Federal, que será abordado no capítulo 4.

## VII. Convênios

O Convênio ICMS 16, de 22 de abril de 2015, autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da ANEEL.

*Cláusula primeira Ficam os Estados do Acre, Alagoas, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Rondônia, Roraima, São Paulo, Sergipe, Tocantins e o Distrito Federal autorizados a conceder isenção do ICMS incidente sobre a energia elétrica fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade correspondente à soma da energia elétrica injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora com os créditos de energia ativa originados na própria unidade consumidora no mesmo mês, em meses anteriores ou em outra unidade consumidora do mesmo titular, nos termos do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, estabelecido pela Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.*

Até o momento, os 24 estados mais o Distrito Federal possuem isenção de ICMS para energia solar, micro ou minigeração mediante as diretrizes do convênio ICMS 16/2015. Embora os estados do **Paraná** e **Santa Catarina**, já autorizados a conceder a isenção desde 01/07/18, estes optaram por oferecer o benefício pelo prazo máximo de 48 meses, podendo revogar a decisão antes disso.

Isso acontece pois, embora a adesão de um estado ao convênio ICMS 16/2015 lhe conceda o direito de isentar essa tributação sobre a energia elétrica produzida pelo consumidor, só vale depois que o governo emite legislação específica.

## VIII. Portarias

A Portaria nº 23/2015 estabelece boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional, e dispõe sobre o monitoramento do consumo desses bens e serviços. Esta portaria é uma ação governamental de forma a orientar os gestores públicos das práticas imediatas e permanentes para promover o uso racional da energia elétrica e água. Indica a plataforma SisPES sistema do projeto Esplanada Sustentável para a coleta de informações dos órgãos. O estudo proposto envolve apenas a energia elétrica.

## IX. Instrução Normativa nº2/2014

Esta Instrução Normativa dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal direta,

autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit.

Conforme exposto existe legislação específica direcionada a energia elétrica, eficiência energética e energia solar FV. No capítulo 4 será verificado no estudo do complexo de edificações públicas nos ministérios da Esplanada, se estas ações estão sendo colocadas em prática.

### 2.5.1.2 Leilões

Os leilões de energia elétrica são realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), por delegação da ANEEL. O Brasil tem desenvolvido um processo atrativo e bem estruturado de leilões para diversos tipos de geração, entretanto nunca foi o foco a realização de um leilão para a fonte solar, apesar das pressões.

O primeiro leilão solar foi realizado em 2013, para o estado de Pernambuco, para compra e venda de energia solar com a definição de 6 (seis) usinas solares para o Estado. A capacidade total de geração foi de 122 MW e investimento de R\$ 597 milhões. Valor médio ficou em R\$ 228,63 por MW/h, na ocasião.

A Portaria MME nº 390/2017, estabelece a sistemática para a realização dos Leilões de Energia Nova de 2017. Nos termos das diretrizes do Leilão, estabelecidas por meio da Portaria MME nº 293, de 4 de agosto de 2017, serão negociados Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado - CCEAR, com início de suprimento em 1º de janeiro de 2021 para o Leilão de Energia Nova “A-4” e em 1º de janeiro de 2023 para o Leilão de Energia Nova “A-6”. Também foi estabelecido percentual mínimo de 30% da energia dos empreendimentos a serem destinado ao Ambiente de Contratação Regulada (ACR).

No Leilão de Energia Nova “A-4” foram definidos 4 (quatro) produtos, sendo um produto quantidade para empreendimentos de geração oriundos de fonte hidrelétrica com prazo de suprimento de trinta anos e três produtos com disponibilidade para empreendimentos de geração oriundos de fonte eólica, solar fotovoltaica e termelétrica a biomassa, estes últimos com prazos de suprimento de vinte anos.

Os Leilões do ACR possuem como objetivo:

- ✓ Contratar energia pelo menor preço possível (modicidade tarifária);
- ✓ Atrair investidores para construção de novas usinas com vistas à expansão da geração; e
- ✓ Reter a geração existente ( [www.epe.gov.br/leiloes](http://www.epe.gov.br/leiloes) )



A Tabela 2.6 apresenta um resumo histórico de contratação de energia elétrica, na modalidade Leilão, ao longo dos últimos anos, proveniente de novos empreendimentos de geração de energia elétrica de fontes hidrelétrica, eólica, solar fotovoltaica e termelétrica a biomassa.

Tabela 2.6 - Histórico de potência contratada (MW) em Leilões de Fonte Solar FV no Brasil

Contratação de energia proveniente de novos empreendimentos de geração de energia elétrica de fontes hidrelétrica, eólica, solar fotovoltaica e termelétrica a biomassa	
<b>Leilão 009/2013</b>	18º leilão de energia proveniente de novos empreendimentos de geração (leilão "A-5")
<b>Leilão 006/2014</b>	6º leilão de energia de reserva
<b>Leilão 009/2015</b>	8º leilão de energia de reserva (2º LER de 2015)
<b>Leilão 008/2015</b>	7º leilão de energia de reserva (1º LER de 2015)
<b>Leilão 004/2016</b>	11º leilão de energia de reserva (2º LER de 2016) - cancelado, nos termos da portaria MME 705/2016.
<b>Leilão 004/2017</b>	Leilão A-4 de 2017
<b>Leilão 001/2018</b>	27º leilão de energia proveniente de novos empreendimentos de geração (leilão "A-4")

Fonte: ABSOLAR/2018

A Tabela 2.7 apresenta o desenvolvimento das outorgas de geração em centrais fotovoltaicas do período de 1998 a jun./2018, o crescimento é pequeno em comparação as demais gerações distribuídas, porém com grande valor de potência a partir de 2015. Isso representa o interesse do mercado por novos leilões, sobretudo, o interesse de grandes fabricantes internacionais instaladas em território brasileiro, movimentando a geração de empregos no setor.

Tabela 2.7 – Outorgas de geração em centrais fotovoltaicas

Outorgas de geração em Centrais Fotovoltaicas																		
	1998-2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		Jan-jun. 2018	
	Nº	P (MW)	Nº	P (MW)	Nº	P (MW)	Nº	P (MW)	Nº	P (MW)	Nº	P (MW)	Nº	P (MW)	Nº	P (MW)	Nº	P (MW)
<b>Registros</b>	4	0	1	2	6	12	38	14	46	22	12	10	9	2	9	5		3.144
<b>Autorizações</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	228	12	211	0	0	-12	-205
<b>Ampliações</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	13	7	12
<b>Autorizações Leilões</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	890	62	1.733	0	0	16	462
<b>Ampliações Leilões</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	4	0	1	2	6	12	38	14	46	22	51	1.128	83	1.946	20	18		3.413

A Figura 2.11 apresenta uma retrospectiva de potência contratada (MW) em leilões de energia solar fotovoltaica no Brasil. Observa-se que não houve leilão em 2016, e conseqüentemente falta de demanda para 2019 e 2020 no setor. Em 2017 a fotovoltaica foi impedida de participar da LEN A-6/2017, dessa forma, o impedimento e o cancelamento em 2016,

causou insegurança e risco para o setor nos anos 2023 e 2024, um problema para as indústrias que investem no setor, a continuidade de contratação é importante no setor FV na cadeia produtiva e de valor.

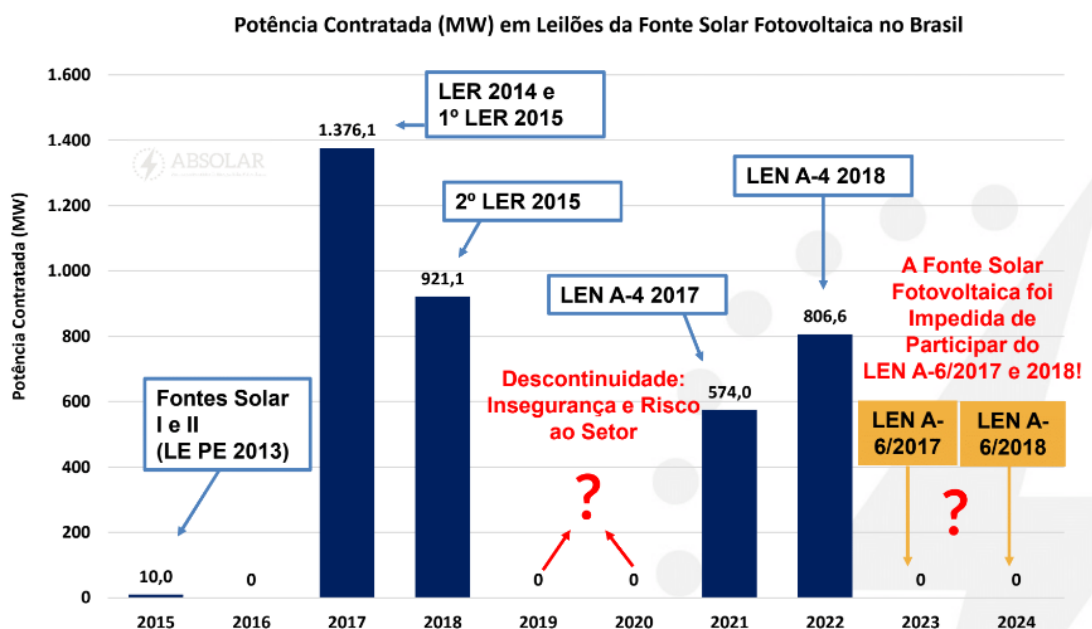


Figura 2.11 - Panorama da potência contratada em leilões em SFV. Fonte: ABSOLAR.

Os leilões em fonte solar contribuíram para o crescimento no setor, a Tabela 2.10 listagem das principais usinas em operação, constante no final deste capítulo, nota-se um avanço de instalações de centrais geradoras de energia solar FV bem acentuado nos anos de 2017 e 2018.

### 2.5.1.3 Impostos

A tributação contribui para a inserção da energia solar fotovoltaica no país, pois vários Estados estão aderindo ao Convênio ICMS nº 16/2015, que autoriza os Estados a isentarem o ICMS sobre essa energia, conforme REN 482/12 da Aneel. O Brasil possui 26 Estados e um Distrito Federal, destes todos fizeram adesão e 25 publicaram o Decreto Estadual efetivando o benefício do convênio. Lei nº 13.169/15, que trata da isenção de PIS/COFINS sobre a energia alterada pelo projeto de Lei nº 3.814/15.

### 2.5.1.4 Financiamento

Devido ao interesse crescente por energia solar, nos últimos anos o setor bancário tem introduzido diversas linhas de financiamento através de bancos públicos e privados, muitas das quais permitem pagar a parcela com a própria economia obtida na fatura de energia elétrica, tornando a aquisição dos sistemas fotovoltaicos mais acessível para boa parte da população.

Inicialmente, este processo deu-se para apoio às pessoas jurídicas e, mais recentemente, para pessoas físicas.

A seguir as dez linhas de financiamento mais importantes para o setor:

- a) **Banco do Nordeste (BNB) - FNE SOL** - linha de crédito criada em 2016 com pagamento em até 144 meses, com taxas anuais entre 6,5% e 8,5% e financiamento até 100% do custo. O Banco do Nordeste abriu uma linha de financiamento específica para projetos de micro e mini geração de energia solar. O FNE SOL está disponível para empresas, produtores rurais, cooperativas e associações dos Estados nordestinos, além do norte dos Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo.
- b) **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)** - trata-se de mais uma ação do BNDES para incentivar o cidadão brasileiro a investir em sustentabilidade e economia de energia. Os recursos poderão ser contratados em operações indiretas somente por meio de bancos públicos. No subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes, pessoas físicas poderão ter acesso a financiamentos para a instalação de sistemas de aquecimento solar e sistemas de cogeração (placas fotovoltaicas, aerogeradores, geradores a biogás e demais equipamentos necessários).
  - ✓ **BNDS FINAME** com o objetivo de desenvolver a indústria nacional de painéis solares, o BNDS criou uma metodologia específica para credenciamento e apuração do conteúdo local de módulos e sistemas fotovoltaicos. As novas regras adotam um conceito diferenciado do critério tradicional do Finame. É obrigatório que o sistema FV seja composto por painéis solares previamente credenciados no CFI\* e componentes elétricos e estrutura metálica fabricados no Brasil.
  - ✓ **Cartão BNDES** é baseado no conceito de cartão de crédito e visa financiar investimentos das micro, pequenas e médias empresas (MPMEs) e dos microempreendedores individuais (MEIs).
- c) **Programa Fundo Clima** - tem como objetivo apoiar a implantação de empreendimentos, a aquisição de máquinas e equipamentos e o desenvolvimento tecnológico relacionados à redução de emissões de gases do efeito estufa e à adaptação às mudanças do clima e aos seus efeitos. O programa atende pessoas físicas com taxas que variam, com renda anual de até 90 mil e acima de 90 mil, de 4,03% a 4,55% ao ano, respectivamente. O financiamento abrange sistemas geradores fotovoltaicos, podendo ser considerados parte do sistema não só os equipamentos, mas também serviços de projeto e instalação; aerogeradores até 100kw, motores movidos a biogás, inversores ou conversores de

- frequência e coletores/aquecedores solares; ônibus e caminhões, elétricos ou híbridos, cuja energia de tração seja provida por dispositivos elétricos ou por uma combinação de dispositivos elétricos e motor de combustão interna, entre outros.
- d) **Caixa Econômica Federal** – desde 2014, painéis fotovoltaicos passam a ser financiáveis pelo Construcard com uma taxa de juros em torno de 1,95% ao mês com parcelamento em até 240 vezes, estando disponível esse financiamento tanto para pessoas físicas quanto jurídicas.
- e) **Santander** – disponibiliza crédito para a instalação de sistemas fotovoltaicos com um parcelamento de até 60 vezes. Disponível para pessoas física e jurídica (correntistas e não correntistas), a taxa de juros varia de acordo com os valores, prazos e demais condições escolhidas pelo beneficiado.
- f) **Pronaf Eco** – fornece financiamento a agricultores e produtores rurais familiares (pessoas físicas) para investimento na utilização de tecnologias de energia renovável, tecnologias ambientais, armazenamento hídrico, pequenos aproveitamentos de hidro energéticos, silvicultura e adoção de práticas conservacionistas e de correção da acidez e fertilidade do solo, visando sua recuperação e melhoramento da capacidade produtiva.
- g) **Sicredi** - possui uma linha especial de financiamento para energia solar para seus associados, sejam eles pessoa física ou jurídica. O prazo de pagamento é de até 60 meses, tendo taxas de juros que variam entre 1% e 3% ao mês.
- h) **Desenvolve SP** - criado pelo governo de São Paulo com o intuito de reduzir 20% das emissões de CO<sub>2</sub> de São Paulo até 2020. É uma linha de Financiamento Economia Verde, que inclui o apoio aos sistemas fotovoltaicos. Voltado para pequenas e médias empresas da região, o pagamento pode ser parcelado em até 120 vezes, com uma taxa de juros de 0,53% ao mês.
- i) **Banco do Brasil** – tem diversas linhas conforme a seguir:
- ✓ **O Proger Urbano Empresarial** - linha de crédito para ampliar ou modernizar empresas. O financiamento utiliza recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), do Governo Federal. Os projetos de investimento devem proporcionar geração ou manutenção de empregos e renda. As taxas de juros variam de acordo com o relacionamento que o cliente possui com o banco. Até 72 meses para o financiamento com limite de financiamento de R\$1 milhão, limitado a 80% do projeto de investimento.

✓ **O FCO Empresarial tem** como público-alvo as pessoas jurídicas de direito privado que se dedicam à atividade produtiva nos setores industrial, agroindustrial, mineral, turístico, comercial, de serviços e de infraestrutura econômica, inclusive empresas públicas não dependentes de transferências financeiras do Poder Público. É direcionado aos produtores rurais (pessoa física ou jurídica), bem como cooperativas e associações com atividade rural. As regiões atendidas são: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

- j) **Banco da Amazônia** - tem o objetivo de estimular a utilização da energia solar na região Norte e fornece linhas de crédito específica para cada porte de empresas, com taxas de juros giram entre 0,59% e 1,02% ao mês, variando de acordo com o porte da empresa e tem prazo para pagamento de 144 meses, incluindo até 48 meses de carência.
- k) **SICOOB** – disponibiliza soluções que atendem da agricultura familiar à empresarial. Com linhas de comercialização, custeio e investimento.

### 2.5.1.5 Participação dos Estados

O Estado de Minas Gerais por meio da Lei Estadual nº 22.549/2017 e Decreto Estadual nº 47.231/2017 tem obtido significativos avanços para gerar energia solar, conforme apresenta a Figura 2.12.

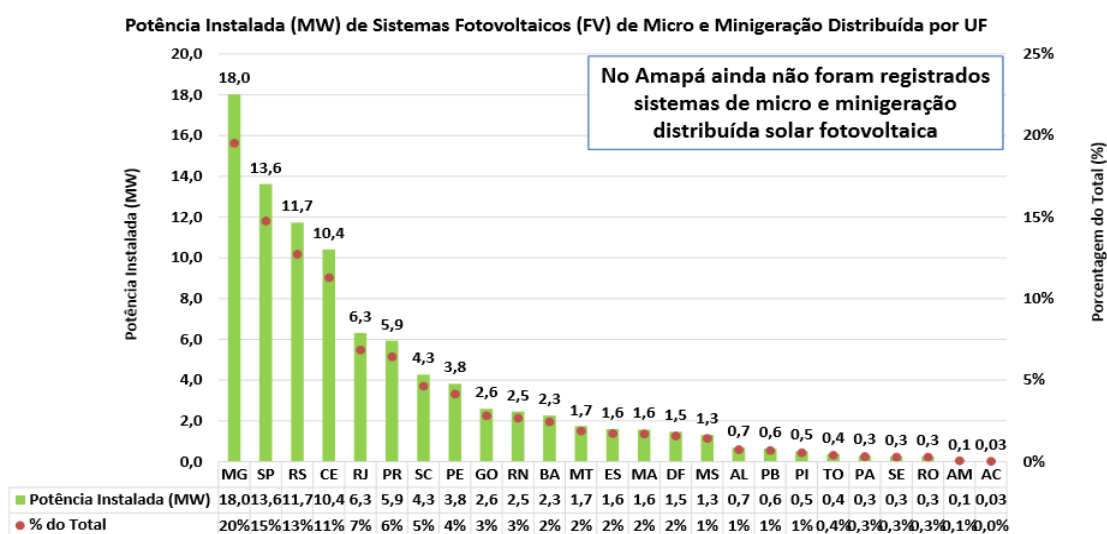


Figura 2.12 – Panorama da potência instalada em SPV por Estado. Fonte: ABSOLAR/2018.

Minas Gerais é o estado que mais gera energia solar, cerca de 330 sistemas, principalmente em residências, o que corresponde a 20% de todos os sistemas instalados no país. Apesar da tecnologia ainda ter um custo relativamente alto, dados da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) revelam que nos últimos dez anos o investimento ficou praticamente 80% mais barato, tornando-se atualmente muito competitivo, principalmente pelo aumento das tarifas de energia elétrica e pela redução dos custos.

A título de exemplo adicional, o Distrito Federal, segundo dados da Aneel, possui aproximadamente 485 unidades consumidoras com geração distribuída em fotovoltaica, capacidade total de 6.245,43kW de potência instalada.

#### 2.5.1.6 Principais usinas em funcionamento no Brasil

A Tabela 2.8 apresenta as principais usinas FV em operação no Brasil, com potência total de 1.958,72 MW. Neste contexto, A Bahia é o estado que apresenta o maior número de usinas em operação, com 34%, seguida de Minas Gerais com 24%, Gráfico 2.1.

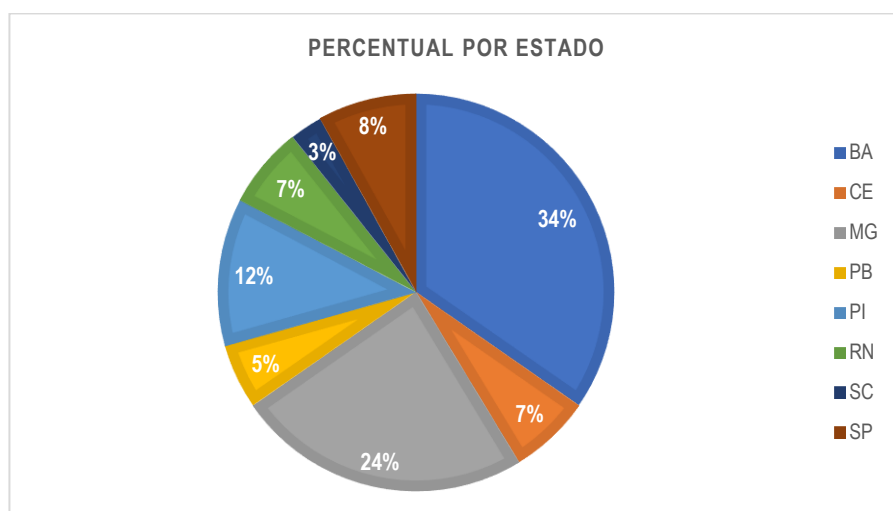


Gráfico 2.1 – Percentual de usinas por estado no Brasil

Tabela 2.8 - Usinas FV em operação no Brasil

Usina	Data Op.	Pot. Outorgada (kW)	Pot. Fiscalizada (kW)	Dest. da Energia	Proprietário	Município	Estado
Lapa 2	30/06/17	30.000	30.000	PIE	100		BA
Pituaçu Solar	-	404,8	404,8	REG	Superintendência dos Desportos do Estado da Bahia	Salvador	BA
Sol Moradas Salitre e Rodeadouro	12/02/14	2.103	2.103	REG	Brasil Solair Energias Renováveis Comércio e Indústria S.A	Juazeiro	BA
Ituverava 1	05/08/17	28.000	28.000	PIE	Enel Green Power Ituverava Norte Solar S.A.	Tabocas do Brejo Velho	BA
Ituverava 2	28/11/17	28.000	28.000	PIE	Enel Green Power Ituverava Norte Solar S.A.	Tabocas do Brejo Velho	BA
Ituverava 3	04/11/17	28.000	28.000	PIE	Enel Green Power Ituverava Solar S.A.	Tabocas do Brejo Velho	BA
Ituverava 4	23/12/17	28.000	28.000	PIE	Enel Green Power Ituverava Solar S.A.	Tabocas do Brejo Velho	BA
Ituverava 5	23/12/17	28.000	28.000	PIE	Enel Green Power Ituverava Sul Solar S.A	Tabocas do Brejo Velho	BA
Ituverava 6	23/12/17	28.000	28.000	PIE	Enel Green Power Ituverava Sul Solar S.A	Tabocas do Brejo Velho	BA
Ituverava 7	29/12/17	28.000	28.000	PIE	Enel Green Power Ituverava Sul Solar S.A	Tabocas do Brejo Velho	BA
Bom Jesus da Lapa I	30/06/17	30.000	30.000	PIE	Enel Green Power Bom Jesus da Lapa Solar S.A.	Bom Jesus da Lapa	BA
Bom Jesus da Lapa II	30/06/17	30.000	30.000	PIE	Enel Green Power Bom Jesus da Lapa Solar S.A.	Bom Jesus da Lapa	BA
Verde Vale III	22/08/18	14.300	14.300	PIE	UFV VERDE VALE III ENERGIA SOLAR S/A	Guanambi	BA
Horizonte MP 1	17/03/18	28.700	28.700	PIE	Enel Green Power Horizonte MP Solar S.A.	Tabocas do Brejo Velho	BA
Horizonte MP 2	15/03/18	28.700	28.700	PIE	Enel Green Power Horizonte MP Solar S.A.	Tabocas do Brejo Velho	BA
Horizonte MP 11	17/03/18	20.000	20.000	PIE	Enel Green Power Horizonte MP Solar S.A.	Tabocas do Brejo Velho	BA
São Pedro II	08/11/18	27.000	27.000	PIE	Central Fotovoltaica São Pedro II Ltda	Bom Jesus da Lapa	BA
São Pedro IV	08/11/18	27.000	27.000	PIE	Central Fotovoltaica São Pedro IV Ltda	Bom Jesus da Lapa	BA
Juazeiro Solar I	12/12/18	30.000	30.000	PIE	CENTRAL FV JUAZEIRO SOLAR I SPE LTDA	Juazeiro	BA
Juazeiro Solar II	18/12/18	30.000	23.000	PIE	CENTRAL FV JUAZEIRO SOLAR II SPE LTDA.	Juazeiro	BA
Juazeiro Solar III	13/12/18	30.000	30.000	PIE	CENTRAL FV JUAZEIRO SOLAR III SPE LTDA	Juazeiro	BA
Juazeiro Solar IV	19/12/18	30.000	28.000	PIE	CENTRAL FV JUAZEIRO SOLAR IV SPE LTDA	Juazeiro	BA
Assuruá	06/02/18	30.520	30.520	PIE	SPE ASSURUA GERADORA DE ENERGIA SOLAR	Itaguaçu da Bahia	BA
BJL 11	12/05/18	20.000	20.000	PIE	BJL11 SOLAR S.A.	Bom Jesus da Lapa	BA
BJL 4	07/12/18	20.000	20.000	PIE	BJL4 SOLAR S.A.	Bom Jesus da Lapa	BA
Lapa 3	30/06/17	30.000	30.000	PIE	Enel Green Power Nova Lapa Solar S.A	Bom Jesus da Lapa	BA
Tauá	01/07/11	5.000	5.000	REG	TAUA GERACAO DE ENERGIA LTDA.	Tauá	CE
Apodi I	28/11/18	33.000	33.000	PIE	APODI I ENERGIA SPE S/A	Quixeré	CE
Apodi II	28/11/18	33.000	33.000	PIE	APODI II ENERGIA SPE S/A	Quixeré	CE
Apodi III	28/11/18	33.000	33.000	PIE	APODI III ENERGIA SPE S/A	Quixeré	CE
Apodi IV	28/11/18	33.000	33.000	PIE	APODI IV ENERGIA SPE S/A	Quixeré	CE
Central Mineirão	25/04/14	1.418,40	1.418,40	REG	CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A	Belo Horizonte	MG
Vazante 1	16/12/17	27.000	27.000	PIE	Vazante I Energias Renováveis S.A.	Pirapora	MG
Vazante 2	07/12/17	27.000	27.000	PIE	Vazante II Energias Renováveis S.A.	Pirapora	MG
Vazante 3	07/12/17	27.000	27.000	PIE	Vazante III Energias Renováveis S.A.	Pirapora	MG
Pirapora 2	18/05/16	30.000	30.000	PIE	PIRAPORA II ENERGIAS RENOVAVEIS S.A.	Pirapora	MG
Pirapora 3	04/05/18	30.000	30.000	PIE	PIRAPORA III ENERGIAS RENOVAVEIS S.A.	Pirapora	MG
Pirapora 4	04/05/18	30.000	30.000	PIE	PIRAPORA IV ENERGIAS RENOVAVEIS S.A.	Pirapora	MG
Pirapora 5	26/09/17	30.000	30.000	PIE	Pirapora V Energias Renováveis S.A	Pirapora	MG

Pirapora 6	06/10/17	30.000	30.000	PIE	Pirapora VI Energias Renováveis S.A	Pirapora	MG
Pirapora 7	26/09/17	30.000	30.000	PIE	Pirapora VII Energias Renováveis S.A	Pirapora	MG
Pirapora 9	26/09/17	30.000	30.000	PIE	Pirapora IX Energias Renováveis S.A	Pirapora	MG
Pirapora 10	26/09/17	30.000	30.000	PIE	Pirapora X Energias Renováveis S.A.	Pirapora	MG
Paracatu 3	09/01/19	33.000	33.000	PIE	SOLAIRE PARACATU III ENERGIA SOLAR SPE	Paracatu	MG
Paracatu 4	09/01/19	33.000	33.000	PIE	SOLAIRE PARACATU IV ENERGIA SOLAR SPE	Paracatu	MG
Paracatu 1	09/01/19	33.000	33.000	PIE	SOLAIRE PARACATU I ENERGIA SOLAR SPE	Paracatu	MG
Paracatu 2	09/02/19	33.000	33.000	PIE	SOLAIRE PARACATU II ENERGIA SOLAR SPE	Paracatu	MG
Guimaranã 1	12/12/18	31.000	31.000	PIE	GUIMARANIA I SOLAR SPE LTDA	Guimaranã	MG
Guimaranã 2	12/12/18	31.000	31.000	PIE	GUIMARANIA II SOLAR SPE LTDA	Guimaranã	MG
Coremas I	01/02/19	27.000	27.000	PIE	COREMAS I GERAÇÃO DE ENERGIA SPE S.A	Coremas	PB
Coremas II	16/10/18	27.000	27.000	PIE	COREMAS II GERAÇÃO DE ENERGIA SPE S.A	Coremas	PB
Angico I	29/09/18	27.200	27.200	PIE	Angico Energias Renováveis Ltda	Malta	PB
Malta	27/10/18	27.200	27.200	PIE	Malta Energias Renováveis Ltda	Malta	PB
Nova Olinda 8	09/12/17	30.000	30.000	PIE	Enel Green Power Nova Olinda Norte Solar S.A	Ribeira do Piauí	PI
Nova Olinda 9	09/12/17	30.000	30.000	PIE	Enel Green Power Nova Olinda Norte Solar S.A	Ribeira do Piauí	PI
Nova Olinda 10	09/12/17	30.000	30.000	PIE	Enel Green Power Nova Olinda B Solar S.A	Ribeira do Piauí	PI
Nova Olinda 11	09/12/17	30.000	30.000	PIE	Enel Green Power Nova Olinda B Solar S.A	Ribeira do Piauí	PI
Nova Olinda 12	09/12/17	30.000	30.000	PIE	Enel Green Power Nova Olinda C Solar S.A	Ribeira do Piauí	PI
Nova Olinda 13	09/12/17	30.000	30.000	PIE	Enel Green Power Nova Olinda C Solar S.A	Ribeira do Piauí	PI
Nova Olinda 14	09/12/17	30.000	30.000	PIE	Enel Green Power Nova Olinda Sul Solar S.A	Ribeira do Piauí	PI
Sertão 1	09/09/17	30.000	30.000	PIE	SERTÃO I SOLAR ENERGIA SPE S.A.	João Costa	PI
Sobral 1	09/09/17	30.000	30.000	PIE	Sobral I Solar Energia SPE Ltda	São João do Piauí	PI
Solar Alto do Rodrigues	14/05/14	1.100	1.100	REG	PETRÓLEO BRASILEIRO S A PETROBRAS	Alto do Rodrigues	RN
Floresta III	23/12/17	22.000	22.000	PIE	SOLAIRE FLORESTA III ENERGIA SOLAR S.A	Areia Branca	RN
Assú V	23/12/17	30.000	30.000	PIE	CENTRAL FOTOVOLTAICA ASSU V LTDA	Açu	RN
Floresta II	23/12/17	32.000	32.000	PIE	SOLAIRE FLORESTA II ENERGIA SOLAR SPE	Areia Branca	RN
Floresta I	23/12/17	32.000	32.000	PIE	SOLAIRE FLORESTA I ENERGIA SOLAR SPE	Areia Branca	RN
Nova Aurora	31/03/14	3.068,23	3.068,23	REG	ENGIE BRASIL ENERGIA S.A.	Tubarão	SC
MEGAWATT SOLAR	24/06/14	930	930	REG	ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S/A	Florianópolis	SC
Tanquinho	2013	1.082	1.082	REG	SPE CPFL SOLAR 1 ENERGIA S.A.	Campinas	SP
Guaimbé 1	13/03/18	30.000	30.000	PIE	GUAIMBÉ I PARQUE SOLAR S.A.	Guaimbé	SP
Guaimbé 2	06/02/18	30.000	30.000	PIE	GUAIMBÉ II PARQUE SOLAR S.A.	Guaimbé	SP
Guaimbé 3	03/10/18	30.000	30.000	PIE	GUAIMBÉ III PARQUE SOLAR S.A.	Guaimbé	SP
Guaimbé 4	26/04/18	30.000	30.000	PIE	GUAIMBÉ IV PARQUE SOLAR S.A.	Guaimbé	SP
Guaimbé 5	13/04/18	30.000	30.000	PIE	GUAIMBÉ V PARQUE SOLAR S.A.	Guaimbé	SP

Fonte: BIG/ANEEL. Disponível em:  
<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/GeracaoTipoFase.asp>

## 2.6 Fatores para expansão da Energia Solar FV no Brasil

Desde o final de 2012, a energia solar no Brasil se tornou uma opção para os consumidores gerarem a sua própria energia elétrica. A queda de preços da tecnologia e a oferta



de incentivos e linhas de financiamento proporcionaram ao setor de energia solar, mais de 48mil instalações de sistemas fotovoltaicos conectados à rede (On-Grid) (BIG/ANEEL, 2018).

Entretanto, existem fatores que podem proporcionar uma maior expansão no setor. Neste item será abordado os benefícios do sistema solar FV na esfera socioeconômica, ambiental e estratégica, a redução dos preços dos painéis e inversores, a tecnologia e produção nacional e a capacitação geração de empregos no setor.

#### 2.4.2.2 Benefícios dos sistemas solares fotovoltaicos

Documentos internacionais reportam para o ano de 2050 que 50% da geração de energia no mundo virão de fontes renováveis. Dessa demanda, 25% serão supridos pela energia solar fotovoltaica. Cita-se que até o fim deste século, 90% da energia será renovável, das quais 70% serão fotovoltaicas. Portanto, esses números aplicados ao Brasil seria de se supor que indicam que haverá um crescimento da geração de eletricidade por tecnologia fotovoltaica. Estima-se que a eólica também experimentará crescimentos vertiginosos, certamente com participação acima da energia hidroelétrica, que atualmente domina a matriz energética brasileira (CGEE 2010). Além disso, esse aumento de penetração da energia solar trará incontáveis benefícios à sociedade, em diversas esferas, conforme apresenta a Tabela 2.8.

Tabela 2.9 – Benefícios a sociedade em diversas esferas.

Esfera de atuação	Benefícios
Socioeconômica	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Geração de empregos locais de qualidade</li> <li>✓ Atração e criação de uma nova cadeia produtiva para o país (tecnologia);</li> <li>✓ Redução do uso de linhas de transmissão, reduz as perdas;</li> <li>✓ Aquecimento da economia local, regional e nacional.</li> </ul>
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Geração de energia limpa, renovável e sustentável;</li> <li>✓ Contribuição para as metas de redução de emissões do país;</li> <li>✓ Não emissão de gases, líquidos ou sólidos durante a operação;</li> <li>✓ Não geração de ruídos, por não possuir partes móveis.</li> </ul>
Estratégica	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diversificação da matriz elétrica e energética brasileira;</li> <li>✓ Ampliação do uso de energias renováveis no país, inclusive com sistemas híbridos;</li> <li>✓ Aumento da segurança energética.</li> </ul>

### 2.4.2.3 Redução dos preços dos equipamentos e fabricação do sistema

O custo do sistema de placas fotovoltaicas e inversores e o preço da energia gerada por essa fonte, durante muitos anos, foi motivo e principal razão da baixa penetração da energia solar no País. Entretanto, devido a capacidade produtiva mundial de células FV, incentivos governamentais e aumento da demanda, nos últimos anos houve uma queda acentuada. A Figura 2.12 apresenta o histórico dos preços de células fotovoltaicas de silício em US\$ por watt, nas últimas 4 décadas. Graças a uma série de tecnologia de ponta e ao aumento da produção, os custos dos painéis solares caíram drasticamente, atualmente o custo chega até US\$ 0,30 W.

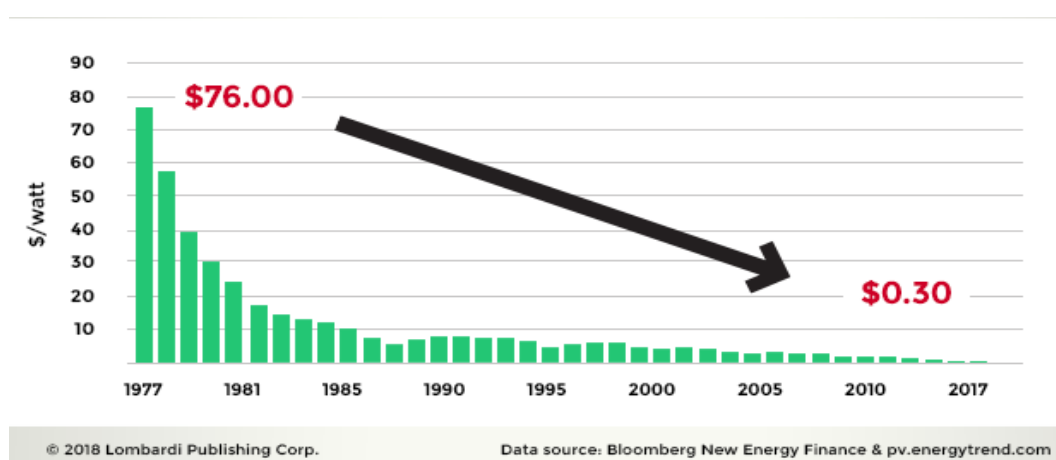


Figura 2.13 - Histórico de preços de células fotovoltaicas de silício em US\$ por watt  
Fonte: Bloomberg. New Energy Finance & pv.energytrend.com

Mesmo com o domínio da China na produção de placas FV no mercado internacional, empresas brasileiras estão apostando no crescimento do mercado nacional, investindo na produção e na tecnologia de módulos e inversores. A Tabela 2.9 apresenta as empresas brasileiras fabricantes de módulos fotovoltaicos.

Tabela 2.10 – Empresas brasileiras fabricantes de módulos fotovoltaicos

Fabricante	Cidade
Balfar Solar	Paranavaí/PR
Minasol	Araguari/MG
Globo Brasil	Valinhos/SP
Multisolar	Osasco/SP

#### 2.4.2.4 Capacitação solar para geração de empregos

Identificado o interesse e o crescimento pelo sistema solar fotovoltaico no país, a expansão contribui diretamente para o aumento de empregos em toda cadeia produtiva. Neste contexto o setor necessita qualificar profissionais de nível técnico e superior, com mão de obra especializada nas diferentes tecnologias de energia FV, bem como o conhecimento da legislação vigente. O setor envolve instalação, fabricação, vendas e distribuição, desenvolvimento de projetos, operação e manutenção do sistema.

Segundo a ABSOLAR/2018 o setor poderá gerar de 25 a 30 empregos diretos para cada MW instalado por ano. Nesse contexto é necessário a parceria de instituições como por exemplo, o SENAI, escolas técnicas e universidades.

No Brasil, o SENAI juntamente com empresas privadas tem realizado vários cursos para capacitação em energia solar FV, cursos direcionados à projetistas de sistemas conectados à rede, sistemas híbridos e com baterias, projetistas de usinas fotovoltaicas de mini e microgeração. A procura por cursos *online* também tem apresentado um expressivo número, inclusive na troca de experiência. A internet disponibiliza vários cursos, experiências e informações, inclusive canais de youtubers sobre o assunto. Em parceria, órgãos públicos, universidades e associações tem realizado, nos últimos anos, workshops, palestras e congressos sobre o tema informando sobre os aspectos da energia solar no país técnico e acerca da legislação

É importante também destacar para o setor a capacitação de gestores públicos para a gestão de energia de uma edificação pública, tema que será abordado no capítulo 3.

### **3 GERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS**

Neste capítulo serão abordadas informações sobre energia solar fotovoltaica no Brasil dando ênfase a sua inserção em prédios públicos, fazendo um panorama da geração distribuída em energia solar fotovoltaica instaladas por Estado e um comparativo entre o total instalado no país em relação aos instalados em prédios públicos. Também será abordado a questão de eficiência energética, etiquetagem e conscientização de usuários de energia.

Este capítulo faz necessário para viabilizar o objeto de estudo.

#### **3.1 Contextualização**

As edificações, em sua função básica de abrigo para o homem, têm como um de seus objetivos a promoção de um ambiente interno confortável para o usuário, isso também é refletido quando se trata do ambiente de trabalho. A definição de conforto abrange as variáveis térmicas, visuais, acústicas e de qualidade do ar. Neste sentido, cabe ao edifício amenizar os climas severos ou proporcionar ambientes tão confortáveis quanto o ambiente externo, em climas amenos. (PNEE/MME - 2012)

Nos tempos atuais, é importante ter consciência sobre as questões energética e ambiental, principalmente, dentro de uma edificação pública, de forma a assegurar a melhor utilização da energia distribuída. Obter o melhor desempenho na produção de um serviço com o menor gasto de energia possível é a base do conceito de eficiência energética.

O governo federal possui ações e programas de forma a orientar os gestores a tornarem as edificações públicas mais eficientes, estabelecendo diretrizes de novos padrões de consumo de energia no ambiente de trabalho, mencionado no capítulo 2. Uma das ações voltadas para a eficiência nas edificações públicas é a introdução de sistemas solares fotovoltaicos.

Vale destacar que a partir de junho de 2014, todos os prédios públicos federais construídos ou passando por retrofit precisam atingir nível A na etiquetagem de eficiência PBE edifica. Torna-se obrigatório adotar providências para adotar boas práticas de gestão de energia elétrica

#### **3.2 Geração fotovoltaica em prédios públicos no Brasil**

Conforme apresentado no capítulo 2, o Brasil possui uma matriz energética diversificada. Com a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, atualizada pela Resolução Normativa nº 687/2015, o consumidor pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada, inclusive fornecer a energia excedente para a rede de distribuição local. Essa nova resolução fez distinção da geração distribuída em microgeração distribuída, para as centrais geradoras com potência instalada de até 75 KW e minigeração distribuída com potência

instalada acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW. O processo de adesão dá-se início por meio de um cadastro junto a concessionária, que posteriormente alimenta o Banco de Informações de Geração (BIG) da ANEEL.

O banco de dados identifica e cadastra conforme a classe de consumo informada, residencial, industrial, rural, de serviços, setor público, comercial e iluminação pública.

A Figura 3.1 apresenta a localização geográfica e o quantitativo atual das unidades consumidoras de geração distribuída existentes no Brasil, denominada de Central Geradora Solar Fotovoltaica (UFV), Usinas Termelétricas (UTE), Central Geradora Hidrelétrica (CGH) e Central Geradora Eólica (EOL). Os dados referem-se ao mês de novembro de 2018. Atualmente, a potência instalada de geração distribuída dessas unidades no país representa 556.849,37 KW de potência outorgada (BIG/ANEEL).

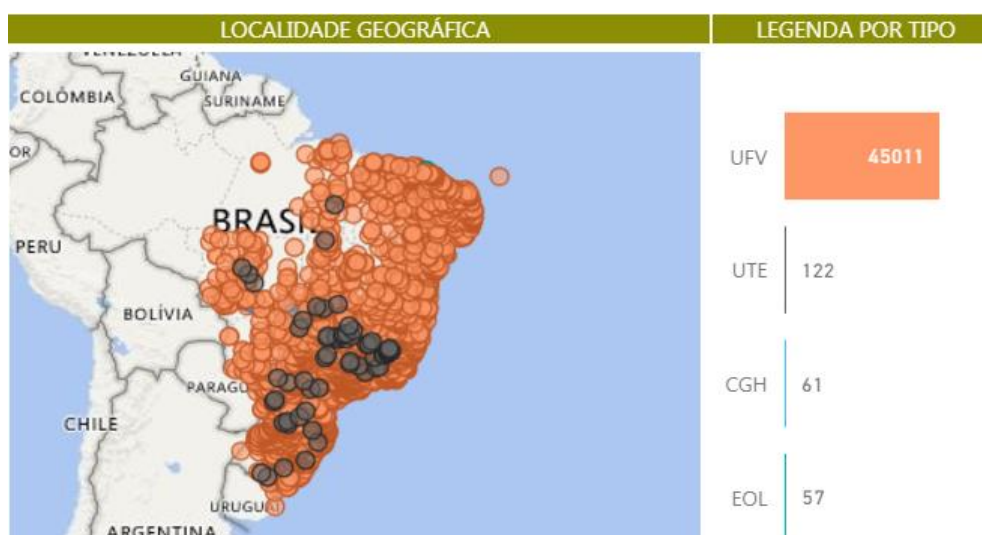


Figura 3.1 - Localização geográfica das unidades consumidoras de geração distribuída existentes no Brasil.

Fonte: BIG/ANEEL<sup>4</sup>.

Segundo dados do BIG, a inserção da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil teve início em 2007, na classe residencial, com potência de 0,50 kW, ou seja, microgeração, e, posteriormente, em maior adesão a partir de 2015, conforme disposto na Tabela 3.1. Atualmente o Brasil possui 45.011 unidades consumidoras com geração distribuída do tipo Central Geradora Solar Fotovoltaica (UFV), apresentado na Figura 3.1 e também, na Tabela 3.2, esse número refere-se

<sup>4</sup> Dados BIG/ANEEL. Disponível em:

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaZjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjViLTl1MjItN2E5MzBkN2ZlMzVklIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>

as unidades cadastradas nas modalidades de geração na própria Unidade Consumidora (UC), autoconsumo remoto, geração compartilhada e múltiplas (UC). Desse número, 54.916 recebem créditos, conforme previsto na Resolução ANEEL nº 687/15, totalizando 455.515,80 kW, valores correspondentes em todas as classes de consumo (comercial, iluminação pública, industrial, poder público, residencial, rural e serviço público).

Tabela 3.1 – Situação anual de adesão de geração distribuída por fonte solar fotovoltaica em todas as classes de consumo.

Ano	Quantidades	Quantidade de UCs que recebem os créditos	Potência (kW)
2007	1	1	0,50
2008	1	1	3,96
2009	0	0	0
2010	0	0	0
2011	11	14	44,43
2012	3	3	411,30
2013	52	65	1.396,66
2014	283	309	2.424,00
2015	1.428	1.647	9.521,94
2016	6.604	7.446	48.564,55
2017	13.549	16.026	121.063,93
2018	23.079	29.404	272.084,50
Total	45.011	54.916	455.515,80

<http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/VerGD.asp>. Acesso em novembro/2018.

Tabela 3.2 – Unidades consumidoras com geração distribuída por tipo de geração na modalidade (Geração na própria UC, autoconsumo remoto, geração compartilhada e múltiplas UC)

Unidades consumidoras com geração distribuída			
Tipo	Quantidade	Quantidade de UCs que recebem os créditos	Potência Instalada (kW)
Central Geradora Hidrelétrica (CGH)	61	7.422	55.719,08
Central Geradora Eólica (EOL)	57	100	10.314,40
Central Geradora Solar Fotovoltaica (UFV)	45.011	54.916	455.507,27
Usina Termelétrica (UTE)	122	513	35.300,12
Total	45.251	62.951	556.840,87

Fonte: BIG/ANEEL

Em referência ao objeto de estudo, classe de consumo – **Poder público**, nota-se que o valor ainda é inexpressivo. Atualmente 339 unidades consumidoras foram cadastradas como poder público e fizeram adesão a geração de energia solar fotovoltaica (UFV), com potência total de 15.514,67kW (cadastradas na ANEEL na modalidade geração na própria UC), conforme pode ser verificado na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Unidades consumidoras com geração distribuída por classe de consumo  
– Geração na própria UC

Unidades consumidoras com geração distribuída – Geração na própria UC				
Classe de Consumo	Quantidade	Quantidade de UCs que recebem os créditos	Potência Instalada (kW)	%
Comercial	7.512	18.784	254.141,11	17
Iluminação pública	6	6	57,50	0
Industrial	1.212	1.532	69.629,47	3
Poder público	339	534	15.514,67	1
Residencial	34.195	38.834	163.185,21	75
Rural	1.937	3.207	52.671,00	4
Serviço Público	50	54	1.641,91	0
Total	45.251	62.951	556.840,87	100

Dados: BIG/ANEEL, consulta em 12/11/2018.

### 3.3 Geração FV nos Estados Brasileiros

Como apresentado no capítulo 2, Minas Gerais é o estado que mais aderiu a geração de energia solar FV, no Gráfico 3.1 destaca-se MG e SP, em todas as classes de consumo, apresentando o maior número de unidades consumidoras com geração solar em funcionamento. O gráfico 3.2, mostra as adesões na classe Poder Público, o número é expressivo em MG e GO. O Gráfico 3.3 apresenta o percentual de unidades consumidoras em FV por quantitativo (a) e por capacidade instalada (b). Observa-se que a região sudeste apresenta o maior valor percentual.

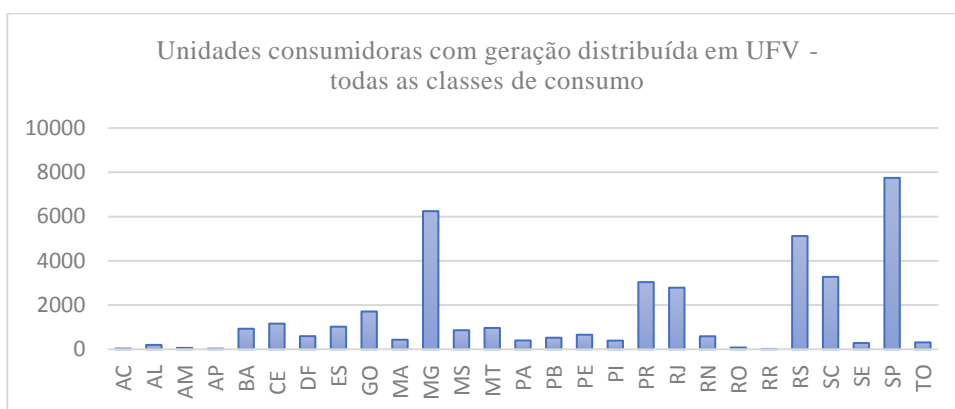


Gráfico 3.1 - Unidades consumidoras com geração distribuída em todas as classes de consumo  
Fonte: ANEEL. Acesso em novembro/2018.

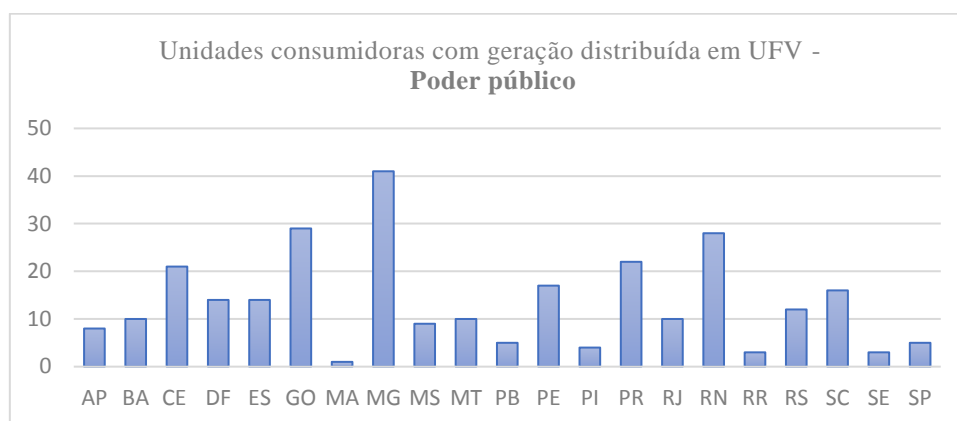


Gráfico 3.2 - Unidades consumidoras com geração distribuída apenas no Poder público por Estado.  
Fonte: ANEEL. Acesso em novembro/2018.

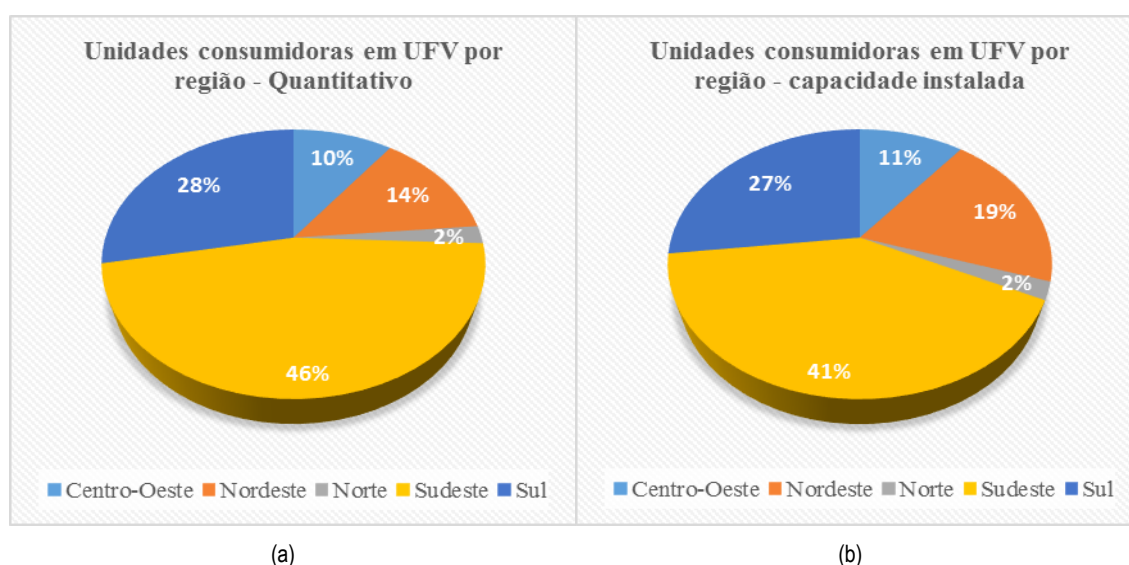


Gráfico 3.3 – Unidades consumidoras em UFV (a) Quantitativo e (b) Capacidade instalada por região.

Segundo dados da CEB/2018, o setor público do DF representa cerca de 23% de toda a energia elétrica consumida no DF.

Atualmente o DF apresenta 642 unidades consumidoras com geração distribuída em UFV instaladas<sup>5</sup>, totalizando 8.798,78 KW de potência instalada, em todas as classes de consumo, conforme mostra o Gráfico 3.4(a). Desse número, o Poder público representa apenas 15 unidades, um percentual pequeno de 2%, entretanto, no que se refere a potência instalada, representa 21%.



As residências têm apresentado o maior número de geração instalada, com 85% em quantidade, mas somente 36% em capacidade instalada.

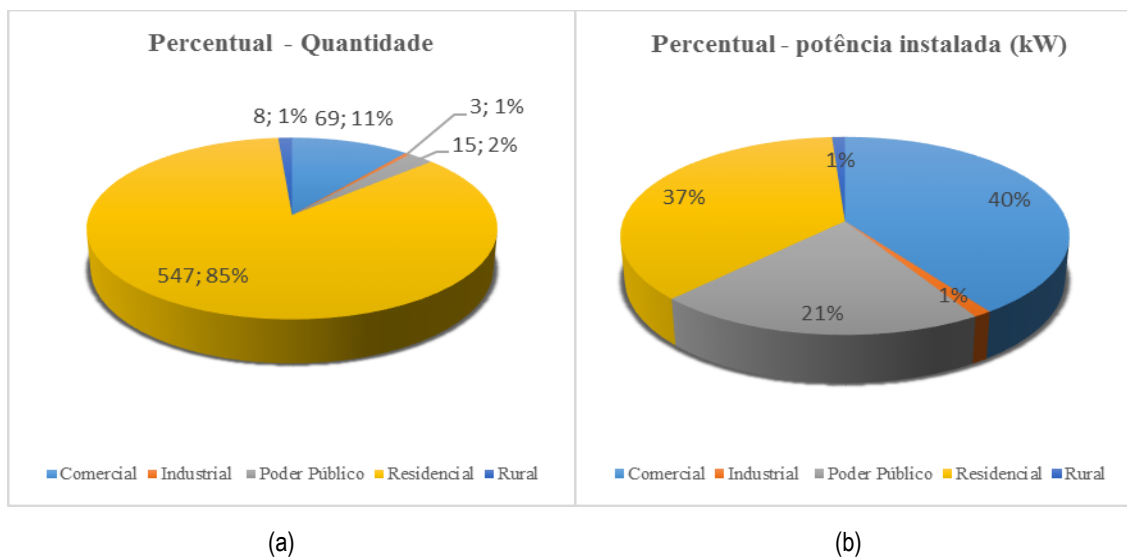


Gráfico 3.4 - Unidades consumidoras com instalação de FV no DF (a) Percentual de quantidade e (b) de potência instalada.

### 3.4 Unidades Consumidoras com geração distribuída em UFV - Poder Público - DF

As 15 unidades consumidoras com geração distribuída em UFV cadastradas como Poder Público no DF, representa 1.725,23 kW de potência. A potência dessas unidades variam de 2,56 a 496,80 kW, micro e minigeração. A Figura 3.2 apresenta a localidade geográfica de 9 unidades. (BIG/ANEEL).



Figura 3.2 – Localização geográfica em UFV no DF.

O Gráfico 3.5 apresenta a participação do poder público no consumo de energia elétrica da concessionária acumulado no ano – 2017, dessa fatia 10% é da classe poder público.

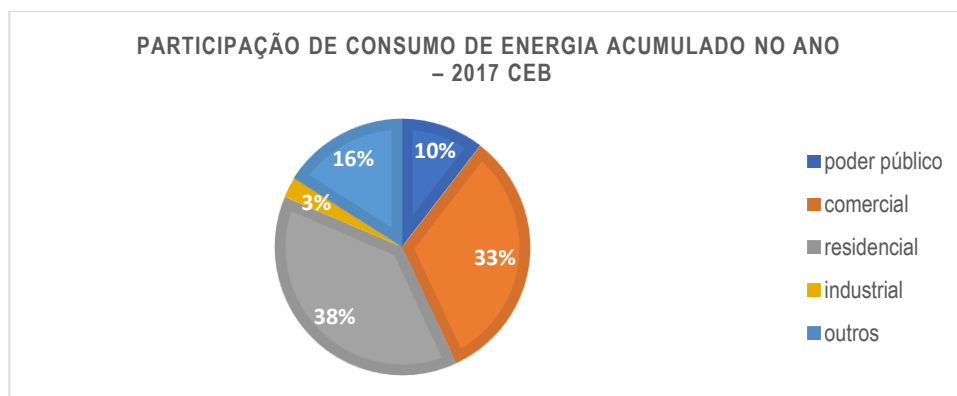


Gráfico 3.5 - Participação de consumo de energia acumulado no ano – 2017.  
Fonte: CEB/2017.

O número de consumidores atendidos pela CEB em 2017 foi de 1.056.773, apresentando um aumento de 2% em relação a 2016. Esta variação foi menor do que a verificada em 2016, quando o crescimento foi de 2,4% mantendo-se abaixo do crescimento histórico (2006-2016) cerca de 3,3%. Em números absolutos, a concessionária aumentou o número de clientes em 20.825, em 2017. Destaca-se que destes novos clientes, 18.646 são residenciais (89,54%), 1.715 comerciais (8,24%) e 388 compoem-se a classe poder público (1,86%). A variação do número de consumidores da classe comercial foi mais significativa em 2017 do que em 2016, quando a participação foi de somente 0,97%. No entanto, a entrada de novos consumidores não foi acompanhada pelo crescimento no consumo da classe comercial. Em 2017, a CEB forneceu 5.702,596 GWh. O gráfico apresenta o quantitativo de clientes atendidos pela CEB.

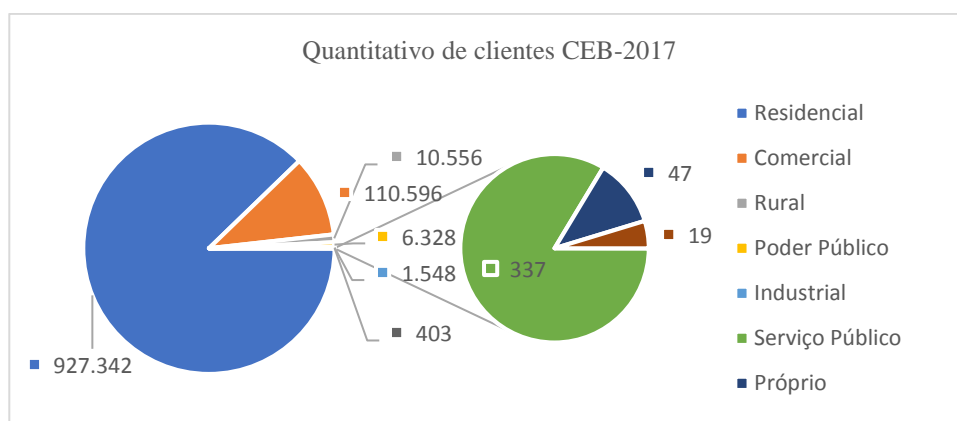


Gráfico 3.6 - Número de consumidores atendidos CEB - Relatório CEB/2017

A seguir informações de algumas unidades consumidoras que fizeram adesão a geração UFV, no DF:

### 1) TSE

O Tribunal Superior Eleitoral, por meio do plano de logística sustentável 2015-2020, tem desde o final de 2017, conforme BIG/ANEEL, geração de energia solar em suas estruturas (Figura 3.3). A ação é um exemplo do alinhamento da Gestão socioambiental com o Planejamento Estratégico do Poder Judiciário. O sistema apresenta 3.080 módulos de 325 Wp potência, com capacidade total de 900kW e *payback* estimado de 6 anos.

Segundo dados do TCU, a instalação da usina atende à recomendação para adoção de práticas de sustentabilidade prevista nas Resoluções nº 201 do Conselho Nacional de Justiça (CNJ) e nº 23.474/2016 e nº 23.505/2016 do TSE, sendo esta última a que instituiu o Plano de Logística Sustentável (PLS) do TSE.

Segundo o CNJ, de dezembro de 2017 a abril de 2018, a usina gerou cerca de 700 mil kWh, energia suficiente para abastecer, por um mês, mil casas de classe média (com ar-condicionado, equipamentos elétricos típicos, chuveiros elétricos, etc.), o que representa uma economia efetiva estimada de R\$ 350 mil.



Figura 3.3 – Geração de energia solar FV no TSE/ Brasília, imagem via satélite.  
Fonte: Google Earth Pro/2018.

### 2) CONFEA

O Conselho Federal de Engenharia e Agronomia também fez adesão ao sistema de geração solar fotovoltaica na edificação situada na SEP 508 (Figura 3.4). O processo teve início em outubro de 2017 e término em dezembro do mesmo ano. Com capacidade de 100,32 kWp de

potência, o sistema de geração instalado possui 304 placas de 330Wp conectados a 4 (quatro) inversores, com *payback* estimado de 6 (seis) anos. A instalação procurou seguir a estrutura do terraço de forma curvilínea, procurando integrar a arquitetura da edificação.



Figura 3.4 – Geração de energia solar no CONFEA/Brasília-DF. Fonte: Google Earth Pro/2018

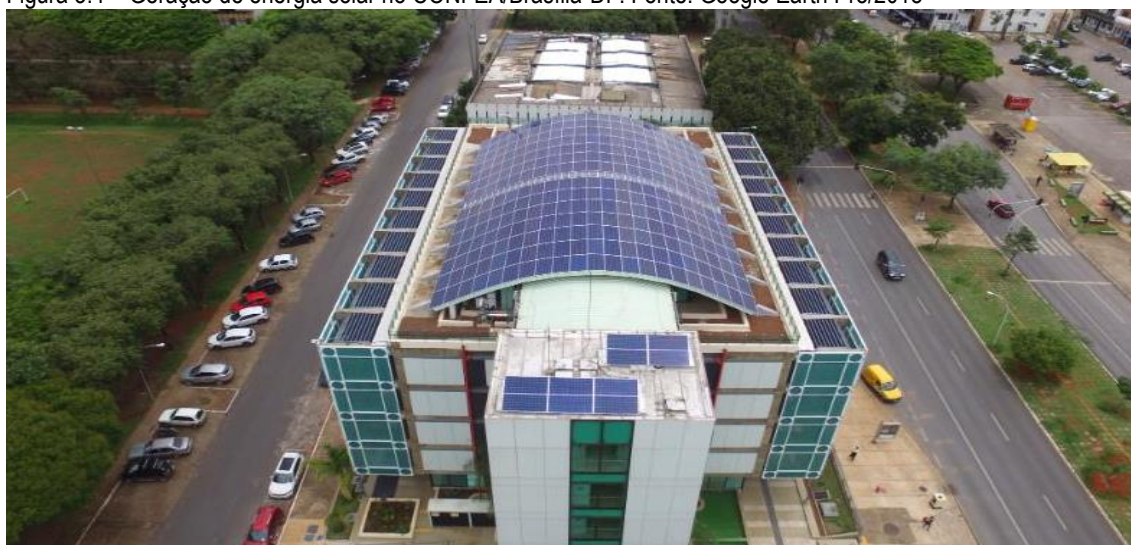


Figura 3.5 – UFV na CONFEA/Brasília-DF Fonte: CONFEA



Figura 3.6 – Inversores. Fonte: CONFEA.

O sistema possui o monitoramento Sices, sendo que o Gráfico 3.5 apresenta uma análise comparativa de consumo da edificação em 2017, sem o sistema, e, em 2018, com o sistema. O Gráfico 3.6 apresenta uma análise financeira comparando as faturas de energia elétrica nos anos de 2017 e 2018. Tais resultados indicam o bom desempenho do sistema.

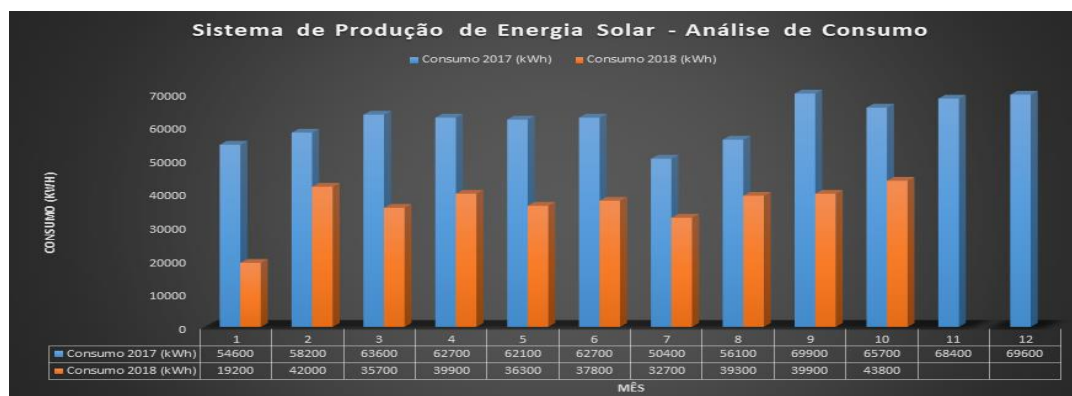


Gráfico 3.7- análise comparativa de consumo da edificação em 2017, sem o sistema e em 2018, com o sistema.

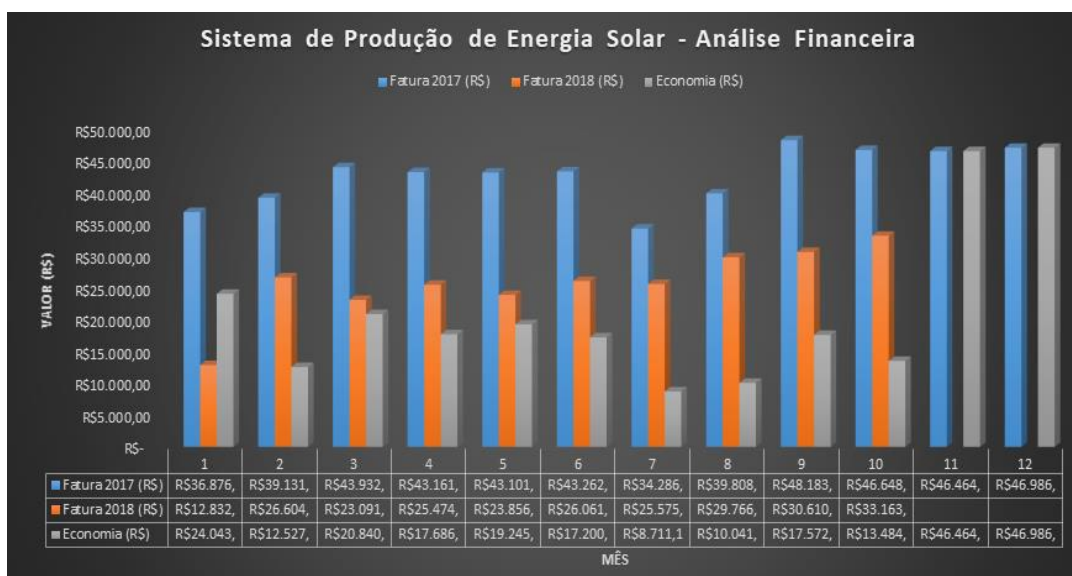


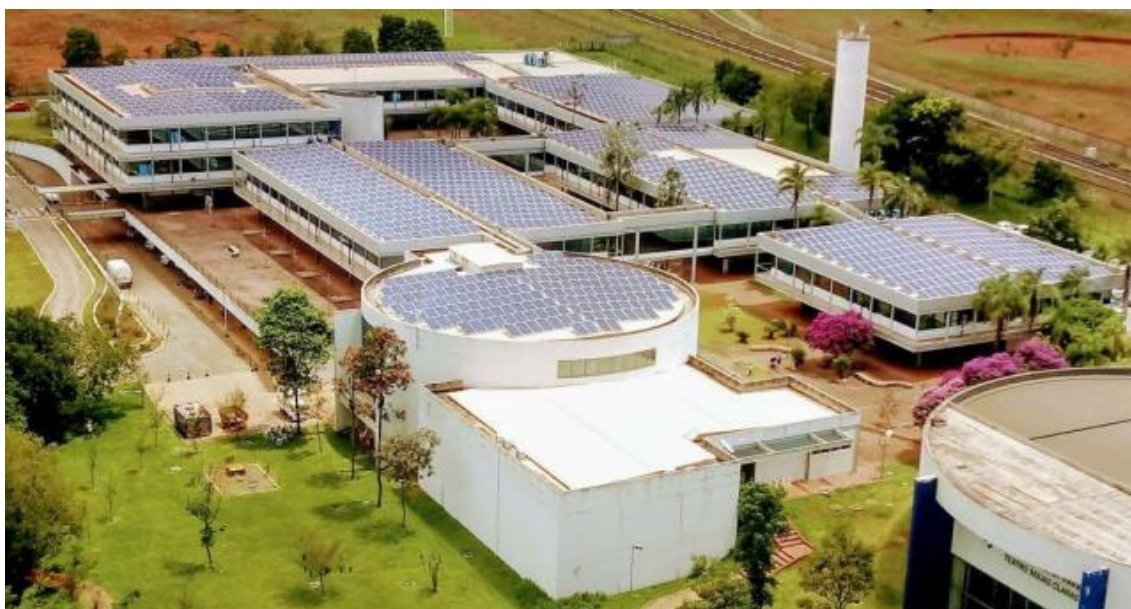
Gráfico 3.8 - análise financeira comparando as faturas de energia elétrica nos anos de 2017 e 2018.

### 3) CAESB

A Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, situada em Águas Claras-DF, fez a adesão à geração de energia solar fotovoltaica, em julho de 2018. Praticamente todas as edificações receberam placas solares, um total de 2.188 placas de 325 Wp de potência cada, Figura 3.7. O sistema instalado tem capacidade total de 700kWp de potência e tem *payback* previsto de 5,6 anos.



(a)



(b)

Figura 3.7 – Geração UFV nas instalações da CAESB /Águas Claras-DF.  
Fonte: Google Earth(a) e Caesb (b)

#### 4) ANEEL

A Agência Nacional de Energia Elétrica inaugurou em junho/2018 uma usina solar em sua edificação como projeto de eficiência energética. O sistema tem capacidade de 496,80kW de potência instalada, contando com 1.760 painéis de 1,65m<sup>2</sup> de 282 kWp (Figura 6). Cada conjunto de 96 módulos foi conectado em um inversor, de modo a conferir modularidade e confiabilidade. Segundo o órgão, o contrato permitiu a inclusão desta instalação no âmbito do Projeto de Eficiência Energética (PEE) da CEB. O processo consiste em a CEB aplicar os recursos no projeto

e à medida que a usina gera energia, e reduz a fatura de energia, a concessionária é reembolsada. O acordo entre as partes será honrado até amortizar todo o investimento que, posteriormente, poderá ser aplicado em outros projetos.



Figura 3.8 – Instalações de geração solar na ANEEL/Asa Norte – DF. Fonte: Google Earth Pro/Nov./18.

## 5) MME

O Ministério de Minas e Energia, em parceria com a Associação Brasileira de Energia Solar (ABSOLAR), instalou em sua cobertura, em novembro de 2016, o primeiro sistema solar fotovoltaico da Esplanada dos Ministérios, uma usina solar conectada à rede elétrica, com potência de 50kWp. O investimento de R\$ 500 mil foi viabilizado pela ABSOLAR e seus associados, sem ônus para o MME. O sistema consiste na instalação de 192 módulos solares padrões de 1600 x 999 mm, com 3 inversores, sendo 2 de 15kWp e 1 de 20 kWp. Segundo informações do MME o sistema gera aproximadamente 7% a 10% do consumo predial, nos horários de pico. As Figuras 3.9 (a), (b) e (c) ilustram a disposição dos painéis na cobertura da edificação pela arquitetura e disponibilidade de espaço na cobertura do MME.



(a)



(b)



(c)

Figura 3.9 - Vista aérea do bloco U – Usina solar fotovoltaica na Esplanada dos Ministérios, fase de instalação (a), (b) e (c) Estruturas de concreto (acesso a cobertura, caixa d'água, casa de máquinas e instalação dos inversores e sistema de monitoramento da usina).

A usina instalada possui monitoramento *online* da Solar Energy do Brasil em que se permite acompanhar as diversas grandezas como potência gerada, potência exportada, históricos de geração, além de economia em R\$, quantidade de CO<sub>2</sub> evitadas etc. (Figura 3.10).



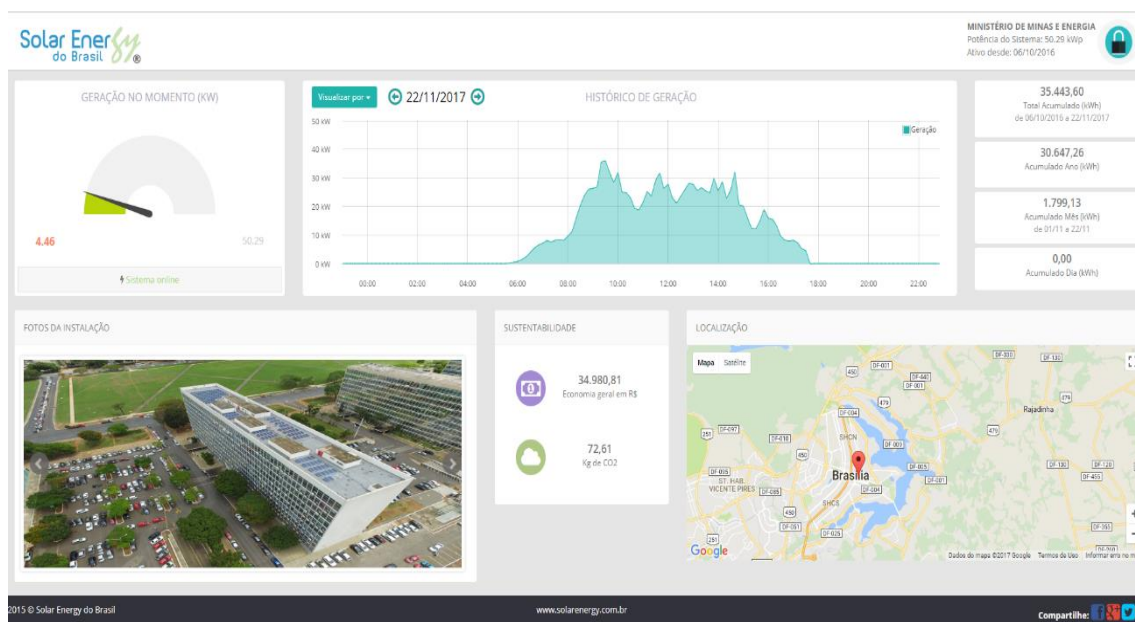


Figura 3.10 - Usina Solar MME – Esplanada dos Ministérios (Monitoramento *online* - Solar Energy do Brasil).

## 6) FNDE

O Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional fez adesão a geração em energia solar em 2015. Situado no Setor de Armazenagem e Abastecimento Norte (SAAN), em Brasília-DF, o sistema tem potência instalada de 103,5 kW, possui 414 placas solares de 250Wp, distribuídos em cinco inversores (Figura 3.11).



Figura 3.11 - Fonte: MTEC Energia/FNDE

O processo iniciou-se em 2013, por meio de um termo de referência, tendo sua publicação no [comprasnet.gov.br](http://comprasnet.gov.br), em maio de 2014. Segundo informações do FNDE, o interesse se deu baseado na resolução nº 482/2012 e na IN 01 de 2010 SLTI/MPOG que dispõe “sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela

*Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências*". Segundo dados do órgão, o sistema tem produção diária de 652,05 kWh gerando para o órgão uma economia mensal aproximada de R\$6.200,00.

## 7) INEPE

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais fez adesão ao sistema no momento em que escolheu a edificação, segundo informações do órgão a edificação é particular e já possuía 340 placas solares instaladas. O edifício é certificado LEED Gold, atendendo a padrões elevados de sustentabilidade e políticas direcionadas para a preservação do meio ambiente. Além da usina fotovoltaica, instalada no primeiro semestre de 2016, com capacidade de 105kWp, a edificação faz aproveitamento de águas pluviais, possui uma central de triagem de resíduos, bem como um circuito independente de luminárias, vagas preferenciais para automóveis com baixa emissão de CO<sub>2</sub>, monitoramento de água e energia, além de diversas práticas comportamentais de sustentabilidade (Figura 3.12).

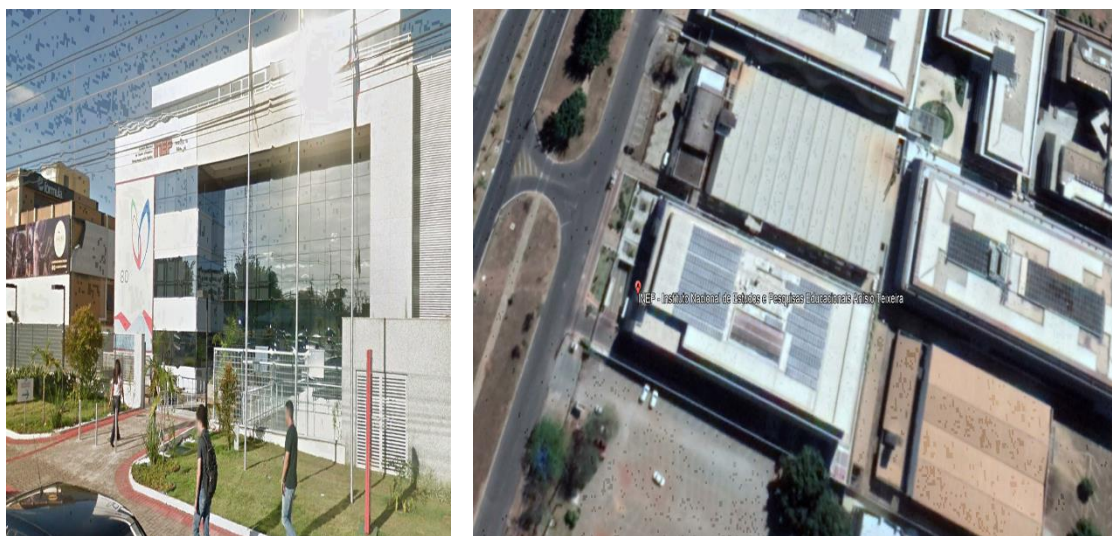


Figura 3.12 - INEPE com geração solar. Fonte: Google Earth/2018

Segundo informações do Grupo Orion, empresa responsável pela edificação, a área total ocupada pelas placas é de aproximadamente 700 m<sup>2</sup>. A economia até hoje, quando analisada através de outros parâmetros, corresponde a: 215 toneladas de CO<sub>2</sub>, 5.540 árvores, 1.431,124 km rodados.

## 8) SEDESTMIDH

A Secretaria de Trabalho, Desenvolvimento Social, Mulheres, Igualdade Racial e Direitos Humanos situada no Setor Complementar de Indústria e Abastecimento – SCIA/DF fez aquisição de placas solares para desenvolver o Programa Fábrica Social que tem por finalidade oferecer cursos para capacitação de pessoas em instalação e manutenção de sistemas fotovoltaicos. O projeto integra o Programa Brasília Solar que foi criado para impulsionar a qualificação profissional de pessoas para trabalhar nos variados segmentos da cadeia produtiva da energia solar. A Figura 3.13 apresenta os módulos instalados para o curso.



Figura 3.13 – Geração de energia solar para curso de capacitação. Fonte: SEDESTMIDH

O curso destina-se ao desenvolvimento de habilidades e competências profissionais, por meio de aulas teóricas e práticas, para que o aluno se aproprie de conhecimento sobre a tecnologia fotovoltaica e possa prestar serviços de instalação e manutenção de equipamentos ou utilitários móveis ou estacionários, que utilizem a energia solar. Tem duração de 600 horas/aula.

## 9) Embaixada da Itália

A embaixada da Itália é a pioneira no DF, a instalação se deu em 2013 com o projeto Embaixada Verde. O sistema solar foi projetado pela EnelGreen Power com apoio da ANEEL, CEB e UnB. Na edificação foram instalados 405 painéis fotovoltaicos, que produzem energia elétrica para uso dos escritórios, das habitações para os funcionários da segurança e da residência do Embaixador, reduzindo as emissões de CO<sub>2</sub> em 7,6 toneladas por ano, com capacidade instalada equivalente a 49,01 kW. O espaço disponível foi de 600m<sup>2</sup>, com produção de energia de 86.162 kWh/ano gerando uma economia de energia de 19%, Figura 3.14. O sistema está conectado à rede (Fonte: Embaixada Itália).

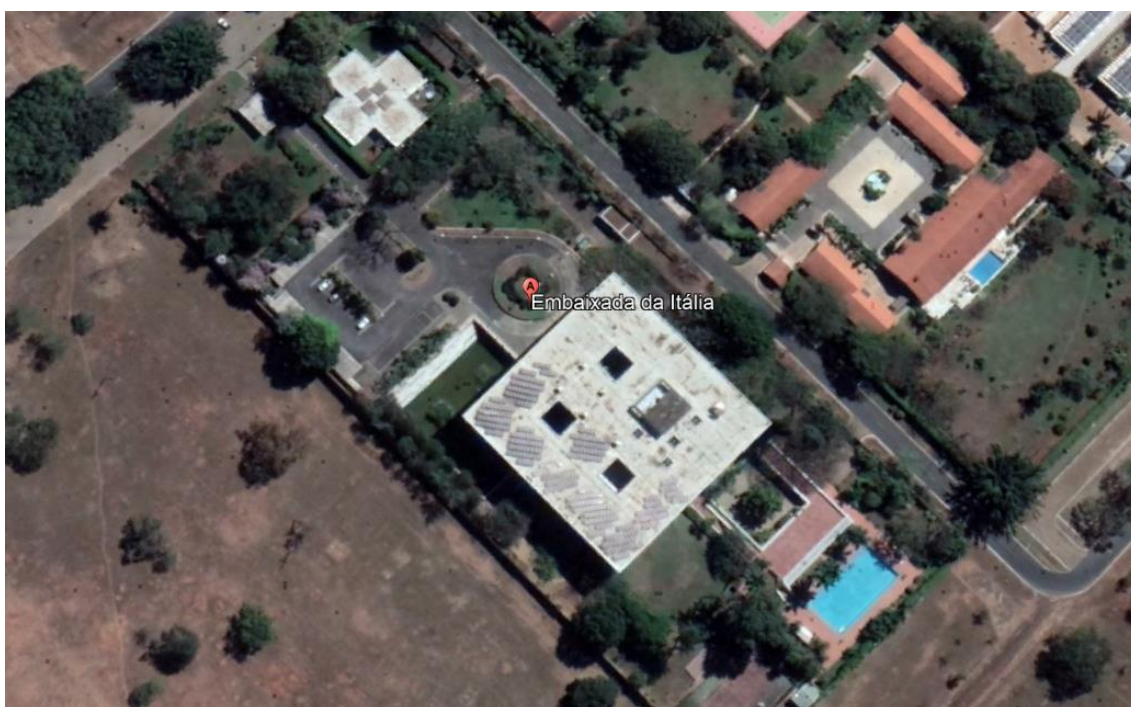


Figura 3.14 – Embaixada da Itália - geração solar. Fonte: Google Earth/2018

## 10) Metrô DF

A companhia do Metropolitano do Distrito Federal também fez adesão a geração solar por meio do projeto de sustentabilidade, o Metrô possui duas estações em funcionamento com sistema solar FV: Estação Guariroba, na Ceilândia e Estação Samambaia Sul. A Estação Guariroba possui 578 painéis gerando 288 mil quilowatts-hora, Figura 3.15, e, a estação Samambaia Sul, o sistema solar possui 561 painéis, com capacidade para gerar 308 mil quilowatts-hora por ano, Figura 3.16. O projeto abrange mais duas estações, a estação Feira do Guará e a estação Sede.



Figura 3.15 - Metrô-DF, Estação Guariroba, Ceilândia. Fonte: Google Earth Pro.



Figura 3.16 - Metrô-DF, Estação Samambaia Sul. Fonte: Google Earth Pro.

### 3.5 Conclusões sobre a análise de adesão de UFV no setor público do DF

Os dados e informações mostram que existe elevada tendência a adesão do sistema solar FV, tanto em edificações públicas como nas outras classes de consumo. Os dados evidenciam, que a adesão do MME em parceria com a ABSOLAR refletiu em outras edificações. Acredita-se que a adesão nos ministérios, a tendência é aumentar a adesão ao sistema na maioria das edificações públicas.

Em consulta ao Software Google Earth na região central de Brasília via satélite, nota-se nas Figuras 3.17, 3.18, 3.19, 3.20 e 3.21 um número de edificações que aderiram a geração solar FV em 2017 e 2018. Por exemplo, no Setor de Autarquias existe três edificações com placas solares, conforme mostra a Figura 3.17, identificadas pelo número 1 e 3 são edificações da CEF cujo o nome é Matriz 2 e Matriz 3. A identificada pelo número 2 pertence ao Condomínio Victória Office Tower. A Figura 3.18, mostra mais duas edificações situadas no setor hoteleiro sul, a figura 3.19, mostra mais duas no setor hoteleiro norte, Figura 3.15 e mais adiante no Setor Hospitalar na Asa Norte mais duas edificações, Figura 3.16.



Figura 3.17 – Edificações no setor de autarquias com UFV. Fonte: Google Earth/2018

- **Matriz 2** - O projeto teve início em outubro de 2016 e término em abril de 2017. O sistema possui 264 placas com capacidade de 69,96 kW com *Payback* estimado de 10 anos. A edificação fez a substituição de 7.125 lâmpadas fluorescentes por tubulares LED. Possui o sistema de monitoramento WEB SCADA e pertence ao grupo A.
- **Matriz 3** - O projeto teve início em outubro de 2016 e término em outubro do mesmo ano. O sistema possui 432 placas com capacidade de 114,48 kW e *Payback* estimado de 8,1 anos. A edificação foi inaugurada em 2014 com diversos itens de sustentabilidade implantados, tais como iluminação 100% LED, ar condicionado VRF, elevadores eficientes, automação, entre outros. O sistema de monitoramento WEB SCADA está sendo

implantado, a edificação está enquadrada no grupo B. Embora toda a energia gerada seja consumida pela edificação, a concessionária exigiu a implantação de sistema anti-injeção por dificuldades em seu sistema de proteção, impactando em atraso na conexão.



(a)



(b)

Figura 3.18 – Instalação de geração solar nas edificações da CEF, no Setor de autarquias/DF (a) Matriz 2 e (b) Matriz 3. Fonte: CEF.

No capítulo 2 foi mencionado o financiamento por meio da CEF. Segundo consulta ao BIG/ANEEL, a CEF tem, no DF, 8(oito) edificações cadastradas com geração solar FV, um total de 508,04kW de potência instalada, a primeira iniciada em 2016. A CEF possui 121 unidades consumidora de geração solar FV, a adesão envolve todos os estados brasileiros.

A Figura 3.19 mostra as edificações do Condomínio Brasil 21 no Setor Hoteleiro Sul com geração de energia solar, todas possuem 132kW de potência instalada (BIG/ANEEL).



Figura 3.19 - Setor Hoteleiro Sul com UFV, condomínio Brasil 21. Fonte: Google Earth/2018

A Figura 3.20 mostra a localização, via satélite, de edificações com energia solar no setor hoteleiro Norte (1) Garvey Park Hotel e (2) CEF.



Figura 3.20 – Setor Hoteleiro Norte em Brasília/DF. Fonte: Google Earth/2018.



A Figura 3.21 apresenta duas edificações no setor hospitalar norte, Brasília/DF. Todas as edificações citadas foram instaladas entre 2017 e 2018.



Figura 3.21 - Setor Hospitalar Asa Norte

Conforme os projetos apresentados, fica claro o interesse das instituições públicas em adesão ao sistema de energia solar FV em suas edificações. E nesse sentido, o estudo em epígrafe colaborará para o aumento de adesão e divulgação à sociedade.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo descreve a metodologia adotada para desenvolver o estudo de viabilidade técnica e econômica, bem como os materiais empregados nas etapas, para se implementar o sistema fotovoltaico conectado à rede nos blocos ministeriais.

O estudo abrange 30 edificações na Esplanada dos Ministérios. Inicialmente, será feita uma descrição do objeto de estudo nos seus aspectos geográficos, arquitetônicos, climáticos e humanos, em seguida será realizada uma análise das faturas visando possibilidades de redução de custos. Identificadas as possibilidades de redução, será realizado o estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação de sistemas FV como primeira medida no processo de efficientização da edificação.

### 4.1 Método Utilizado

O método adotado para iniciação do estudo pode ser dividido em 6 (seis) etapas estruturadas na sequência, ilustrada no fluxograma da Figura 4.1, visando recursos para a implantação do sistema solar fotovoltaico.

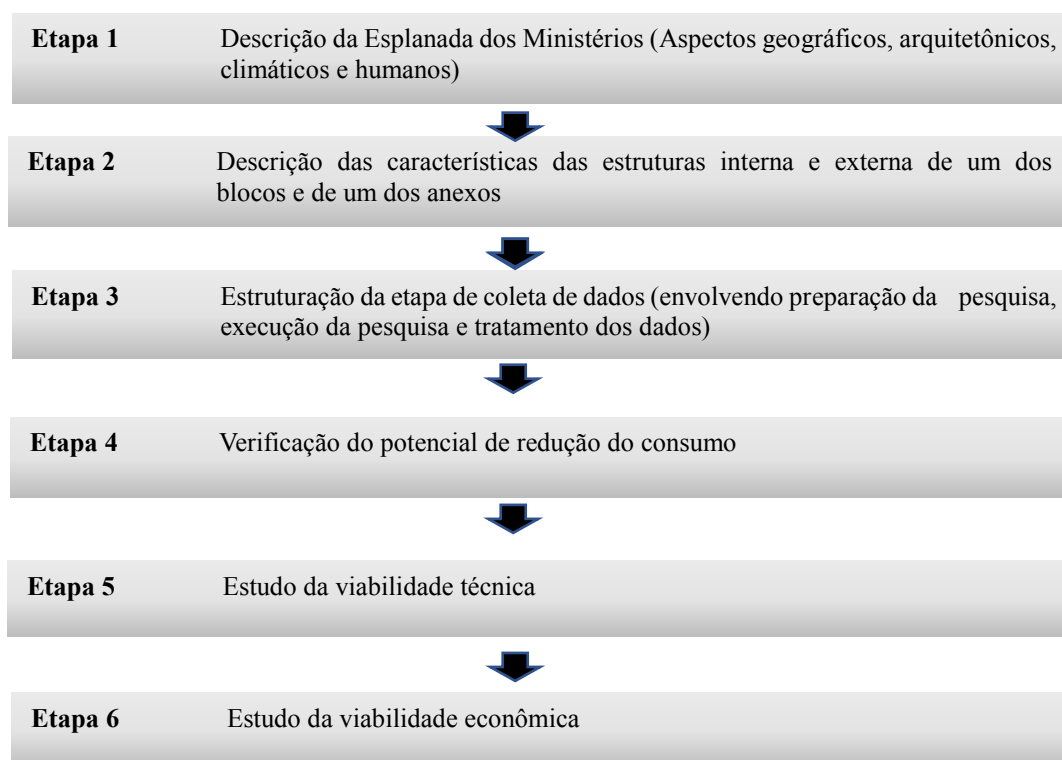


Figura 4.1 - Fluxograma das etapas iniciais para elaboração do diagnóstico

## Etapa 1 – Levantamento de dados da Esplanada dos Ministérios

### Aspectos geográficos, arquitetônicos, políticos e humanos

A Esplanada dos Ministérios está localizada no Eixo monumental nas vias S1 e N1, em Brasília, Distrito Federal, região Centro-Oeste do país. É composta por 17 (dezessete) blocos de concepção arquitetônica semelhante, distribuídos harmoniosamente, 10 (dez) de um lado e 7 (sete) do outro. Foi projetada pelo arquiteto Oscar Niemeyer e construída há mais de 58 anos, inaugurada em 1960. É considerado um dos maiores pontos turísticos de Brasília, capital do país. Os blocos têm uma construção uniforme (mesmo formato, tamanho e altura), alguns possuem prédios auxiliares, chamados de anexos, unidos por túnel, um total de 9 (nove) (ligados aos blocos D, F, G, L, M, N, O, P e R) nas vias N2 e S2, conforme Figura 4.2. Todo o conjunto é tombado pelo Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.



Figura 4.2 - Esplanada dos Ministérios e seus anexos. Fonte: Google Maps. Acesso em 21/02/17.

No conjunto de blocos também pertencem a Esplanada dos Ministérios, a estrutura de 4 (quatro) edificações distintas, próximo ao Congresso Nacional que também serão objetos de estudo: (a) Palácio da Justiça/Anexo (Ministério da Justiça), e (b) Palácio do Itamaraty/Anexo (Ministério das Relações Exteriores - MRE), Figura 4.3, totalizando assim 30 edificações.



Figura 4.3 - (a) Palácio da Justiça/Anexo (MJSP) e (b) Palácio do Itamaraty/Anexo (MRE)

Por ser uma construção antiga, a rede elétrica tem passado por adaptações conforme legislação. O sistema de iluminação e refrigeração dos blocos faz com que o consumo energético seja o mais alto, e, por ser uma região tombada, as intervenções não podem alterar a fachada das edificações. Com isso, a reforma dos ministérios para transformá-los em prédios verdes é um desafio para arquitetos e engenheiros. (MADER – UnB 2012).

A Figura 4.4 (a) e (b) mostra a construção dos primeiros blocos ministeriais no final da década de 50. Os primeiros 11 (onze) prédios da Esplanada – 5 (cinco) do lado norte, 6 (seis) do lado sul – foram erguidos com estruturas metálicas, (a) adquiridas nos EUA (Revista “Brasília” nº 27).



(a)



(b)

Figura 4.4 - Esplanada dos Ministérios em construção, final da década de 50, (a) a construção foi feita por estruturas metálicas. (b) vista dos primeiros prédios em construção.

Fonte: <http://www.brasiliapatrimoniadahumanidade.df.gov.br/doc.brazilia.jor.br/Centro/Esplanada-Ministerios-1959-estruturas-metalicas.shtml>. Acesso em 12/05/17.

Os Ministérios integram a cúpula administrativa. São diretamente subordinados ao presidente da República, auxiliando no exercício do Poder Executivo, possuem autonomia técnica, financeira e administrativa para executar as ações nas suas áreas de competência.

A composição atual do governo (2017/2018) instalada na Esplanada dos Ministérios está distribuída nos 21 blocos e 9 anexos, Figura 4.5, conforme a seguir:

#### Via S1 (Eixo Monumental)

Bloco	Ministérios
A	Ministério Desenvolvimento Social e Agrário (MDS)/ Controladoria Geral da União (CGU)/Presidência (PR)
B	Ministério da Cultura (MinC)/ Ministério do Meio Ambiente (MMA)
C	Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MP)
D e Anexo	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)
E	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)/ Ministério da Integração Nacional (MI)
F	Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS)/ Ministério da Fazenda (MF)
G e Anexo	Ministério da Saúde (MS)
H e Anexo	Ministério das Relações Exteriores (MRE)
I	Palácio do Itamaraty

## Via N1 (Eixo monumental)

J	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC)
K	Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MP)
L e Anexo	Ministério da Educação (MEC)
M e Anexo	Ministério da Defesa Força Aérea Brasileira (MD – Aeronáutica)
N e Anexo	Ministério da Defesa Marinha do Brasil (MD – Marinha)
O e Anexo	(Desocupado desde 2013) e Anexo (MD – Exército)
P e Anexo	Ministério da Fazenda (MF)
Q e Anexo	Ministério da Defesa (MD)
U	Ministério do Turismo (MTur)/ Ministério de Minas e Energia (MME)
R e Anexo	(MCTIC)/ Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MT)
S	Anexo do Ministério da Justiça (MJ)
T	Ministério da Justiça (MJ)



Figura 4.5 - Vista via satélite da Esplanada dos Ministérios. Fonte: Google Earth. Acesso em: 08/05/17.

A população da Esplanada dos Ministérios é formada por servidores públicos de carreira, colaboradores (terceirizados e estagiários) com grau de formação na sua maioria de nível médio, e, superior completo com especialização, mestrado e doutorado. A capital do país tem 31 regiões administrativas e abriga cerca de 3 milhões de pessoas. A população do DF é proveniente de todas as regiões, especialmente de Minas, Rio de Janeiro e dos estados do Nordeste. Durante muito

tempo a maioria da população era atraída por atividade ligada ao setor público, entretanto, nos últimos anos, Brasília tem sido atrativa por sua economia e alta renda *per capita*.

Brasília é um polo econômico em uma cidade atípica e diversificada. Possui um expressivo mercado consumidor. Por ser considerada Patrimônio da Humanidade pela UNESCO, a prioridade da capital é incentivar o desenvolvimento de indústrias limpas, como as da área de tecnologia da informação e setor de serviços. E, pelo fato de ser o centro de poder político e decisório do país, ações concretas ganham visibilidade imediata. O Governo Distrital por meio do Decreto nº 37.717, de 19/10/16, criou o programa de estímulo ao uso de Energia Solar Fotovoltaica no Distrito Federal - Programa Brasília Solar, e, em parceria com a WWF, ABSOLAR e UnB promoveram estudos sobre o potencial da Energia Solar Fotovoltaica de Brasília.

Segundo dados do IBGE é considerada uma das cidades com o maior custo de vida em relação a outras capitais do país. A capital liderou, no final de 2017, o IPCA Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo e o INPC Índice Nacional de Preços ao Consumidor. O aumento foi impulsionado principalmente por gastos com energia elétrica e serviços de alimentação.

Com relação aos aspectos climáticos, Brasília é uma cidade quente e seca, no inverno a temperatura durante o dia não cai abaixo de 20°, já na madrugada pode chegar a temperatura de 13°. No verão, a temperatura em geral é superior a 30°. Entre maio a outubro, o clima é seco, o período de maior intensidade de chuva acontece de outubro a abril. Em 2017, apresentou baixos índices pluviométricos impactando nos níveis dos reservatórios de água na região, causando um grande racionamento no DF e entorno.

Segundo estudo da WWF (2016) – Potencial da Energia Solar Fotovoltaica de Brasília, quase toda a eletricidade consumida em Brasília não é gerada no Distrito Federal, cerca de 80% vem da Usina hidrelétrica de Furnas e 20% da Usina de Itaipu.

## Etapa 2 – Levantamento das características interna e externa de um dos blocos e de um dos anexos

Como os 17 blocos são semelhantes em suas estruturas físicas, nesta etapa, será apresentado a descrição da estrutura interna e externa utilizando o bloco E, e, também do anexo do bloco F, como referência. Será objeto também de descrição a Usina Solar FV do bloco U.

### 2.1 Descrição da Estrutura do bloco E

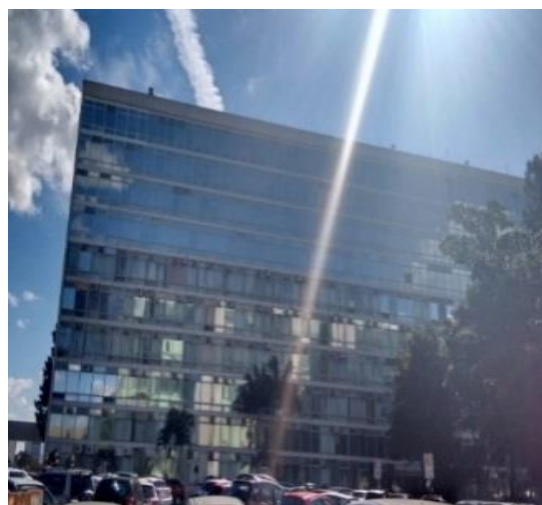
O bloco “E” abriga o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações e o Ministério da Integração Nacional, ambos participam do projeto Esplanada Sustentável (PES). Esta localizado na latitude 15° 47' 59.36" Sul e longitude 47° 52' 12.15" Oeste. O bloco não possui Anexo, mas há continuidade de suas instalações no bloco R, devido a fusão com o Ministério das Comunicações.

O bloco dispõe de 10 pavimentos e um subsolo, apresenta o formato de um prisma retangular, com medidas aproximadas de 17,53m x 102,75m x 39,10m. Na fachada externa, no sentido oeste, apresenta uma série de proteções solares com brises verticais metálicos nas janelas, na cor padrão verde Nilo, para a proteção contra exposição do sol no período da tarde, Figura 4.6 (a), e, no sentido leste, películas espelhadas e proteção interna com persianas horizontais para a proteção contra exposição do sol no período da manhã, Figura 4.6 (b) e (c).

A cobertura da edificação é do tipo telhado embutido revestida por telhas metálicas, 2 (duas) águas, com inclinação de aproximadamente 7%, apresenta uma platibanda protegendo toda a extensão da fachada, Figura 4.6 (d), (e), (f), (g) e (h).



(a)



(b)

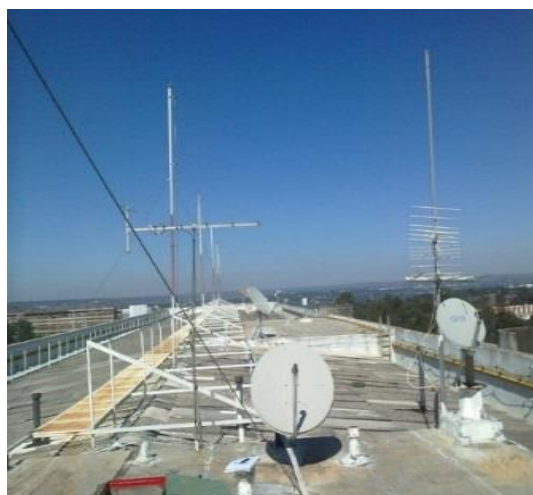




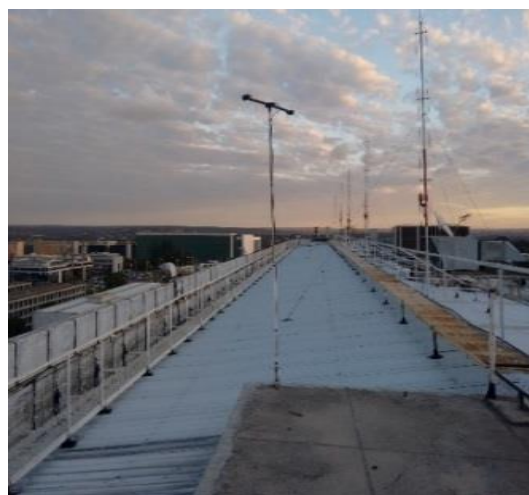
(c)



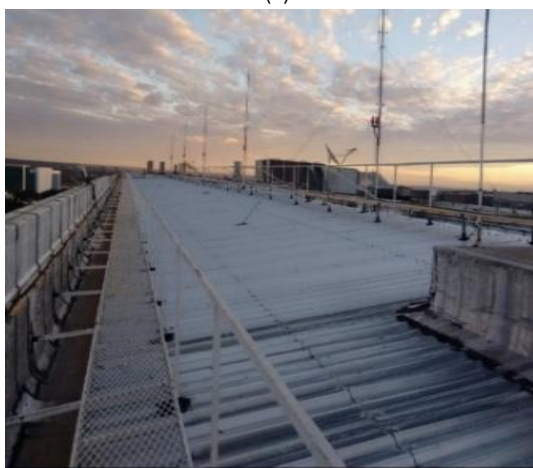
(d)



(e)



(f)



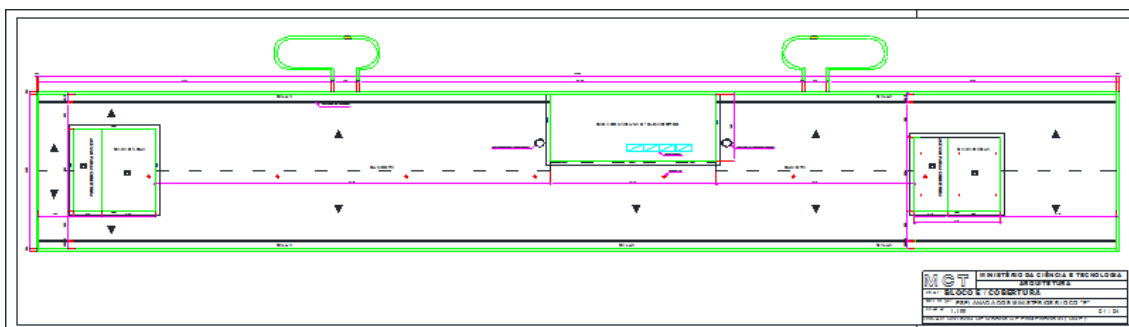
(g)



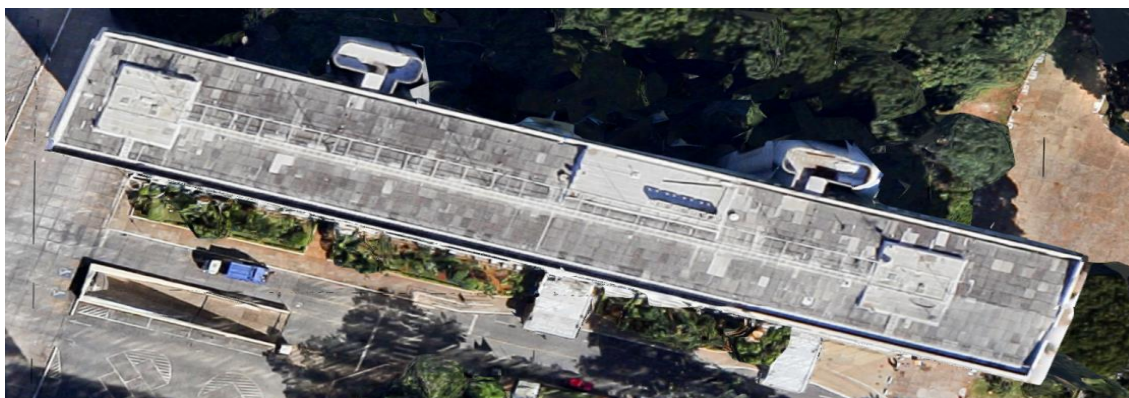
(h)

Figura 4.6 - (a) Vista do bloco E (sentido oeste/Sul); (b) Vista do bloco E (Vista frontal/leste); (c) Vista do bloco E (Norte); (d) Imagem da cobertura do bloco E (2013); (e) Cobertura (2013) (sentido norte/Sul); (f) Imagem cobertura (2015), (g) Cobertura reformada (2015) e (h) Vista da cobertura do bloco E.

As Figuras 4.6, (f) (g) (h) mostram a reforma executada pelo MI na cobertura do bloco E, quando houve a troca das telhas e a colocação dos equipamentos do sistema de ar condicionado central. Nas extremidades da cobertura tem 2(duas) caixas d'águas, e no centro 1 (uma) caixa de máquinas dos elevadores, conforme planta baixa da cobertura, Figura 4.7 (a) e (b). A Figura 4.7 (c) é uma imagem depois da realização da obra.



(a)



(b)



(c)

Figura 4.7 – (a) Planta baixa da cobertura (bloco E, Esplanada dos Ministérios), (b) Vista via satélite do bloco E Fonte: Google Earth. Acesso em: 08/03/18; (c) Vista aérea do bloco E. Fonte: Google Earth Pro, data da imagem 8/12/17. Acesso em 15/04/18.

No espaço interno, o bloco apresenta situações distintas de estruturas. O MI, em 2013, devido a rachaduras e infiltrações nas paredes do sexto andar, e, por motivos de segurança, houve necessidade de remoção das atividades do MI para outro espaço físico. Nesse período, até meados de 2015, foi executada uma reforma geral nas instalações abrangendo obras civis, elétricas, condicionamento de ar entre outros (6º, 7º, 8º e 9º andar es). Na mesma época, houve algumas adequações de infraestrutura nos demais andares, predominantemente composta por mudanças de divisórias e substituição de condicionadores de ar de janela para splits.

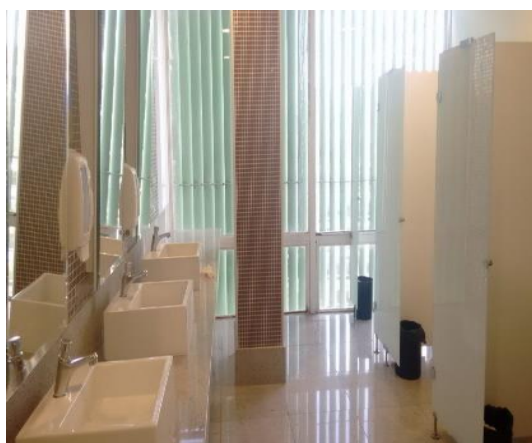
As estruturas internas do bloco E são compostas por salas, corredores, banheiros, copas, auditórios, salas de reunião e uma ampla garagem no subsolo. Esses espaços são divididos por divisórias na cor branca e estruturas de vidros temperados, conforme Figura 4.8 (a), (b) e (c), no MI e Figura 4.8 (d), (e) e (f) (MCTIC). As salas apresentam computadores, ar condicionados e luminárias, os corredores apresentam bebedouros e impressoras (MCTIC). Em cada pavimento estão disponíveis banheiros (femininos e masculinos) distribuídos em pares nas alas norte (voltadas para a via N2) e sul (voltadas para a via N1), um total de 6 (seis) por pavimento incluindo os privativos. A iluminação dos banheiros, em sua maioria, aproveita a iluminação natural. Apenas os banheiros femininos da ala sul, não têm iluminação natural (MCTIC), mas apresentam sensores de presença. As copas apresentam equipamentos, tais como geladeiras, máquinas de café, forno de micro-ondas, sanduicheiras, liquidificadores etc.). No MI são duas copas por andar, com tamanhos distintos, e uma copa no subsolo totalizando 9 (nove) copas, já no MCTIC são uma por andar, um total de 7 (sete) copas, incluindo o subsolo.



(a)



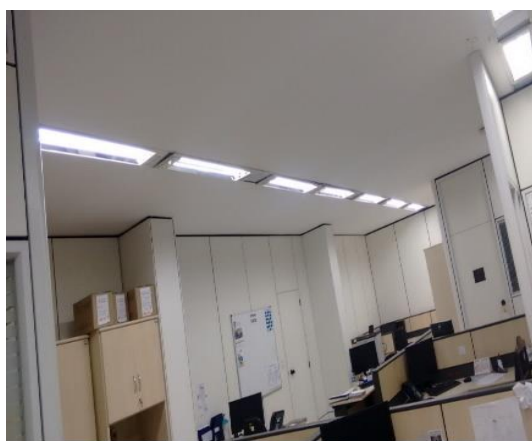
(b)



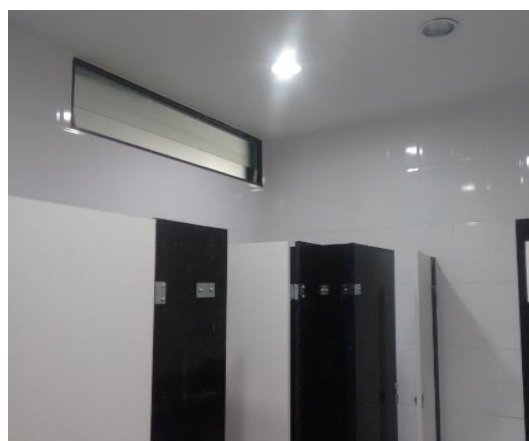
(c)



(d)



(e)



(f)

Figure 4.8 – (a) Iluminação do corredor das instalações do MI antes da reforma (2013); (b) Iluminação do corredor MI (2017); (c) Iluminação – banheiro feminino MI; (d) Iluminação do corredor MCTIC; (e) Iluminação da sala de trabalho e (f) Iluminação banheiro feminino MCTIC. Sentido SUL da edificação.

Em geral as edificações públicas têm a maior parte do seu funcionamento entre 7h30 e 18h30, concentrando a sua carga entre 8h00 às 18h00. Existem cerca de 1.800 (mil e oitocentas) pessoas transitando no prédio, dentre servidores, colaboradores e visitantes (um número de 100 visitantes ao dia). O bloco possui 9 (nove) elevadores com controle de tráfego inteligente modernizados em 2017/2018) que atendem todos os pavimentos, sendo 2 (dois) privativos, (1) um de serviço e (6) seis sociais, a edificação apresenta o maior pico de consumo de energia, nos horários de 8h00 às 9h00 da manhã, de 11h30 às 14h00hs e de 17h00 às 18h00, respectivamente, entrada, horário de almoço e saída.

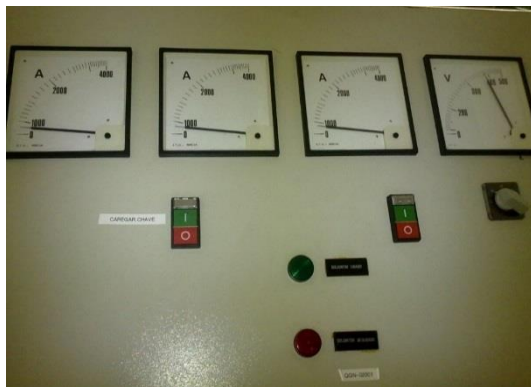
O sistema de energia é distribuído por uma subestação localizada no subsolo, com entrada de acesso interno e externo ao bloco, e, são de responsabilidade da concessionária de energia elétrica CEB (Companhia Energética de Brasília). As áreas ocupadas pelo MCTIC não possuem sistema de monitoramento da energia elétrica, nem medidores individualizados por tipo de carga: o bloco apresenta apenas um medidor geral único. O enquadramento tarifário do bloco E corresponde à tarifa Horo-Sazonal verde, do subgrupo AS (sigla THS-AS) com demanda contratada igual a 1.150 kW no posto fora de ponta. O sistema possui quadros de distribuição para os diversos tipos de cargas, distribuídos em cada andar nas alas centro, norte e sul do bloco, Figura 4.9.



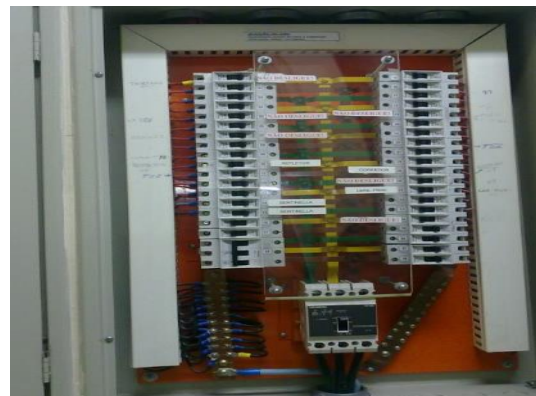
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 4.9 – (a), (b) e (c) Subestação (2014); (d) Quadros de distribuição: de força e iluminação

Possui um grupo moto gerador de 450kVA, com sistema automático de acionamento – USCA, conectado às cargas essenciais como: iluminação de emergência, Nobreak, ar condicionado da central de informática, e elevadores. Cita-se que os computadores de usuários estão conectados a estabilizadores distribuídos em cada andar da edificação. O sistema de iluminação é constituído de luminárias de alumínio anodizado com aletas compostas com duas

lâmpadas fluorescentes tubulares T8 32W, branca fria e FO 32W/840<sup>1</sup> (MCTIC) e refletores externos ligados das 19h00 às 22h00, Figura 4.10 (a), (b) e (c).



(a)



(b)



(c)

Figura 4.10 - Iluminação do Bloco E – (a) Visão externa noturna; (b) Visão interna (corredor MCTIC) e (c) Visão interna (sala MCTIC).

Já as instalações pertencentes ao MI, com a reforma realizada, o ministério além de sistemas de iluminação LED, inseriu o sistema KNX para monitoramento e controle da iluminação de suas estruturas físicas, Figura 4.11 (a), (b), (c) e (d). O sistema abrange o 6º, 7º, 8º e 9º andar, uma parte do térreo (corredor, entradas principais do bloco, sala de protocolo e a área da garagem), no período do estudo. Foram instalados sistemas de dois modelos:

- Modelo 1 - LAN03-E/EAN03-E, com refletores em alumínio alto brilho, combinados com difusores em acrílico leitoso, LEDs SMD de alto desempenho aplicados sobre

placa de circuito impresso, com manutenção de no mínimo 70% do fluxo luminoso inicial em 50.000h de uso para modelos LAN, e em 30.000h de uso para modelos EAN, em ambiente a 50°C, com garantia de 5 anos. Potência 37W, fluxo luminoso 3600lm, apresenta **equivalência** para substituição de duas lâmpadas fluorescentes tubulares T5 de 13W, 14W ou T8 de 16W, Figura 4.11 (e), e

- Modelo 2 - LAN04-E/EAN04-E, Luminária LED com refletores em alumínio alto brilho, combinados com difusor em policarbonato texturizado, apresenta a mesma durabilidade e garantia. Apresenta a potência de 19W e fluxo luminoso de 2090lm e **equivalência** para substituição de duas lâmpadas fluorescentes tubulares T5 de 14W ou T8 de 16W, Figura 4.11 (f).



(a)

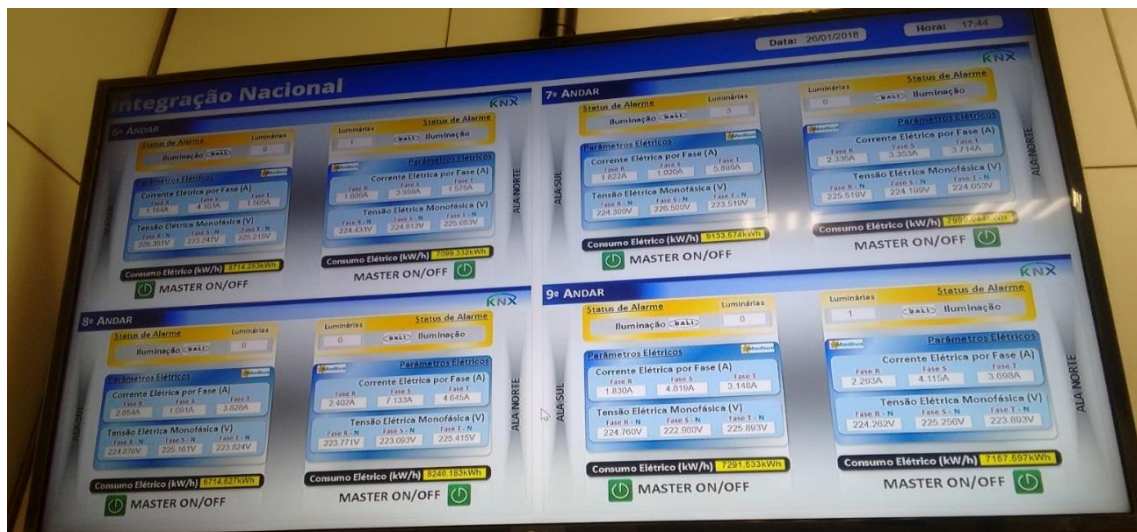


(b)





(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 4.11 - (a) Visão do sistema elétrico das instalações do MI - Monitoramento KNX (Térreo); (b) Monitoramento KNX (Subsolo); (c) Monitoramento KNX (7º andar); (d) Monitoramento KNX (Quadro Geral); (e) Iluminação LED modelo LAN03-E/EAN03-E (MI); (f) Iluminação LED modelo LAN04-E/EAN04-E (MI); Foto: maio/2017.

O bloco possui do 6º ao 9º andar (MI) sistema de condicionamento de ar centralizado, dotado de sistema de monitoramento que é o mesmo da iluminação, Figura 4.12. No MCTIC, do pavimento térreo ao 5º andar e parte do subsolo, o sistema de ar condicionado é individual, composto por aparelhos de janela (que depois foram substituídos por Splits), Figura 4.13 (a) e (b).



(a)



(b)

Figura 4.12 - Equipamento do sistema de climatização instalados na cobertura do bloco E pertencentes ao MI. (a) e (b).



Figura 4.13 - Sistema independente (janela e Split) - vista interna e externa (a) e (b) do MCTIC.

## 2.2 Descrição da Estrutura do Anexo (AF) do Bloco F.

Os Anexos são blocos com túneis para os edifícios principais da Esplanada. Atualmente são (9) nove, mas segundo o projeto urbanístico original, existe espaço para a construção de mais (8) oito blocos, conforme Figura 4.14.



Figura 4.14 - O projeto urbanístico original abrangia a construção de mais oito anexos.

O anexo em estudo faz ligação com o bloco F, situado na via N2, assim como todos os anexos é estruturado em 6 (seis) pavimentos (4 (quatro) andares, térreo e o subsolo), com 27.851,00m<sup>2</sup> de área construída. É composto pela união de duas edificações (em forma de H),

unidas por um túnel que faz ligação ao bloco sede, Figura 4.15 e 4.16. Apresenta contrato na modalidade tarifária THS-AS VERDE, com medidor único geral e demanda contratada de 1.100kW Fora ponta (FP). Segundo informações disponibilizadas pelo órgão, as principais estruturas de consumo de energia são: 1 (uma) casa de bombas; 6 (seis) elevadores (modernizados em 2017); e 2 (duas) unidades do tipo *chiller* com 375TR cada.



Figura 4.15 - Ministério, túnel e anexo

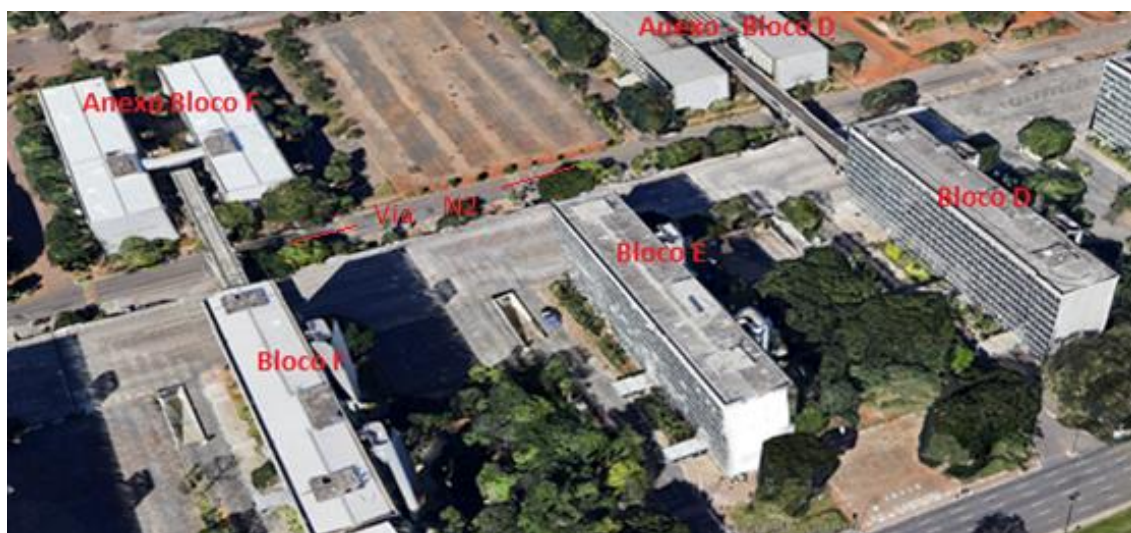
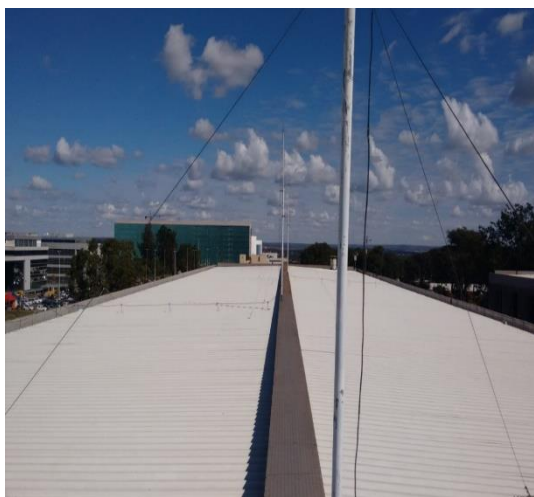


Figura 4.16 - Vista dos anexos - Google Earth Pro (2017)

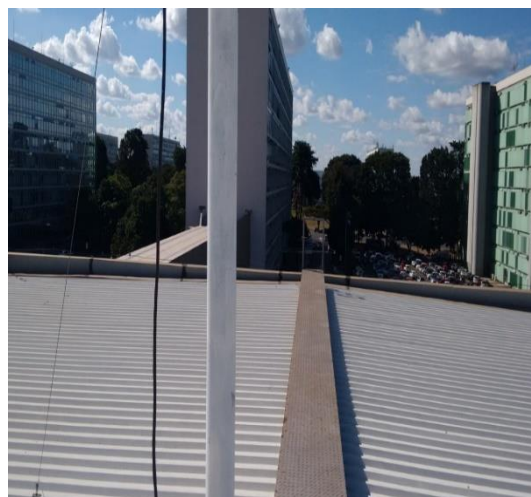
As estruturas internas, tanto físicas quanto organizacionais, tem passado por modificações ao longo dos anos. O órgão apresenta um grande número de visitantes ao dia, principalmente para o uso do restaurante, lanchonete e biblioteca.

A cobertura da edificação é do tipo telhado embutido revestida por telhas metálicas, telhado 2 (duas) águas com uma pequena angulação, apresenta uma pequena platibanda protegendo toda a extensão da fachada, a locomoção é feita por uma estrutura de concreto no centro, o espaço apresenta ainda a estrutura de 2 (duas) caixas d'água. A cobertura apresenta um ótimo espaço para a inserção de um sistema de energia solar fotovoltaica, inclusive na cobertura do túnel de acesso ao bloco sede, Fig. 4.17 (a), (b), (c), (d), (e).

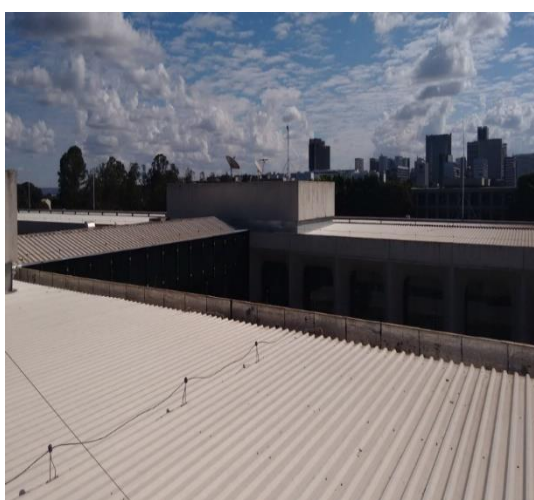
As estruturas externas de um anexo, tem o mesmo padrão, estruturas de ferro coberta por vidros temperados na cor fumê com estruturas de blocos de concretos na envoltória, Figura 4.17 (f).



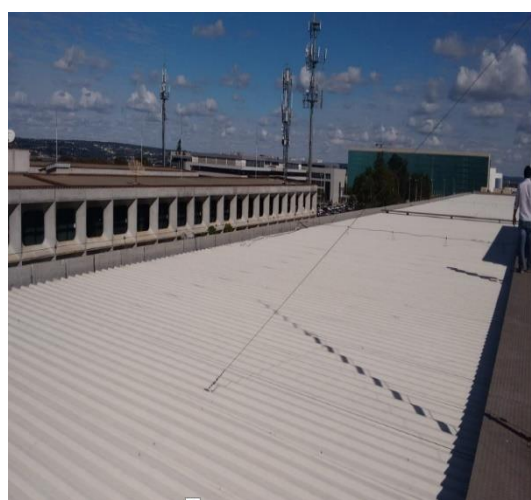
(a)



(b)



(c)



(d)

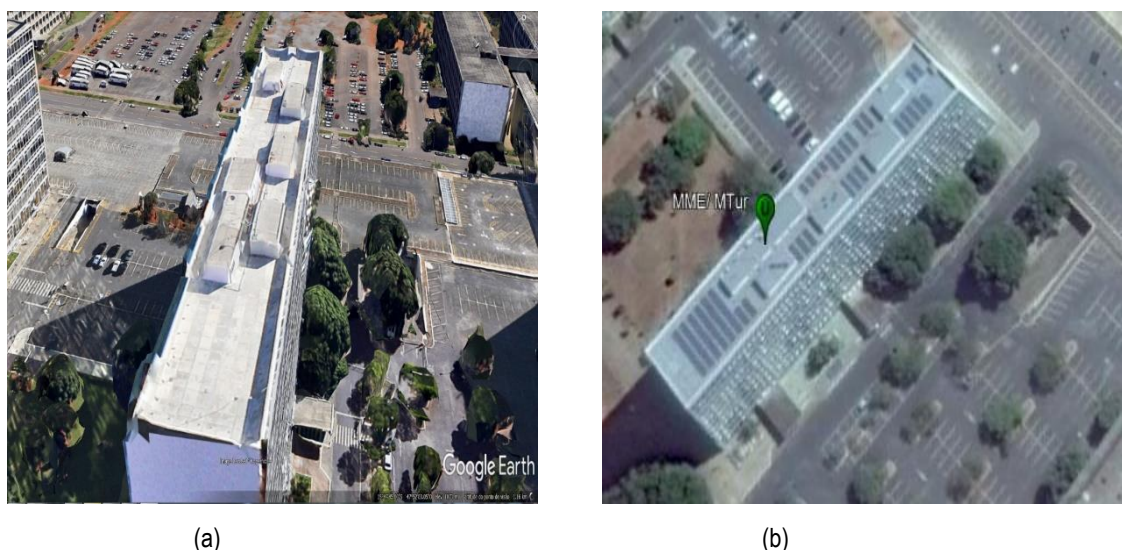


Figura 4.17 - Registro fotográfico *in loco*, cobertura (a), (b), (c), (d), túnel de acesso (e) e fachada (f).

É importante relatar que a edificação se encontra em perfeito estado de conservação, o edifício apresenta medidas de sustentabilidade em prol de qualidade de vida no trabalho dos servidores.

### 2.3 Descrição da Estrutura Física do bloco U

O bloco U abriga o Ministério de Minas e Energia (MME) e o Ministério do Turismo (MTur), não possui a extensão de em bloco Anexo. A edificação fez alterações na rede elétrica e apresenta dois medidores de energia, um para a medição do ar condicionado (medidor 1) e outro para as demais cargas (medidor 2), tem contrato na modalidade tarifária THS-AS VERDE. O medidor 1 tem a demanda contratada de 450kW (fora de ponta) e o medidor 2, demanda contratada de 420 kW (fora de ponta). Por ser um dos últimos blocos construídos, a cobertura da edificação é do tipo laje impermeabilizada, apresenta platibanda protegendo toda a extensão da fachada e 4 (quatro) estruturas de concreto do tamanho aproximado de 9m x 5m x 1,5m e 2 (duas) estruturas maiores, respectivamente, 16m x 4m x 2m e 10m x 5m x 2,5m, Figura 4.18. A Figura 4.18 (a) mostra a cobertura do MME antes da instalação, nota-se a projeção de pequenas sombras na platibanda e nas estruturas de acesso e caixa d'água, na Figura 4.18 (b) a cobertura encontra-se com as placas (PV).



(a) (b)  
 Figura 4.18 - Estruturas físicas do bloco U MME antes (a) e (b) após a instalação do sistema PV.  
 Fonte: Google Earth. Acesso em 23/04/18.

### Etapa 3 - Estruturação da coleta de dados

A coleta de dados é uma das etapas iniciais importante do processo de planejamento e seus resultados são essenciais para a estruturação das etapas subsequentes.

Os dados foram adquiridos em sua maioria via Sistema Eletrônico do Serviço de Informações ao Cidadão (e-SIC), da Controladoria-Geral da União (CGU), pois a maioria dos gestores públicos impunham dificuldades no fornecimento das informações. Tal fato aumentou de forma significativa o tempo de obtenção dos dados, que em tese seria de fácil acesso. Segundo a CGU, o sistema surgiu da necessidade de simplificar os trâmites burocráticos das solicitações no âmbito da Lei nº 12.527/2011 - Lei de Acesso à informação (LAI). O acesso é on-line, funciona como porta de entrada, para os pedidos de acesso à informação solicitados por qualquer pessoa física ou jurídica, a qualquer órgão ou entidade do poder executivo Federal.

Citamos ainda que a CEB não fornece tais informações para terceiros, a menos que autorizados formalmente pelo órgão gestor.

Dessa forma, para a realização do objeto de estudo foram solicitados aos gestores das 30 edificações por meio do e-SIC, as faturas de Energia Elétrica, período janeiro/2016 a abril/2017, os dados físicos da edificação, o quantitativo de servidores e colaboradores, bem como o quantitativo de visitantes, itens julgados relevantes para um levantamento de informações que caracterizam o consumo energético de uma edificação.

Em alguns casos também houve a necessidade de visitas *in loco* para registro fotográfico, por exemplo.

#### **Etapa 4 - Verificação do potencial de redução de faturas**

O fluxograma da Figura 4.19 apresenta as etapas para a análise técnica da coleta de dados das faturas de energia.

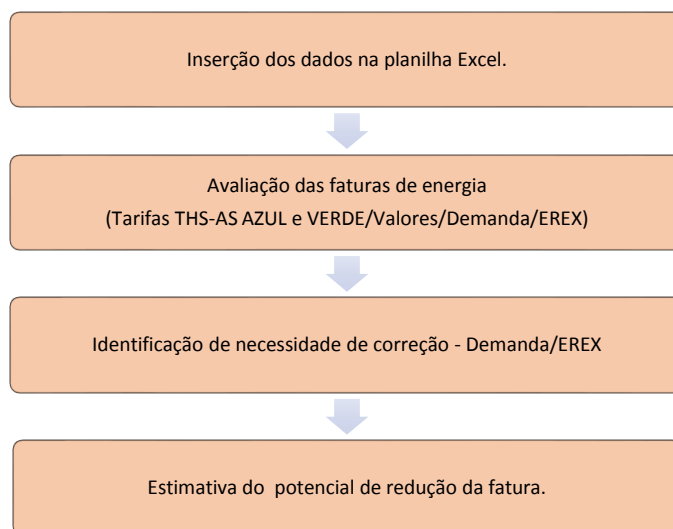


Figura 4.19 - Fluxograma da estruturação da etapa de avaliação dos dados coletados.

#### **Inserção dos dados na planilha Excel**

Das 30 edificações, foram obtidas as leituras de 34 identificadores/medidores de energia, um total de 544 faturas de energia referente a 16 meses, período de estudo, janeiro de 2016 a abril de 2017. No caso dos blocos como parâmetros, bloco E e o anexo F, foram contabilizadas faturas de 8 e 7 anos, respectivamente, um total a mais de 149 faturas.

#### **Avaliação das faturas de energia**

Os dados foram dispostos na planilha em linhas e colunas, reunindo as seguintes informações para comparação e avaliação: o tipo de tarifa, o valor da demanda contratada, o valor de ultrapassagem de demanda correspondente ao 5% previsto, a quantidade de servidores/colaboradores, o horário de funcionamento do órgão, a quantidade de energia excedente EREX/DREX, a soma do consumo em kWph e kWfph, a média do consumo em kW, kWph e kWfph, e, o dispêndio mensal, anual e o geral do período analisado.



Para maior robustez da análise foram obtidas faturas extras dos blocos “E” e o anexo do bloco F.

### **Identificação de necessidades de correções**

Nessa fase foram identificadas necessidades de correções no tipo de tarifa, na demanda contratadas e no excedente de energia reativa (EREX). Por meio da média do período analisado pôde ser verificado qual seria o valor ideal de contratação e a utilização de um banco de capacitor. Verificado a possibilidade de correção foi simulado valores que correspondesse a economia gerada.

### **Estimativa do potencial de redução da fatura**

Depois de identificadas as correções será estimado o valor correspondente ao consumo ideal da edificação.

### **Etapa 5 - Estudo da viabilidade técnica**

Essa fase consiste em obter uma metodologia técnica para o próximo passo do estudo que é verificar a possibilidade de instalação do sistema fotovoltaico nas edificações estudadas, com o cenário encontrado.

O fluxograma da Figura 4.20 apresenta as etapas para a metodologia do estudo da viabilidade técnica.

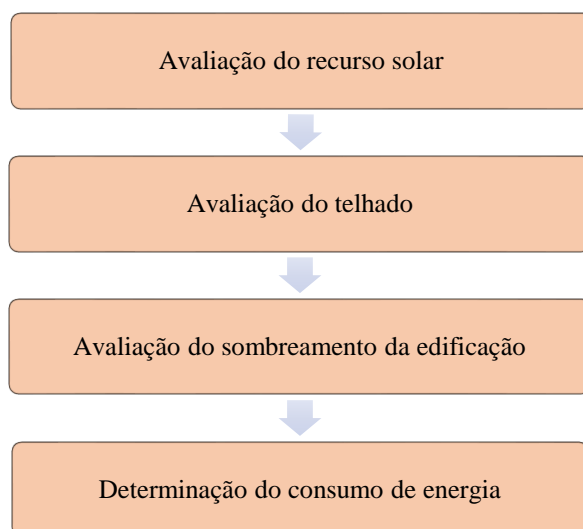


Figura 4.20 - Metodologia do estudo da viabilidade técnica.

### Avaliação do Recurso Solar

Para dimensionar um sistema FV conectado à rede, deve-se considerar as variações de temperatura do local onde será instalado, pois a mesma impacta no rendimento dos módulos, bem como a quantidade diária de sol.

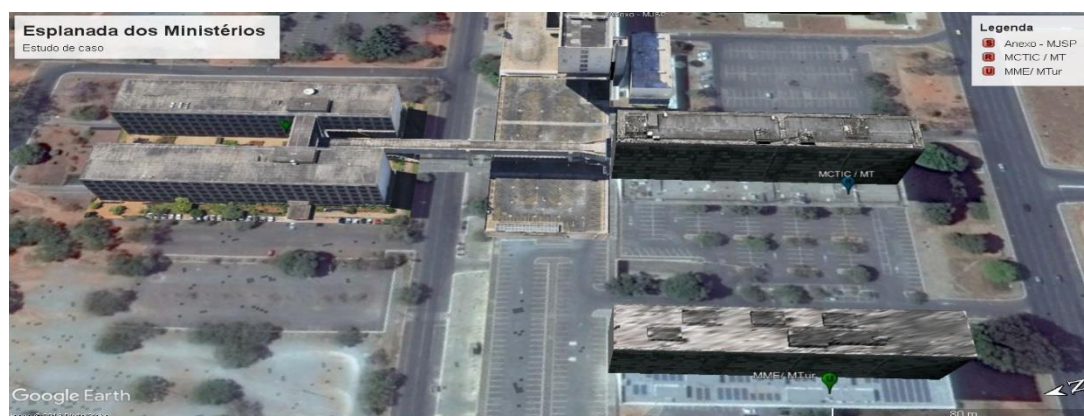
### Avaliação do telhado

As estruturas físicas dos telhados das edificações da Esplanada dos ministérios consistem em laje plana, telhas galvanizadas com duas abas, com pequena inclinação e pequenas edificações, tais como, caixas d'água, casa de máquinas dos elevadores, ar condicionado e acesso remoto do local.

A superfície definida para a instalação do sistema deve apresentar condições favoráveis ao melhor aproveitamento do recurso solar existente, da locomoção para manutenção e limpeza do sistema, bem como uma boa estrutura para suportar o peso dos arranjos. Dessa forma, a superfície escolhida para a instalação levará em conta a área, o sombreamento no arranjo, a orientação com relação ao norte geográfico e a inclinação com relação ao plano horizontal. Os cálculos referentes ao peso do sistema e resistência da estrutura do telhado não serão objeto deste estudo.

As edificações apresentam nas coberturas estruturas de lajes e em sua maioria telhas galvanizadas. As Figuras 4.21 (a) a (l) ilustram o tipo de estrutura no telhado.

#### Laje e telhas



MT (anexo); MCTIC/MT e MME/MTur ao fundo MJ (anexo)

(a)



(b)



(c)



Bloco O desocupado desde 2013; MD/Marinha e MF

(d)



MP e MDIC

(e)



(f)



MS e MTPS/MF

(g)



MAPA (sede e anexo); MCTIC/MI e MTPS/MF

(h)



MCTIC/MT sede e anexo; MME/MTur  
(i)



Palácio do Itamaraty MRE (anexo)  
(j)



MJSP (anexo) e Palácio da Justiça  
(k)



N – MD (Marinha); M – MD (aeronáutica); L – MEC  
(l)

Figura 4.21 – (a) a (l) Verificação do tipo de estruturas no telhado da edificação. Fonte: Google Earth Pro.

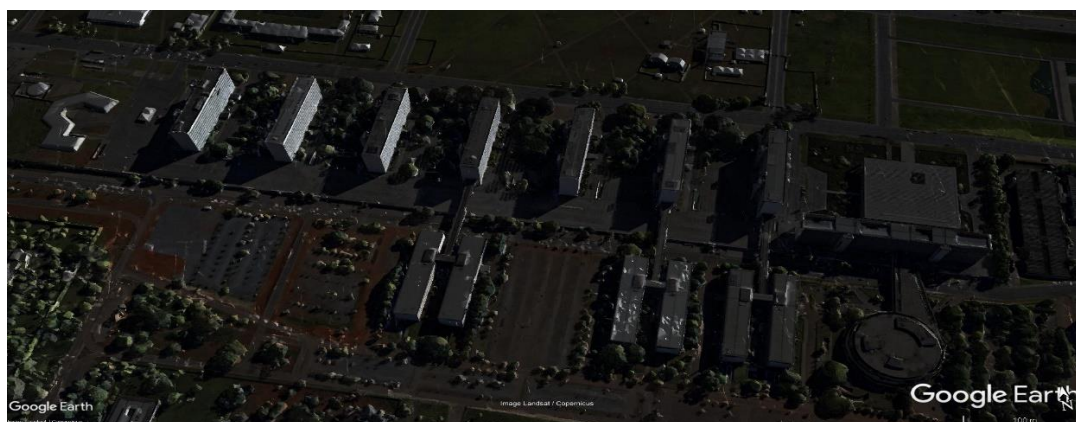
## Estudo de sombreamento

O recurso utilizado para verificar o sombreamento das edificações na Esplanada foi o Google Earth Pro. O estudo consiste na simulação de imagens em períodos selecionados de um dia na localização, via satélite.

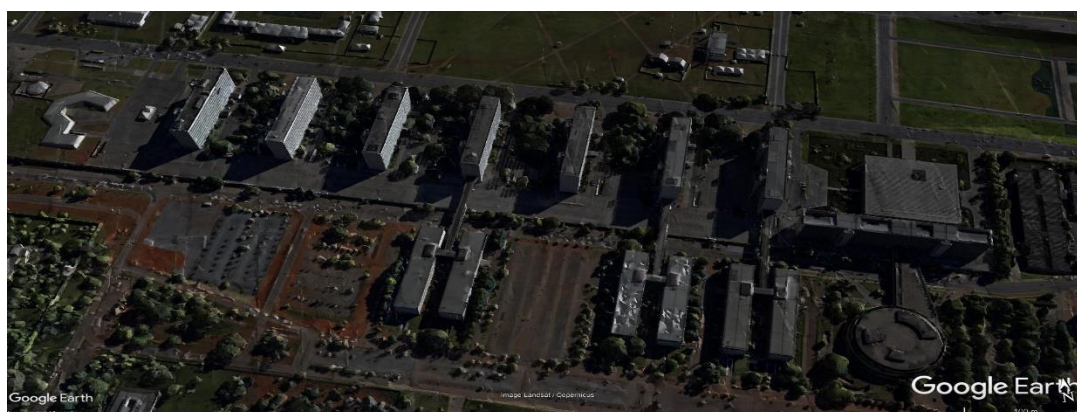
A Figura 4.22 apresenta todas as edificações, objeto de estudo, com suas respectivas identificações. As Figuras 4.22 (a) e (b) mostram o sombreamento, ao longo do dia, na envoltória das edificações. Para simular o sombreamento das edificações foi usado o Software Google Earth Pro. Selecionou-se uma data aleatória no mês de fevereiro.



(a)



8/2/18 6:26 hs manhã



8/2/18 7:08 hs manhã



8/2/18 8:23 hs manhã



8/2/18 9:54 hs manhã

(b)

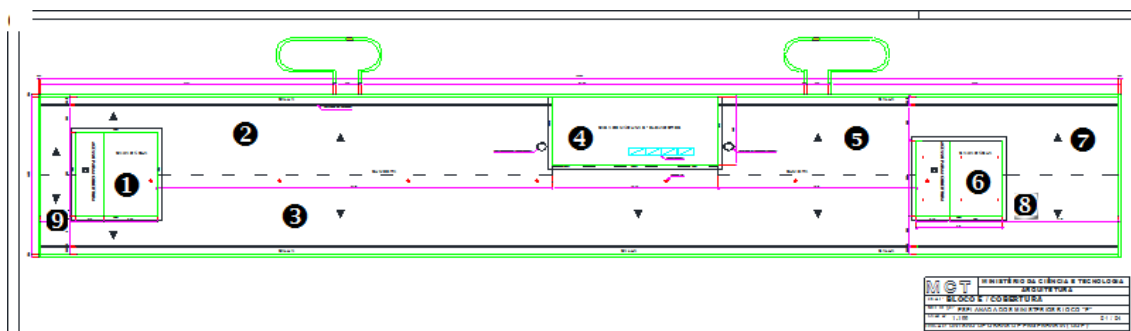
Figura 4.22 – Sombreamento sobre as edificações (a) e (b). Google Earth Pro

### Áreas para instalação de painéis na cobertura

A análise inicial será feita no bloco E. A cobertura da edificação é do tipo telhado embutido revestida por telhas metálicas, 2 (duas) águas, com inclinação de aproximadamente 7%. Apresenta ainda uma platibanda protegendo toda a extensão da fachada, 2 (duas) caixas d'água

e (1) uma casa de máquinas dos elevadores, a locomoção é feita por uma passarela em estrutura de ferro com guarda corpo, a área total da cobertura é de aproximadamente de 1.754,40 m<sup>2</sup>.

As Figuras 4.23 (a) e (b) apresentam um esboço da planta de cobertura do bloco, dividida em 10 (dez) áreas principais.



(a)



(b)

Figura 4.23 - (a) Planta de cobertura do MCTIC (modificada) e (b) Planta com a numeração do espaço destinado à inserção das placas (FV)

O somatório das áreas disponíveis para a possibilidade das instalações de painéis fotovoltaicos, no caso do bloco E, é de aproximadamente 1.063,71 m<sup>2</sup> (Tabela 4.1), correspondente a 60% da cobertura da edificação. Foram eliminados os espaços referentes às caixas d'água (1) e (6), a casa de máquinas dos elevadores (4), a passarela (10) e o espaço de acondicionamento do sistema de ar integrado do MI (5), números correspondentes às áreas na Figura 4.23 e na Tabela 4.1.



Tabela 4.1 – Área de cobertura MCTIC/MI. Dados: 2013/2015

Descrição	Área nº	Comp. (m)	Larg. (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> ) *
Caixa d'água	1	9,20	7,70	70,84	
Espaço livre	2	36,6	7,63	279,25	298,50
		7,70	2,5	19,25	
	3	71	7,64	542,44	564,30
		7,70	2,84	21,86	
Casa de máquinas - elevadores	4	15,70	7,5	117,75	
Acondicionamento do sistema de ar integrado do MI	5	17,95	7,63	136,95	
Caixa d'água	6	8,15	8,29	67,56	
	7	11	7,63	83,93	83,93
		8,15	3,40	27,71	27,71
	8	11	7,64	84,04	84,04
	12	8,15	2,8	22,82	22,82
	9	2,86	15,3	43,75	43,75
	Total			1.518,15	1.125,05
Passarela de acesso	10			61,34	-61,34
Total disponível para os módulos					1.063,71 m <sup>2</sup>

\*Área disponível para instalação ES-FV (dados de 2013).

O posicionamento dos módulos fotovoltaicos relativamente ao sol é de extrema importância para que a produção energética seja a máxima possível e também eficiente. A instalação dos painéis em regiões sombreadas reduz a capacidade de geração do painel prejudicando o desempenho do sistema. No caso do bloco, em análise, não há ocorrência de sombreamento para perdas grandes.

### Dimensionamento dos SFV

Depois de efetuar todas as medidas corretivas para redução do consumo será feito o dimensionamento do sistema que abrange o espaço disponibilizado e o valor correspondente de geração que irá amenizar os gastos da edificação. O objetivo proposto inicialmente é empreender o recurso do dispêndio para a implementação do SFV na edificação pública e dar visibilidade a sociedade de um bloco sustentável e econômico.

Essa etapa inclui a definição das perdas do sistema, escolha dos equipamentos a serem utilizados, o cálculo da quantidade de módulos e inversores e como deve se dar a interconexão do sistema. Paralelamente, será realizado um comparativo com o sistema instalado no MME. O dimensionamento abordará os passos elencados no fluxograma da Figura 4.24.

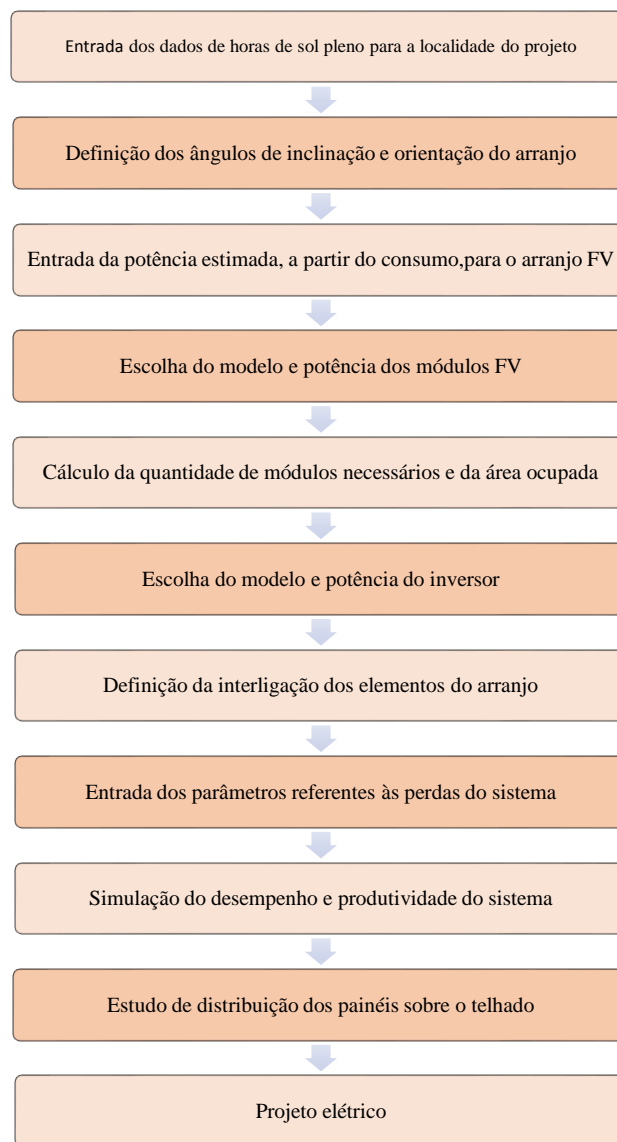


Figura 4.24 – Fluxograma para o dimensionamento do SFV

## Etapa 6 - Estudo da viabilidade econômica

A análise econômica dos dois sistemas será a base para discutir a viabilidade de ambos individualmente e também para compará-los entre si. Toda análise econômica será realizada com o auxílio do programa Excel e seguirá os passos do fluxograma ilustrado na Figura 4.25.

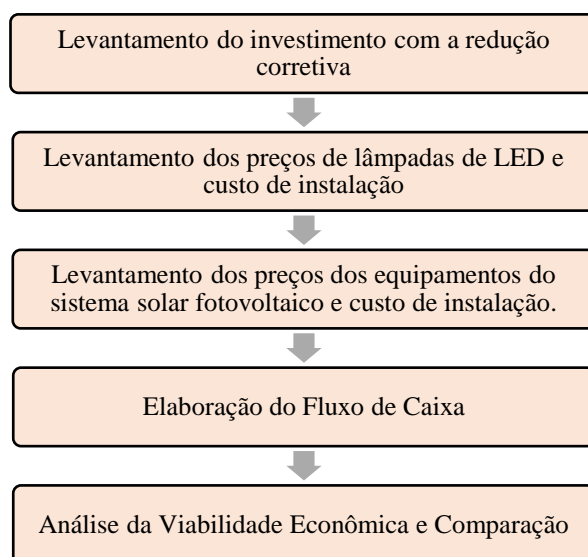


Figura 4.25 – Fluxograma para análise da viabilidade técnica

### Levantamento do investimento com a redução corretiva

Será realizado a análise de cada bloco e anexo verificando as possibilidades de investimento por meio de ações de zero custo.

### Levantamento dos preços de lâmpadas de LED e custo de instalação

O preço das lâmpadas de LED foi estimado a partir de uma pesquisa orçamentária com fornecedores nacionais de várias marcas e os custos com a mão-de-obra ficará a cargo das empresas contratadas para a manutenção elétrica de cada edificação de rotina.

### Levantamento dos preços dos equipamentos do sistema solar fotovoltaico e custo de instalação.

O valor inicial de um SFV conectado à rede, varia com a sua potência nominal, com a qualidade e tecnologia dos produtos. Além de ser composto pelo preço final dos principais componentes do arranjo, módulos e inversores, no sistema também deve incluir os custos com o Balanço do Sistema ou Balance of System (BOS) que inclui estruturas de fixação dos módulos, cabos e conexões, sistema de proteção, a engenharia necessária na adequação dos componentes do sistema e os custos gerais de instalação e montagem.

Conforme exposto no capítulo 2, os valores em R\$ referente ao sistema FV conectados à rede tem diminuído ao longo dos últimos anos. Existe uma infinidade de marcas de placas no mercado. Para definir um preço médio para os módulos solares e inversores foi realizado uma pesquisa de mercado com os diversos fornecedores, nacionais e internacionais, por equipamentos com especificidades técnicas equivalentes aos escolhidos no dimensionamento do arranjo.

Os custos referentes as estruturas físicas para fixação dos módulos no telhado, também chamados de kits de montagem, e aos *stringbox*, quadro de proteção de corrente contínua, foram estimados no mercado nacional. O restante do investimento inicial, tais como cabos e conexões, projeto e instalação será estimado.

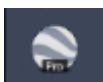
Tabela 4.2 - Comparativo de preço das placas solares

Modelo	Potência (Wp)	Preço (R\$)	Marca
Canadian CSI CS6P-265P	265	731	Canadian Solar
Yingli YL275D-30b	275	759	Yingli
GBR-260P	260	899	Globo Brasil
Inversor Fronius Symo 20.0 - 3-M	20.000W	24.990	Fronius
Inversor Unitron iVolt	1000W	1.159,00	Unitron iVolt
Inversor Xantrex Xpowerx	1000W/120Vac/60Hz	1.019,00	Xantrex Xpowerx
Inversor Xantrex Xpower	3000W/120Vac/60Hz/12vdc	3.399,00	Xantrex Xpowerx

Fonte: Minha Casa Solar, disponível em: <https://www.minhacasasolar.com.br/>  
Acesso em: mar. 2017.

## 4.2 Materiais Utilizados

Para a execução da metodologia proposta, foram utilizados o programa Excel, o Google Drive, Google Earth Pro e Google Maps



Google  
Earth Pro



Planilha  
Excel

## 5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados das análises de viabilidade técnica e econômica para o estudo de caso realizado, que compreende o estudo de duas soluções para a eficiência energética dos blocos ministeriais (caso 1 e caso 2). Os resultados serão apresentados conforme descritos no capítulo 4.

O estudo abrange identificar os pontos de desperdícios e as possibilidades de economia para reduzir os gastos mensais das faturas de energia elétrica de 30 edificações na Esplanada dos Ministérios. Dentre estas, duas serão objetos de comparação com as demais, o bloco E e o Anexo F. Essas edificações foram selecionadas por conterem um número maior de faturas de energia, cerca de 7 e 8 anos.

A média de ocupação de um bloco ministerial abrange cerca de 1.241 pessoas.

Todas as informações gerais das edificações foram distribuídas em duas tabelas que estão disponibilizadas no apêndice deste trabalho, Tabela 5.1, com as informações gerais da edificação e das tarifas de energia elétrica, e, a Tabela 5.2, com as informações do consumo na ponta, na fora ponta e no excedente de energia reativa (EREX).

### 5.1 Análise técnica para redução de consumo de energia elétrica das edificações

A análise técnica consiste num diagnóstico energético por meio de dados coletados nas faturas de energia das edificações, identificando oportunidades e ações de redução de consumo e de dispêndio, mantendo o mesmo nível de produção e conforto estabelecido para o bom funcionamento da organização, entretanto, com responsabilidade socioambiental.

Inicialmente foi feita uma análise geral das faturas de energia identificando oportunidades de redução nas modalidades tarifárias, na demanda contratada, na existência de cobrança de energia reativa excedente e de ultrapassagem de demanda. Todas as informações foram dispostas na Tabela 5.1 e 5.2, apenas ao trabalho.

Alguns conceitos foram necessários para início da análise, segundo a Resolução Normativa ANEEL nº 414/2010, que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada, a seguir:

(...)

**XX – demanda:** média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressa em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère-reactivo (kvar), respectivamente;

XXI – **demanda contratada:** demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, e que deve ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW); (...)

L – **modalidade tarifária:** conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e demanda de potência ativas, considerando as seguintes modalidades: (...)

c) **modalidade tarifária convencional binômia:** aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, independentemente das horas de utilização do dia;

d) **modalidade tarifária horária verde:** aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, assim como de uma única tarifa de demanda de potência; e

e) **modalidade tarifária horária azul:** aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia; (...)

XXXI – **energia elétrica ativa:** aquela que pode ser convertida em outra forma de energia, expressa em quilowatts-hora (kWh); (Redação dada pela REN ANEEL 418, de 23.11.2010)

XXXII – **energia elétrica reativa:** aquela que circula entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada, sem produzir trabalho, expressa em quilovoltampère-reactivo-hora (kvarh); (Redação dada pela REN ANEEL 418, de 23.11.2010) (...) ... (grifo nosso)

Esses conceitos serão abordados com maior frequência a partir do próximo item.

### 5.1.1 Análise das faturas de energia elétrica

As edificações estudadas são classificadas como Poder Público, pertencentes ao Grupo A - Subgrupo AS, com tensão de fornecimento nominal de 380/220V, lim. Inf. 353/204V e Lim. Sup. 399/231V, a partir do sistema subterrâneo de distribuição, por demanda contratada, expressa em quilowatts (kW), representada pelo fluxograma da Figura 5.1.

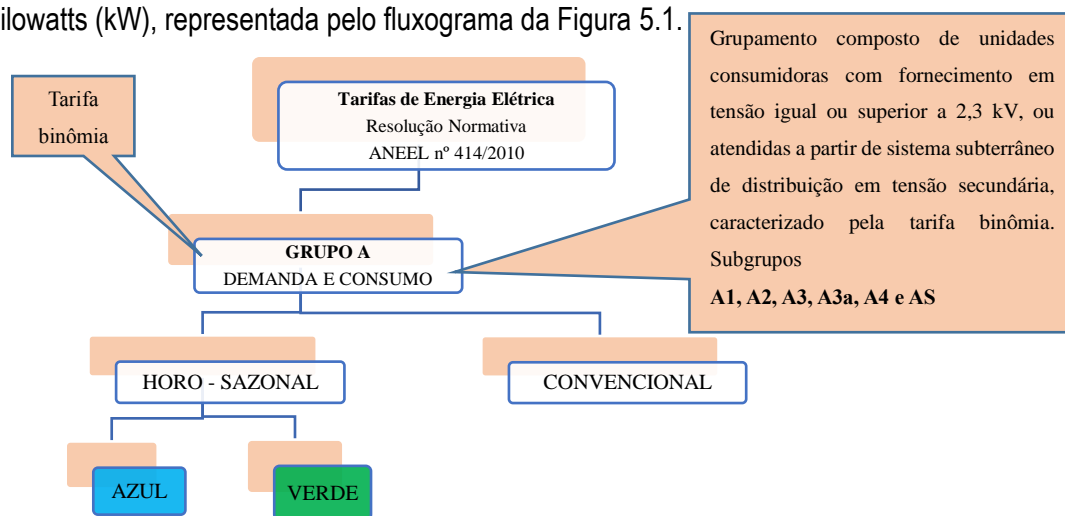


Figura 5.1 - Fluxograma – Tarifas de energia elétrica Grupo A, conforme REN ANEEL nº 414/2010.

De posse de todas as faturas de energia elétrica das 30 edificações, estruturada no capítulo 4, etapa 3, inicialmente, identificou-se o tipo de modalidade tarifária contratada.

#### A - Modalidade tarifária

A Figura 5.2 ilustra o panorama das modalidades tarifárias, existentes nas edificações, no período do estudo. Nota-se a predominância da modalidade tarifária verde em vinte e duas (22) edificações, seis (6) edificações na modalidade tarifária azul e uma (1) na modalidade tarifária convencional monômnia - trifásica



Figura 5.2 – Tipos de modalidade tarifária identificadas nas edificações da Esplanada dos Ministérios. Dados: Faturas de energia e imagem: Google Earth Pro.

Para um melhor entendimento do cenário encontrado houve a necessidade de verificar as três modalidades separadamente.

#### **1 - Modalidade tarifária convencional monômnia - trifásica**

Na Figura 5.2, destaca-se o bloco O, na cor rosa, ligação trifásica, está enquadrado na modalidade tarifária convencional monômnia, caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica independentemente das horas de utilização do dia. O bloco encontra-se desocupado desde 2013, anteriormente era ocupado pelo Ministério da Defesa – Exército. Atualmente, encontra-se sob a gestão do Ministério do Planejamento e Gestão com processo de reforma para retrofit da edificação. Dessa forma, não apresenta contratação de demanda, conforme REN414/2010 no seu Art. 63. § 4º “A contratação de demanda não se aplica às unidades consumidoras do grupo A que optarem pela aplicação de tarifas do grupo B”.

Segundo informações do projeto básico, processo nº 03110.211556/2015-65, a estrutura da edificação encontra-se com diversas anomalias oriundas da falta de manutenção adequada, tais como, corrosão das ligações entre pilares e vigas metálicas, pendurais de suporte da laje inferior inadequados, deslocamento do concreto na base de alguns pilares na garagem, infiltração e ataque aos elementos estruturais pela presença de umidade, deterioração da laje de concreto do reservatório elevado na cobertura.

Nesse sentido, foi analisado o valor de energia elétrica correspondente a uma edificação vazia. As demais edificações se estruturam conforme apresentado no Cap. 4.

## 2 - Modalidade tarifária horo-sazonal azul

A modalidade tarifária horo-sazonal azul foi identificada em 6 (seis) edificações. A opção por essa modalidade, exige um contrato específico com a concessionária, em que se pactua tarifas diferenciadas para a demanda de potência e para o consumo de energia, com a seguinte estrutura:

I – Para a demanda de potência (kW):

- a) uma tarifa para o posto tarifário **ponta** (R\$/kW); e
- b) uma tarifa para o posto tarifário **fora de ponta** (R\$/kW).

II – Para o consumo de energia (MWh):

- a) uma tarifa para o posto tarifário **ponta em período úmido** (R\$/MWh);
- b) uma tarifa para o posto tarifário **fora de ponta em período úmido** (R\$/MWh);
- c) uma tarifa para o posto tarifário **ponta em período seco** (R\$/MWh); e
- d) uma tarifa para o posto tarifário **fora de ponta em período seco** (R\$/MWh).

A demanda contratada na ponta, corresponde ao período de 3 (três) horas consecutivas, exceto sábados, domingos e feriados nacionais, definido pela concessionária, em função das características de seu sistema elétrico. O horário de ponta ou horário de pico, no DF, é o período do dia entre às 18h00 e 21h00 (das 19 h às 22h no horário de verão) de segunda a sexta-feira, quando existe o maior consumo de energia elétrica. É nesse período que a iluminação pública da cidade começa a funcionar, coincidindo com o momento em que a maioria das pessoas está em casa tomando banho e ligando as luzes e eletrodomésticos. Já a demanda contratada fora de ponta corresponde às demais 21 horas do dia, que não sejam os referentes ao horário de ponta. O período seco abrange os meses (maio a novembro) e o período úmido (dezembro a abril).



A Tabela 5.3 ilustra a estrutura e também os valores diferenciados das tarifas horo-sazonal azul (CEB - nov./18). Observa-se no campo AS-Poder público o valor das tarifas de demanda (R\$/kW) e de consumo em (R\$/kWh), sobretudo o valor correspondente a ultrapassagem de demanda, a tarifa dobra de valor, tanto na ponta como fora ponta.

Tabela 5.3 – Tarifa Horo-Sazonal Azul Fonte: CEB (nov./2018).

**Tarifa Horo-Sazonal Azul**  
**BANDEIRA VERMELHA PATAMAR 2**

Comercial/Industrial acima de 1000 kWh Poder Público/Resid. > de 500 kWh Demais classes: qualquer consumo	ICMS	Demanda - R\$/kW				Consumo - R\$/kWh			
		Ponta	Fora de Ponta	Ultrapas. na ponta	Ultrapas. f. de ponta	Ponta seca	Ponta úmida	F. de ponta seca	F. de ponta úmida
A2 - Comercial/Industrial	21%	11,3269457	6,3000393	22,6538915	12,6000787	0,7387977	0,7387977	0,4966268	0,4966268
A2 - Poder Público	25%	11,9545643	6,6491203	23,9091298	13,2982407	0,7797340	0,7797340	0,5241446	0,5241446
A2 - Saneamento (redução de 15%)	18%	9,2631645	5,1521666	18,5263250	10,3043313	0,6041880	0,6041880	0,4061409	0,4061409
A3a - Saneamento (redução de 15%)	18%	23,2169466	8,7372142	46,4338931	17,4744285	0,6254836	0,6254836	0,4274365	0,4274365
A3a - Comercial/Industrial	21%	28,3895524	10,6838167	56,7791048	21,3678335	0,7648379	0,7648379	0,5226670	0,5226670
A4 - Comercial/Industrial	21%	28,3895524	10,6838167	56,7791048	21,3678335	0,7648379	0,7648379	0,5226670	0,5226670
A4 - Poder Público	25%	29,9625986	11,2757999	59,9251973	22,5515999	0,8072170	0,8072170	0,5516276	0,5516276
A4 - Saneamento (redução de 15%)	18%	23,2169466	8,7372142	46,4338931	17,4744285	0,6254836	0,6254836	0,4274365	0,4274365
A4 - Serviço Público Tração Elétrica	18%	27,3140548	10,2790756	54,6281096	20,5581512	0,7358631	0,7358631	0,5028665	0,5028665
A4 - Rural (redução de 10%)	18%	24,5826493	9,2511680	49,1662966	18,5023361	0,6622768	0,6622768	0,4525798	0,4525798
A4 - Madrugada (redução de 80%)	18%	-	-	-	-	0,1471726	0,1471726	0,1005733	0,1005733
A4 - Cooperativa (redução de 50%)	18%	13,6570274	5,1395378	27,3140548	10,2790756	0,3679315	0,3679315	0,2514332	0,2514332
A4 - Residencial	25%	29,9625986	11,2757999	59,9251973	22,5515999	0,8072170	0,8072170	0,5516276	0,5516276
AS - Comercial/Industrial	21%	54,7315920	14,8444677	109,4631841	29,6889355	0,7977556	0,7977556	0,5555847	0,5555847
AS - Poder Público	25%	57,7642332	15,6669898	115,5284665	31,3339797	0,8419587	0,8419587	0,5863693	0,5863693

Bandeira vermelha patamar 2\* (Isso significa cobrança adicional de R\$ 3,50 por 100 quilowatt-hora (kWh) consumidos).

Nesse sentido a incorreta contratação pode onerar o valor da fatura, simplesmente pela falta de monitoramento do consumo, considerada uma medida a custo zero para a administração pública.

Com relação as bandeiras, desde 2015 é cobrado nas faturas de energia um valor referente ao custo real da geração de energia, chamadas de bandeiras tarifárias, tem o papel de alertar o consumidor sobre as condições da energia gerada. As cores indicam se haverá acréscimo ou não de tarifas.

- ✓ Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo;
- ✓ Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,010 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;
- ✓ Bandeira vermelha - Patamar 1: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,030 para cada quilowatt-hora kWh consumido.
- ✓ Bandeira vermelha - Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,050 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

No Brasil, com exceção de Roraima, sistema isolado, todos os consumidores cativos das distribuidoras serão faturados pelo sistema de Bandeiras Tarifárias. (ANEEL)

### 3 - Modalidade tarifária horo-sazonal Verde

A modalidade tarifária horo-sazonal verde foi identificada em 22 (vinte e duas) edificações. A opção pela modalidade THS verde abrange um contrato kW fora ponta, considerando-se a seguinte estrutura:

- I – Tarifa única para a demanda de potência (R\$/kW); e
- II – Para o consumo de energia (MWh):
  - a) uma tarifa para o posto tarifário **ponta em período úmido** (R\$/MWh);
  - b) uma tarifa para o posto tarifário **fora de ponta em período úmido** (R\$/MWh);
  - c) uma tarifa para o posto tarifário **de ponta em período seco** (R\$/MWh); e
  - d) uma tarifa para o posto tarifário **fora de ponta em período seco** (R\$/MWh)

A Tabela 5.4 apresenta a estrutura e os valores diferenciados da tarifa horo-sazonal verde, no âmbito da concessionária CEB-nov./ 2018, com demanda (R\$/kW) e consumo (R\$/kWh). Nota-se por ultrapassagem, na classe Poder público, o dobro, o valor da tarifa.

Tabela 5.4 – Tarifa Horo-Sazonal Verde. Fonte: CEB (nov./2018).

Comercial/Industrial acima de 1000 kWh Poder Público/Residencial acima de 500 kWh Demais classes: qualquer consumo	ICMS	Demanda - R\$/kW		Consumo - R\$/MWh			
		Normal	Ultrapas.	Ponta seca	Ponta úmida	F. de ponta seca	F. de ponta úmida
A3a - (30 a 44 kV)	21%	10,6838167	21,3676335	1,4491534	1,4491534	0,5226670	0,5226670
A4 - Comercial/Industrial	21%	10,6838167	21,3676335	1,4491534	1,4491534	0,5226670	0,5226670
A4 - Poder Público	25%	11,2757999	22,5515999	1,5294500	1,5294500	0,5516276	0,5516276
A4 - Saneamento (redução de 15%)	18%	8,7372142	17,4744285	1,1851161	1,1851161	0,4274365	0,4274365
A4 - Rural (redução de 10%)	18%	9,2511680	18,5023361	1,2548288	1,2548288	0,4525798	0,4525798
A4 - Magrugada (redução de 80% no consumo)	18%	-	-	-	-	0,1005733	0,1005733
A4 - Cooperativa (redução de 50%)	18%	5,1395378	10,2790756	0,6971271	0,6971271	0,2514332	0,2514332
A4 - Residencial	25%	11,2757999	22,5515999	1,5294500	1,5294500	0,5516276	0,5516276
A4 - Serviço Público Tração Elétrica	18%	10,2790756	20,5581512	1,3942543	1,3942543	0,5028665	0,5028665
AS - Comercial/Industrial	21%	14,8444677	29,6889355	2,1175351	2,1175351	0,5555847	0,5555847
AS - Poder Público	25%	15,6669898	31,3339797	2,2348663	2,2348663	0,5863693	0,5863693

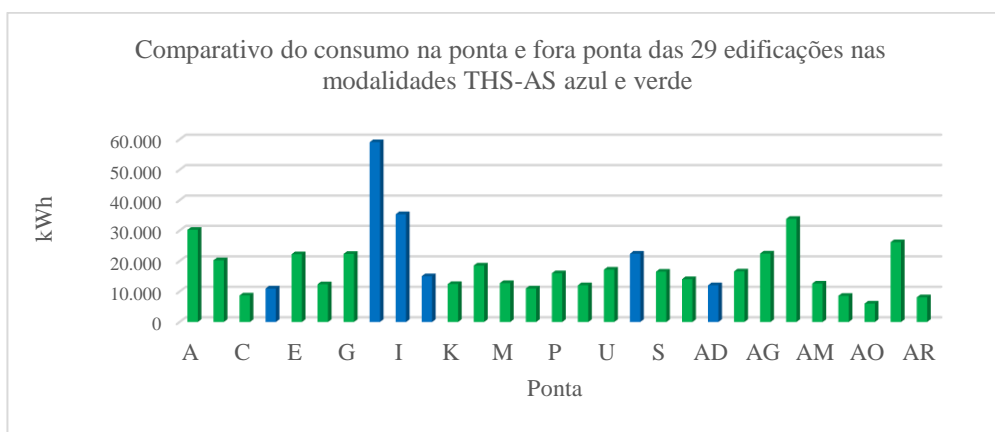
### Resultados da modalidade tarifária

Os Gráficos 5.1 (a) e (b) apresentam o comparativo do consumo (a) na ponta e (b) fora ponta, das 29 edificações nas modalidades THS azul e verde, excluído o bloco O. A princípio, nota-se no Gráfico 5.1(a) que o maior consumo na ponta é o bloco H, seguido do bloco I, trata-se do Anexo I do Palácio do Itamaraty e o próprio Palácio, Figura 5.3.

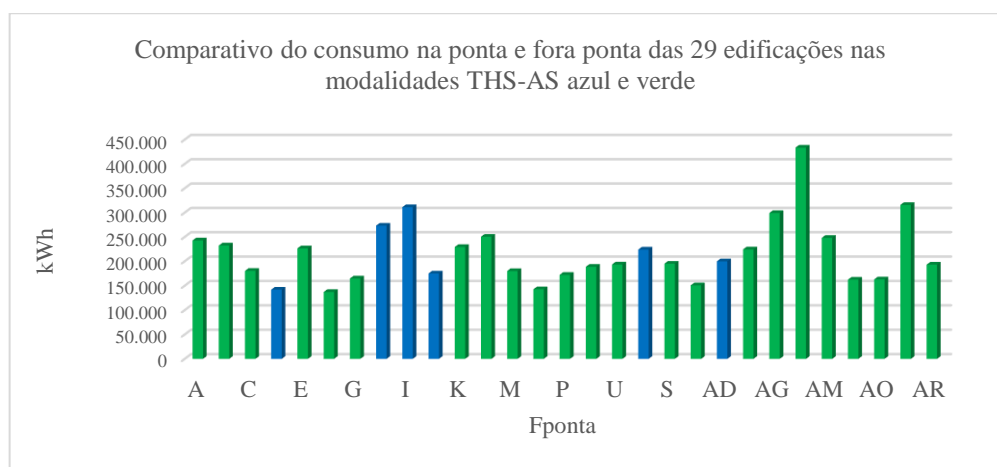
O bloco H e I tem funcionamento para o público de 8h00 às 20h00 e de 8h00 às 19h00, respectivamente. A Figura 5.4 apresenta a geração de energia das edificações, em plena segunda-

feira, foto tirada às 20:54, em 30/07/2018, em pleno mês de férias. A edificação, por ser um cartão postal de Brasília, permanece com as luzes acesas durante toda a noite. A modalidade tarifária azul está correta, entretanto o consumo de energia é considerado alto, conforme Figura 5.3 (b), consumo fora ponta. As edificações apresentam oportunidades para redução, tais como trocas das lâmpadas e refletores holofote de LED e campanhas educativas aos usuários de energia.

Observa-se ainda, em relação ao comparativo na ponta, Figura 5.3 (a), que em algumas edificações, tais como, bloco D e Anexo AD, THS-AS azul, apresentam consumo menor do que os cadastrados na modalidade verde, por exemplo, o bloco A e os anexos AL e AP. Já o comparativo Fora ponta, Figura 5.3 (b), nota-se que o Anexo AL e o Anexo AP apresentam um alto consumo. Isso representa nova oportunidade de redução no enquadramento tarifário, por exemplo.



(a)



(b)

Gráfico 5.1 - Comparativo do Consumo dos blocos e anexos no horário de ponta (a) e Fora Ponta (b).



Figura 5.3 - Imagem via satélite da Esplanada dos Ministérios. Fonte: Google Earth. Acesso em: 08/05/17.

Figura 5.4 - Palácio dos Arcos e Anexo - bloco I e H

## B - Demanda contratual

Na análise referente as demandas contratuais das edificações, verificou-se oportunidades de redução. Para amostragem das situações encontradas, por conterem um número maior de faturas de energia, cerca de 7 e 8 anos, o bloco E, e, o anexo F serão parâmetro para comparação aos demais.

A Tabela 5.5 apresenta o histórico de potência em kW, do bloco E, no período de 8 anos. Nota-se que o valor da demanda contratada permanece a mesma, 1.150 kW ao longo dos anos, entretanto, observa-se que apenas no ano de 2010 o consumo se aproxima ao valor contratado, nos demais anos observa-se uma acentuada queda no consumo de energia, principalmente em 2013 e 2014. A edificação estava em obra do 6º ao 9º andar. Essa obra trouxe melhoria a edificação, principalmente na estrutura elétrica, conforme relatado no capítulo 4. Entretanto, a demanda contratada não foi alterada, no caso específico, diminuída. O horário de funcionamento dos órgãos, lotados na edificação, é de segunda a sexta-feira, de 8 às 18 horas, comum com a maioria das edificações.

Tabela 5.5 – Histórico de potência em kW no período de 8 anos do bloco E.

Mês	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Demanda
Jan	953	1041	776	801	685	891	830	784	650	1150
Fev	1071	1135	1014	764	699	985	788	785	709	1150
Mar	1092	1026	998	612	662	899	893	784	679	1150
Abr	1085	1009	927	797	640	867	860	764	666	1150
Mai	1083	927	922	788	669	820	791	722	572	1150
Jun	1150	832	801	586	566	702	716	646	540	1150
Jul	1150	685	756	503	482	687	632	592	538	1150
Ago	1150	951	658	514	695	665	668	571	591	1150
Set	1150	1005	855	580	896	836	764	657	602	1150
Out	1071	1068	905	760	1053	934	801	722	717	1150
Nov	1089	881	881	689	1009	955	877	828	675	1150
Dez	1083	881	690	728	883	892	726	648		1150

O Gráfico 5.2 ilustra de forma mais clara, o histórico de potência, em kW, de 2010 a 2018. Segundo a REN414/2010, a demanda contratada é continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, e que deve ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW). Ou seja, no decorrer de 8 anos, pagou-se por demanda que não foi utilizada. Nesse sentido, o valor correto simulado para o período é de 850kW, haja vista a necessidade da edificação, a partir de 2016.

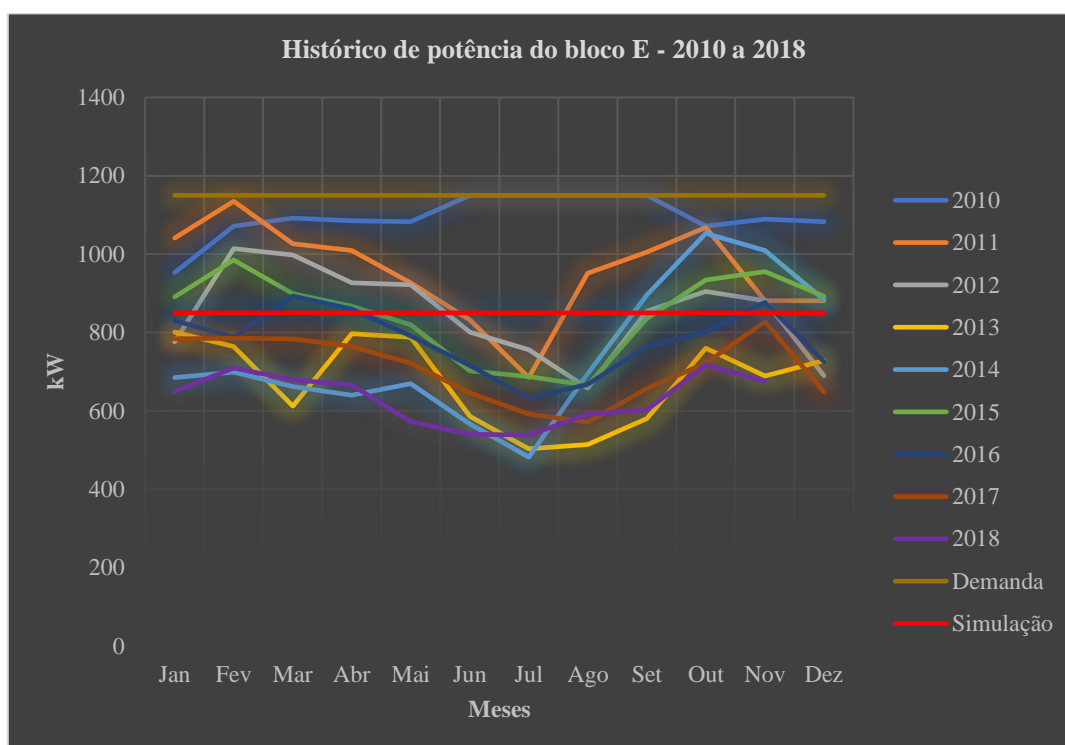


Gráfico 5.2 – Histórico de potência em kW de 2010 a 2018 do bloco E.

Em termos financeiros, a edificação deixou de economizar um valor aproximado de R\$250mil com energia elétrica, valor esse que poderia ter sido utilizado para melhorias dentro da edificação, tais como troca das lâmpadas fluorescentes por tubulares LED. Segundo o Gráfico 5.2, observa-se ainda que o período de queda de potência é mais acentuado no mês de janeiro, julho e dezembro, período de férias e também no mês de agosto, período de seca, principalmente em 2013 e 2017.

Foi identificado, nas demais edificações, casos semelhantes ao bloco E, valores contratados superiores a demanda de consumo da edificação e casos também com excedente e

cobrança pela ultrapassagem da demanda contratada. O que representa um valor maior de redução ao que foi encontrado, constante na Tabela 5.1.

Analisando o anexo AF, como parâmetro para os 9 anexos, a Tabela 5.6 mostra o histórico de potência do período 2011 a 2017. Observa-se ao longo do período que a demanda contratada de 1.100kW não foi alterada, mesmo com a queda do consumo, e, conseqüentemente, também a queda de potência. O valor mais próximo ao contratado consta no mês de outubro de 2012. Vale ressaltar que conforme legislação para cobrança de ultrapassagem o consumidor teria que passar 5% do valor contratado, no caso em questão, 1155kW. Os meses de abril, maio e junho de 2015 não foi disponibilizado.

Tabela 5.6 - Histórico de potência em kW do Anexo AF.

Histórico de potência em kW								
Mês	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Demanda
JAN	986	911	945	926	774	815	774	1100
FEV	1009	952	912	972	870	760	785	1100
MAR	989	971	965	977	819	809	821	1100
ABR	965	971	972	949		860	806	1100
MAI	929	970	957	868		790	802	1100
JUN	938	952	923	830		766		1100
JUL	902	941	929	747	779	746		1100
AGO	936	910	932	807	714	753		1100
SET	941	919	943	832	803	788		1100
OUT	961	1100	954	916	850	829		1100
NOV	967	956	958	851	858	800		1100
DEZ	913	954	966	826	828	753		1100

O Gráfico 5.3 apresenta o histórico de potência em kW, de 2011 a 2017, do Anexo AF de forma mais clara, com demanda contratada de 1100kW em todos os anos. Observa-se que a demanda teve seu ápice em outubro 2012. Ao longo dos anos houve redução da potência, pelas melhorias ocorridas na edificação. O valor ideal da demanda contratada para a necessidade da edificação, seria 850kW. Os meses de baixo consumo foram os mesmos do bloco E. A edificação do anexo AF em visita *in loco*, mostrou grandes incentivos com relação ao aspecto sustentável, tais como, coleta de lixo eletrônico, jardinagem com pedras seixos ao longo de toda a extensão da edificação, que facilitam a drenagem da água evitando que ela se acumule e afete a vegetação. E mesmo assim poderia ter tido ao longo dos anos uma economia.

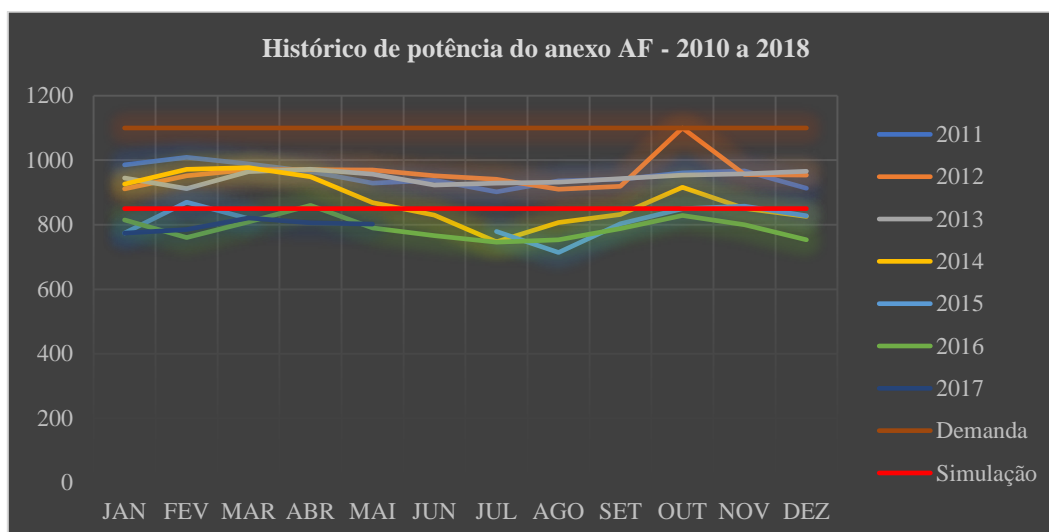


Gráfico 5.3 - Histórico de potência em kW do Anexo AF - 2011 a 2017.

Os demais anexos apresentaram similaridade ao caso exposto. Houve edificações que apresentaram valores altos por ultrapassagem de demanda. Vale ressaltar que a cobrança pela ultrapassagem é adicionada ao faturamento quando os montantes de demanda de potência ativa excederem em mais de 5% (cinco por cento) os valores contratados. Dentre todos, cita-se um caso específico, cobrança pela vigência do contrato vencido.

## Resultados

Identificado neste item, grandes oportunidades de redução nas faturas de energia elétrica. Importante destacar a necessidade de controle do consumo energético mensal, por parte do gestor predial ou fiscal do contrato da edificação. Medidas simples de acompanhamento podem trazer grandes reduções.

Cabe ainda relatar uma importante observação que poderia ter dado um impacto positivo na edificação. Conforme mencionado houve melhorias por parte do MI, na troca das lâmpadas, monitoramento do sistema elétrico e do ar condicionado, entretanto, no exemplo exposto, observou-se uma acentuada queda no consumo de energia, entretanto irrelevante em relação aos valores em R\$, justamente pela ausência de monitoramento do consumo geral da edificação. Até que ponto a junção de vários órgãos num mesmo local traz benefícios aos cofres públicos? O estudo mostra que é mais negativo do que positivo para a administração pública.

O Gráfico 5.4 apresenta um exemplo de uma edificação com ultrapassagem de demanda contratada. A cor laranja corresponde a demanda contratada de 870 kW o que coincide apenas no mês de agosto de 2016, ultrapassando nos demais meses os 5% previsto. Isso corresponde a

uma perda de R\$56.947,30, de certo que com a impossibilidade de determinar os montantes faturáveis, o valor ainda é maior, pois os impostos e encargos incidem sobre o valor total da fatura.

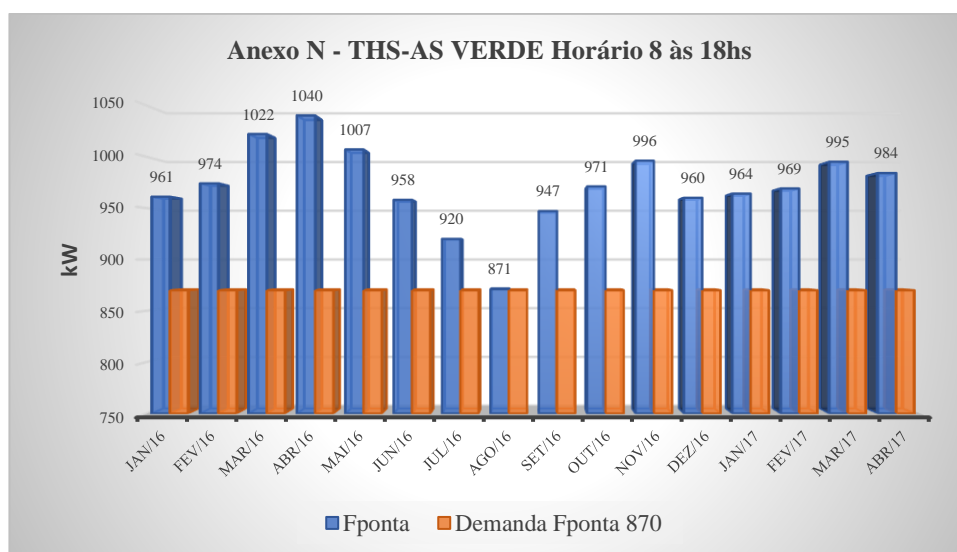


Gráfico 5.4 - Histórico de Ultrapassagem de demanda – Anexo N.

Ser orientado sobre o uso eficiente da energia elétrica, de modo a reduzir desperdícios e garantir a segurança na sua utilização está previsto no contrato de prestação de serviço, cláusula segunda, em direitos do consumidor.

O grande benefício gerado na redução não está na simples economia energética, mas sim no seu impacto indireto.

### C – Energia Reativa Excedente

Outra forma de redução, verificado nas faturas, foram as tarifas referente a Energia Reativa Excedente (EREX). O fator de potência de referência “fR”, indutivo ou capacitivo, tem como limite mínimo permitido, para as unidades consumidoras do grupo A o valor de 0,92, segundo dados da REN 414/2010. Os montantes de energia elétrica e demanda de potência reativos que excederem o limite permitido, aplicam-se as cobranças.

O Gráfico 5.5 apresenta o histórico de Energia Reativa Excedente (EREX), do bloco K, como exemplo. O limite excedido gerou o valor de R\$46.905,38 no período jan./2016 a abril/17, isso corresponde a 130.907 UFER. Nesse sentido é necessário a correção do fator de potência. A edificação apresenta dois medidores, medidor 1 para ar condicionado e medidor 2 para as demais cargas.



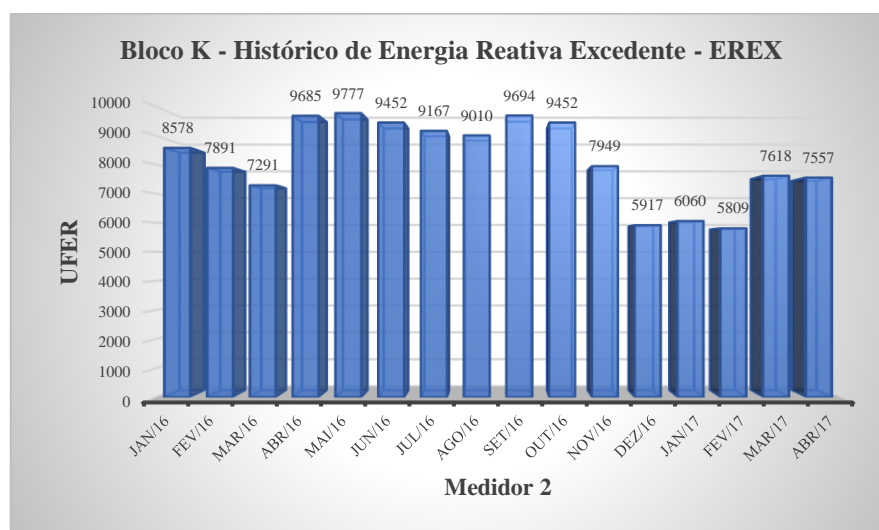


Gráfico 5.5 – Histórico de Energia Reativa do bloco K - medidor 2.

## Resultados

Vale ressaltar que das 29 edificações analisadas, 17 apresentaram energia reativa excedente (EREX), no valor total de R\$312.900,24.

A Tabela 5.2(Geral) apresenta informações do consumo em kWh na ponta e fora ponta e EREX e a Tabela 5.1 (Geral) apresenta todas as reduções realizadas, localizadas no apêndice.

### 5.1.2 Análise comparativa

Nesta etapa, o processo de análise será o comparativo das situações encontradas para conclusão final acerca do consumo das edificações na Esplanada dos Ministérios. Foram encontradas 12 situações comparativas.

O complexo de edifícios públicos situado na Esplanada dos Ministérios, em estudo, tem como características, quatro tipos de arquiteturas, conforme mostra a Figura 5.5.



Figura 5.5 - Tipos de arquiteturas (Anexos, Anexo dos Palácios, Palácios e os Blocos).  
Fonte: Google Earth/2018.

O estudo abrange 30 edificações e apresentam arquiteturas distintas nos blocos, nos anexos, nos palácios e seus anexos, conforme descrito no capítulo 4.

### Situação 1 - Somente os blocos (17)

Excluindo o bloco O do complexo, será feito uma análise dos 16 blocos ministeriais. A análise dará início apresentando as modalidades tarifárias dos blocos, bem como o consumo (a) na ponta e (b) fora ponta, no Gráfico 5.6. Observa-se 3 (três) edificações na modalidade tarifária azul, e 13 (treze) na modalidade tarifária verde. O bloco A apresenta um consumo superior aos demais no consumo Ponta.

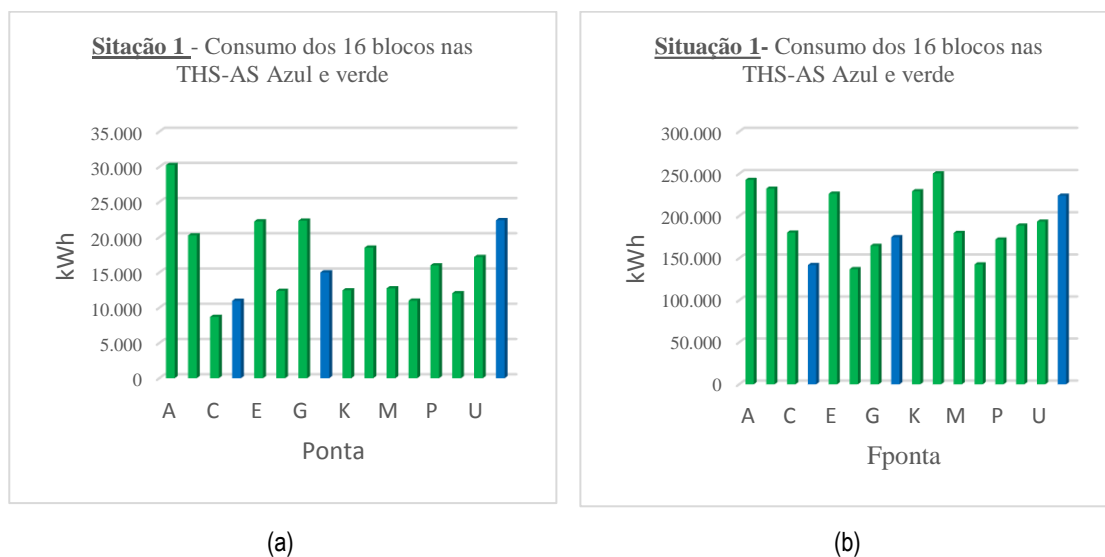


Gráfico 5.6 - Comparativo do consumo dos 16 blocos no horário de ponta(a) e fora ponta(b) na THS azul e verde.

### Situação 2 - Somente os anexos (9)

Ao todo são 9 (nove) anexos distribuídos na N2 e S2, e, em sua maioria apresentam postos de serviços para servidores e visitantes, tais como, postos bancários e restaurantes. No Gráfico 5.7 (a) observa-se que apenas o anexo AD tem contratação na modalidade tarifária azul, os demais têm contratação na modalidade tarifária verde. O horário de funcionamento da edificação AD é de 8 às 18hs. Já o anexo AL apresentou o maior consumo na ponta, seguido do anexo AP. Segundo informações dos órgãos, ambos funcionam de 7h00 às 20h00. Dessa forma, a contratação ideal seria na modalidade tarifária azul.

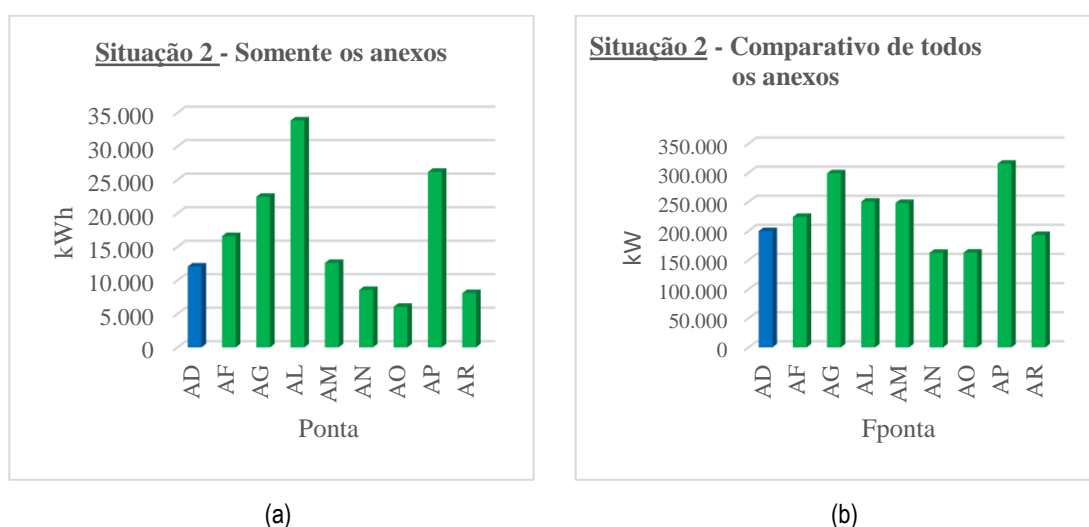


Gráfico 5.7 - Comparativo do Consumo dos anexos no horário de Ponta(a) e Fora ponta (b).

Tabela 5.7 - Valores pagos por energia elétrica dos anexos em (R\$)

Anexos	Valores pagos por energia elétrica da edificação (R\$)
AD	2.229.312,80
AF	2.439.113,24
AG	3.250.641,17
AL	4.023.053,49
AM	2.492.652,11
AN	1.737.844,40
AO	1.611.515,60
AP	3.259.942,38
AR	1.861.868,83

A Tabela 5.7 apresenta os valores pagos por energia elétrica dos 9 anexos, nota-se o menor consumo no anexo AO e o maior consumo no anexo AL.

### Situação 3 - Somente os blocos que não possuem anexo

O Gráfico 5.8 apresenta o consumo das edificações que não possuem anexos, vale ressaltar que o projeto inicial da Esplanada dos Ministérios previa a construção de mais oito edificações completando os 17 previsto, conforme mencionado no capítulo 4. A não construção acarretou em vários órgãos redistribuídos tanto na Esplanada ou em edificações alugadas, onerando os cofres públicos pela má gestão pública.

Nota-se no Gráfico 5.8 que o consumo do bloco C, na ponta, é o mais baixo em relação aos demais. O enquadramento do bloco J, na THS azul, deve ser revisto uma vez que o órgão tem o funcionamento igual aos demais, de 8h00 às 18h00.

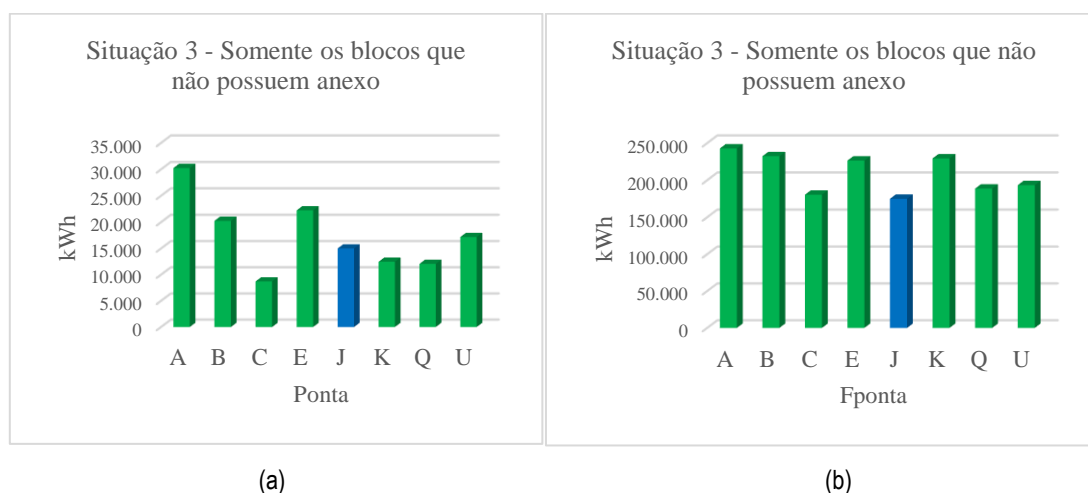


Gráfico 5.8 - Comparativo de consumo de energia em kWh dos blocos que não possuem anexo no horário de Ponta (a) e Fora ponta (b).

Com relação ao valor pago por energia, no período analisado, destaca-se na Tabela 5.8, que a edificação que paga o menor valor por energia elétrica é o bloco C. Nesse sentido, o estudo pode servir de base para as edificações trocarem experiência, tais como hábitos de consumo, entre outros, uma vez que possuem a mesma estrutura física e quantitativo de usuários.

Tabela 5.8 – Valores pagos por energia elétrica em R\$ das edificações que não possuem anexo.

Blocos	Valores pagos por energia elétrica da edificação (R\$)
A	3.368.895,53
B	2.407.898,25
C	1.764.546,41
E	2.344.792,06
J	1.930.960,64
K	2.305.99,55
Q	1.919.042,37
U	2.033.755,98

#### Situação 4 - Somente os blocos que possuem anexo

Os anexos são edificações que dão suporte aos blocos, apresentam em suas estruturas serviços de restaurante, lanchonete e postos bancários. O Gráfico 5.9, mostra o consumo de energia para comparativo. Nota-se o bloco D e R enquadrados na THS azul

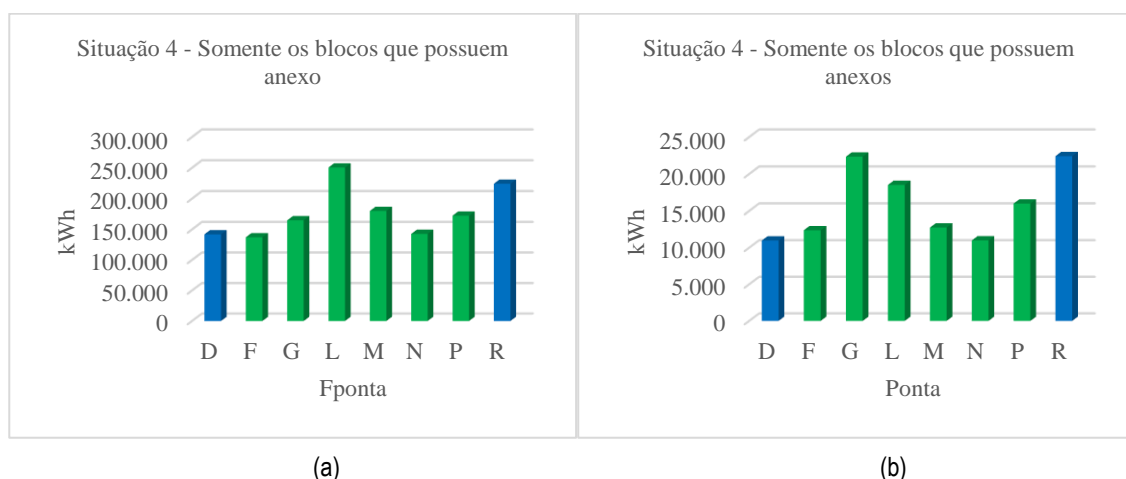


Gráfico 5.9 - Comparativo de consumo de energia em kWh dos blocos que possuem anexo no horário de fora ponta (a) e ponta (b).

Analisando o valor pago em energia elétrica das edificações, nota-se na Tabela 5.9, que a edificação que paga o menor valor por energia elétrica é o bloco F. Novamente o estudo pode servir de base para as edificações trocarem experiência, tais como hábitos de consumo, entre outros, uma vez que possuem a mesma estrutura física e quantitativo de usuários. Os valores expressivos enquadram-se nos blocos R e L.

Tabela 5.9 – Valores pagos por energia elétrica em R\$ das edificações que possuem anexo.

Blocos	Valores pagos por energia elétrica da edificação (R\$)
D	1.716.741,20
F	1.503.195,34
G	1.899.214,06
L	2.413.820,13
M	1.950.204,96
N	1.538.286,89
P	1.888.247,08
R	2.499.183,41

### Situação 5 - Somente os blocos na modalidade tarifária azul

O Gráfico 5.10 mostra o consumo de energia somente dos blocos na modalidade THS-AS azul ponta e fora ponta. As edificações apresentam horários de funcionamento de 8h00 às 18h00, não necessitando do enquadramento THS-AS azul.

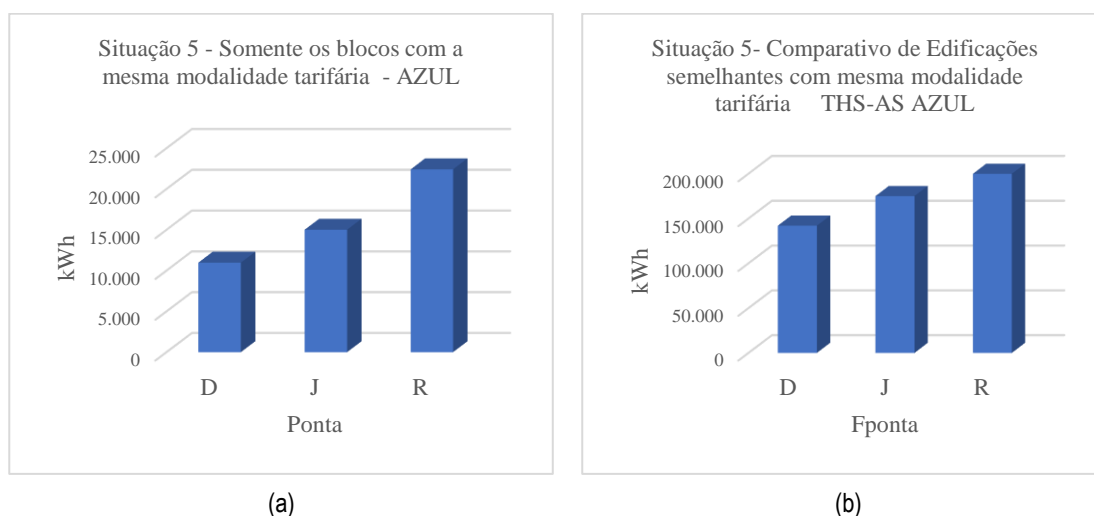


Gráfico 5.10 - Comparativo do Consumo das edificações com mesma modalidade tarifária azul na ponta(a) e fora ponta(b).

Verificando os valores pagos por energia elétrica, Tabela 5.10, nota-se o menor consumo no bloco D. Vale destacar que o bloco R apresenta valores de ultrapassagem, EREX e correção de demanda. Destaca-se o controle do monitoramento por parte de umas edificações e a falta por parte de outras no consumo da Esplanada em geral.

Tabela 5.10 – Valores pagos por energia elétrica em R\$ das edificações que possuem anexo.

Blocos	Valores pagos por energia elétrica da edificação (R\$)
D	1.716.741,20
J	1.930.960,64
R	2.499.183,41

### Situação 6 - Somente os blocos na modalidade tarifária verde

O Gráfico 5.11 (a) e (b) mostra o consumo de energia somente dos blocos na modalidade THS-AS verde, Ponta e Fora ponta. As edificações apresentam horários de funcionamento de 8h00 às 18h00, com exceção dos blocos L, P e U 7h00 às 20h00. O menor consumo apresentado no Gráfico 5.11 (b) Fora ponta é o bloco F. Com relação aos valores a Tabela 5.11, mostra a pequena diferença entre o bloco F e N.

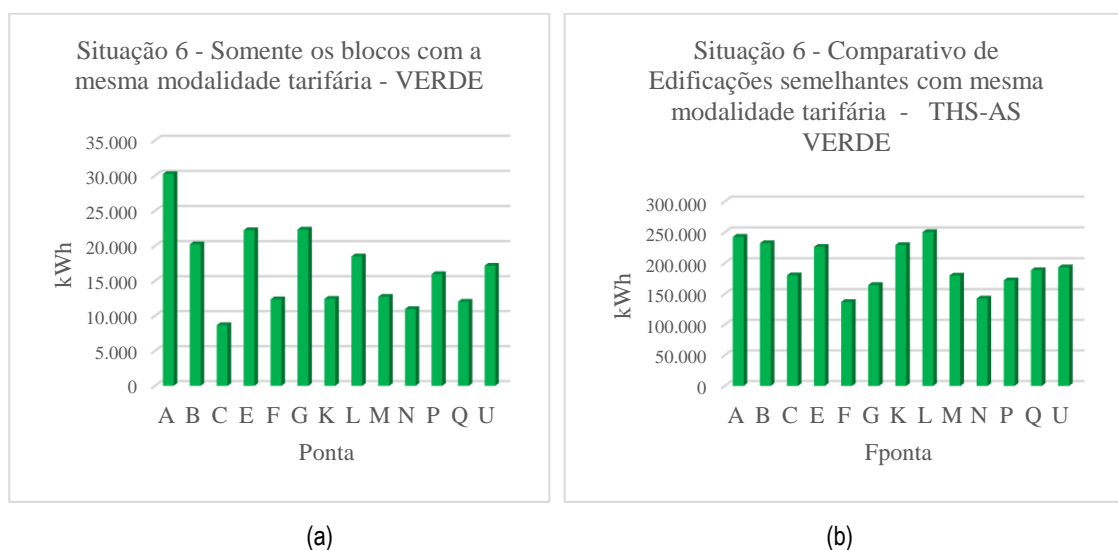


Gráfico 5.11 - Comparativo do Consumo das edificações com mesma modalidade tarifária verde na ponta(b) e fora ponta(a).

Tabela 5.11 – Valores pagos por energia elétrica em R\$ dos blocos na modalidade tarifária verde.

Blocos	Valores pagos por energia elétrica da edificação (R\$)
A	3.368.895,53
B	2.407.898,25
C	1.764.546,41
E	2.344.792,06
F	1.503.195,34
G	1.899.214,06
K	2.305.999,55
L	2.413.820,13
M	1.950.204,96
N	1.538.286,89
P	1.888.247,08
Q	1.919.042,37
R	2.499.183,41

### Situação 7 - Somente os blocos que possuem dois medidores

As edificações, conforme mostra o Gráfico 5.12, relaciona os blocos que apresentam dois medidores de energia, medidor 1 para ar condicionado e medidor 2 para demais cargas. Observa-se o consumo elevado do bloco A e K, entretanto, existe um diferencial com relação ao consumo na ponta, do bloco K. Os valores pagos são altos, conforme mostra a Tabela 5.12 O menor valor pago por energia elétrica é o bloco Q.



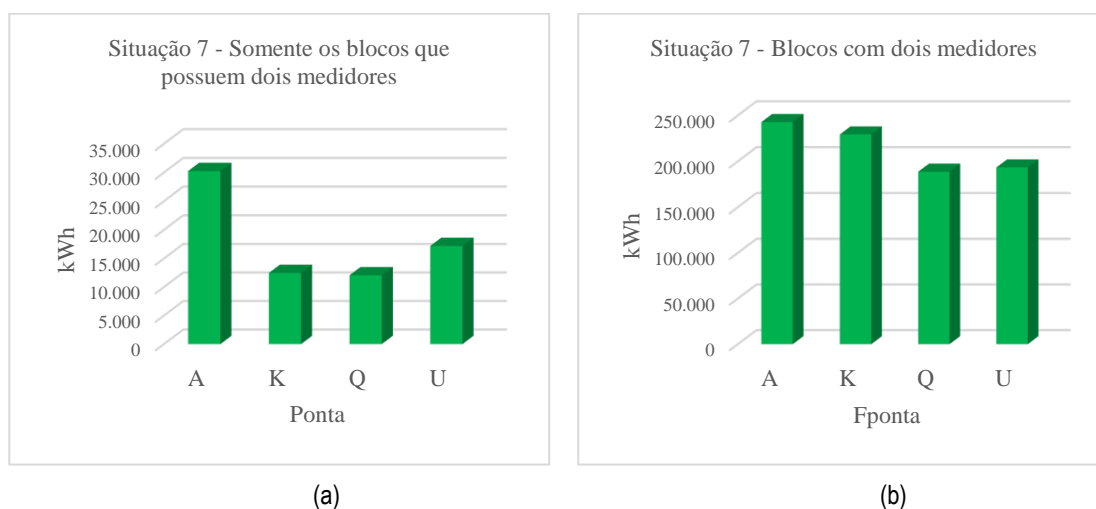


Gráfico 5.12 - Comparativo de consumo de energia em kWh dos blocos que possuem dois medidores no horário de fora ponta (a) e ponta (b).

Tabela 5.12 – Valores pagos por energia elétrica em R\$ das edificações que possuem dois medidores.

Blocos	Valores pagos por energia elétrica da edificação (R\$)
A	3.368.895,53
K	2.305.999,55
Q	1.919.042,37
U	2.033.755,98

### Situação 8 - Somente os blocos com dois medidores – ar condicionado

Com relação ao medidor ar condicionado, nota-se no Gráfico 5.13, o consumo maior no bloco K. E, com relação aos valores pagos, o bloco U apresenta o menor valor, Tabela 5.13. Interessante a edificação ter um medidor exclusivo para ar condicionado, principalmente por ser o vilão do consumo de uma edificação pública.

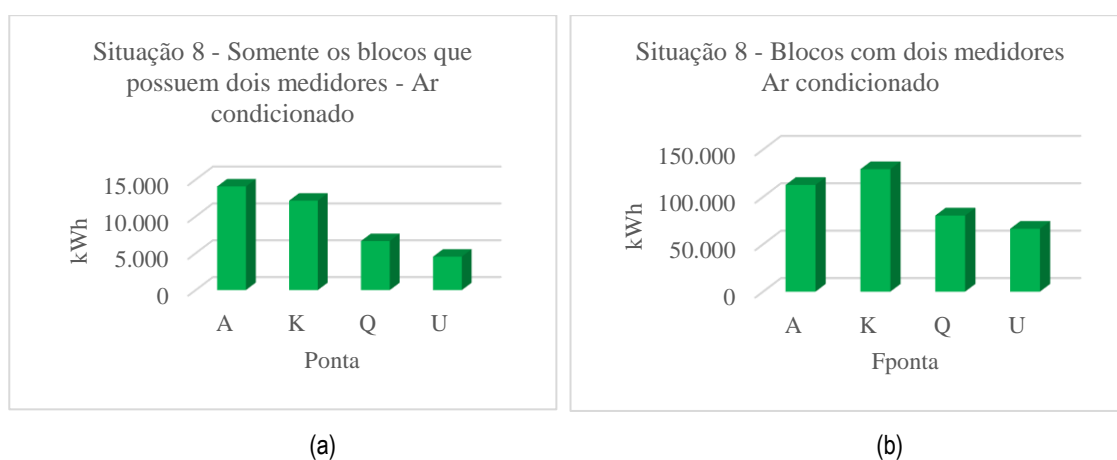


Gráfico 5.13 - Comparativo de consumo de energia em kWh dos blocos que possuem dois medidores – Ar condicionado, no horário de Fora ponta (a) e ponta (b).

Tabela 5.13 – Valores pagos por energia elétrica em R\$ das edificações com dois medidores – Ar condicionado

Blocos	Valores pagos por energia elétrica da edificação (R\$) – ar condicionado
A	1.563.067,41
K	1.348.548,67
Q	842.318,47
U	717.675,21

### Situação 9 - Somente os blocos com dois medidores – demais cargas

O Gráfico 5.14 apresenta os blocos com medidor exclusivo para as demais cargas. O consumo fora ponta apresenta pouca diferença entre as quatro edificações, entretanto, o consumo na ponta é elevado no bloco A. Observa-se na Tabela 5.14, que o bloco K apresenta o menor valor de consumo.

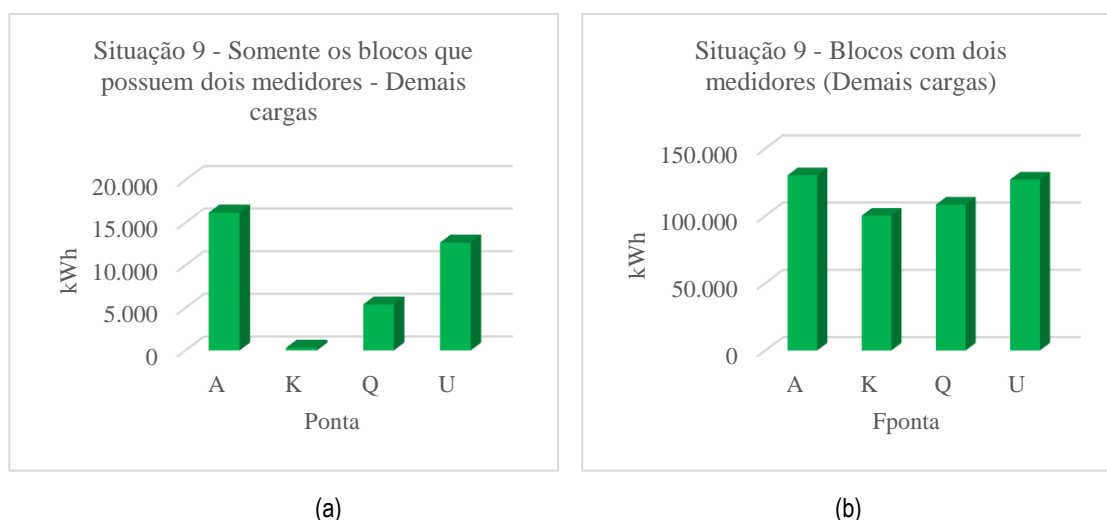


Gráfico 5.14 - Comparativo de consumo de energia em kWh dos blocos que possuem dois medidores – Demais cargas, no horário de Fora ponta (a) e ponta (b).

Tabela 5.14 – Valores pagos por energia elétrica em R\$ dos blocos com dois medidores – Demais cargas.

Blocos	Valores pagos por energia elétrica da edificação (R\$) – demais cargas
A	1.805.828,12
K	957.450,88
Q	1.076.723,90
U	1.316.080,77

A Tabela 5.15 (a) e (b) apresenta um comparativo entre a demanda contratada e os valores de consumo na ponta e fora ponta das edificações que apresentam dois medidores, ar condicionado e demais cargas. No início foi abordado que 45% do consumo de uma edificação pública, concentra-se em 45%. Nota-se no medidor, para demais cargas, o menor consumo no bloco K, com maior demanda contratada.

Tabela 5.15 - Comparação das edificações que possuem dois medidores blocos A, K, Q e U (a) e (b).

Medidor para demais cargas					Ar condicionado				
Bloco	Identificação	Demanda contratada	ponta	Fora ponta	Bloco	Identificação	Demanda contratada	ponta	Fora ponta
A	1624807-4	750	258.765	2.083.734	A	1626850-4	510	225.195	1.801.316
K	492469-X	840	5.139	1.603.092	K	493166-1	430	194.268	2.066.670
Q	492437-1	690	86.247	1.734.589	Q	773519-7	295	106.605	1.284.516
U	492925-X	450	214.158	2.153.431	U	493374-5	450	77.724	1.123.199

(a) (b)

O Gráfico 5.15, compara os dois medidores, ar condicionado e demais cargas, consumo na ponta e fora ponta.

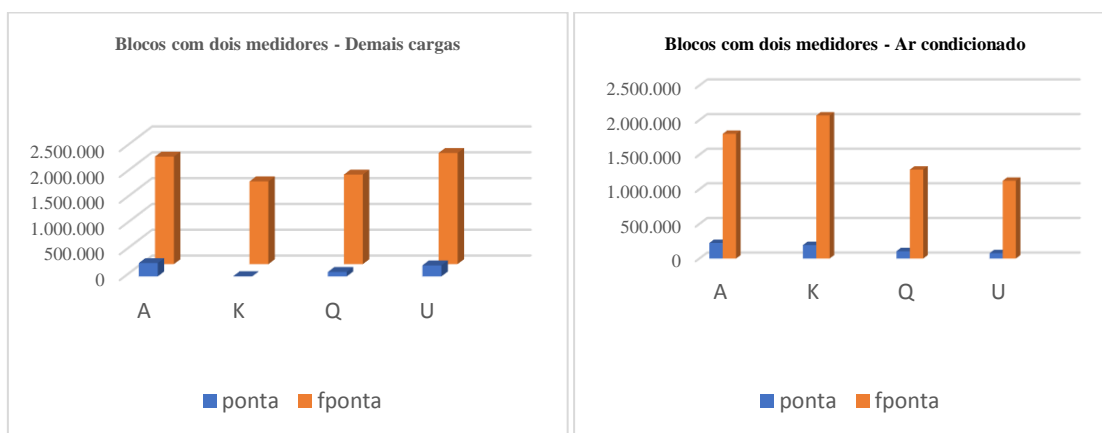


Gráfico 5.15 - Comparação das edificações que possuem dois medidores blocos A, K, Q e U (c) e (d).

Conforme PROCEL, relatado no capítulo 1, que **48%** da energia gasta nas edificações públicas é consumida com sistemas de condicionamento de ar, a Tabela 5.16 mostra que das quatro edificações, que apresentam medidores específicos, apenas duas aproxima-se do valor. O bloco U apresenta o menor percentual de consumo, vale destacar as ações de sustentabilidade empregadas pelos órgãos da edificação.

Tabela 5.16 – Levantamento do percentual dos medidores

Blocos	Valor total pago por energia elétrica da edificação (R\$)	Valor pago por ar condicionado (R\$)	%	Valor pago em demais cargas (R\$)	%
A	3.368.895,53	1.563.067,41	46,39	1.805.828,12	53,60
K	2.305.999,55	1.348.548,67	58,48	957.450,88	41,51
Q	1.919.042,37	842.318,47	43,89	1.076.723,90	56,10
U	2.033.755,98	717.675,21	35,28	1.316.080,77	64,71

### Situação 10 - Somente os blocos do Palácio e seus anexos

Como mencionado no capítulo 3, dentre o conjunto de monumentos da Esplanada dos Ministérios, destaca-se o Palácio da Justiça e o Palácio Itamaraty ambos apresentam semelhanças na estrutura física, conforme Figura 5.6, além disso são pontos turísticos e apresentam visitas guiadas. Para simular as áreas aproximadas das edificações, foi usado a ferramenta de medidas do Google Earth Pro que resultaram em medidas aproximadas para as edificações, 7.331,62m<sup>2</sup> e 6.252,77m<sup>2</sup>, respectivamente, e, da mesma forma os seus anexos, sendo 3.374,11m<sup>2</sup> e 2.333,88m<sup>2</sup>, respectivamente. Nesse sentido buscou-se identificar algum tipo de semelhança no aspecto do consumo de energia das edificações.



Figura 5.6 - Vista aérea das edificações (1) Palácio Itamaraty e (2) Palácio da Justiça

O Gráfico 5.16 apresenta os consumos das edificações citadas. Primeira observação refere-se ao tipo de enquadramento da modalidade tarifária, os blocos H e I apresentam consumo maior na ponta e fora ponta. Os valores pagos por energia no período constam na Tabela 5.17. As edificações possuem gastos diferentes de consumo

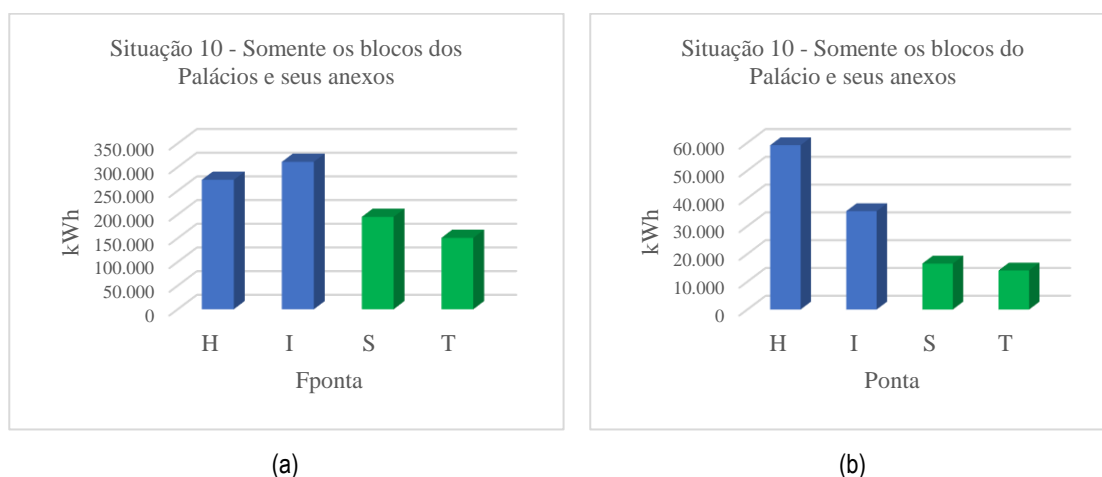


Gráfico 5.16 - Comparativo de consumo de energia em kWh no horário de Fora ponta (a) e ponta(b).

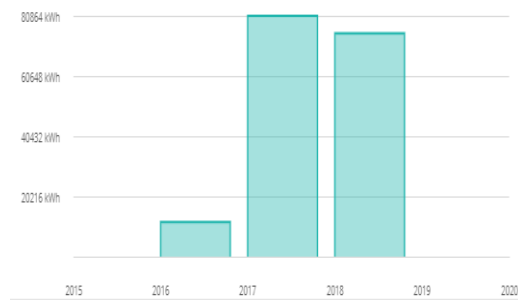
Tabela 5.17 - Informações do consumo de energia do bloco H, I, T e S (2016/2017)

Edificações	Valores(R\$)	Demanda	
		ponta	Fora ponta
H	3.243.288,19	610	700
I	3.861.152,96	1250	1400
T	1.648.34,45	-	680
S	2.024.924,14	-	850

### Situação 11 - Energia Solar - Bloco U

O bloco U possui dois medidores, medidor 1 para ar condicionado e medidor 2 para demais cargas, apresenta demanda contratada de 450kW e 450kW, respectivamente na modalidade tarifária THS-AS verde. Ao longo do estudo, verificou-se tarifas em ultrapassagem de demanda, referente ao medidor demais cargas. O bloco possui uma usina solar de 50kW de potência, ativa desde 06/10/2016.

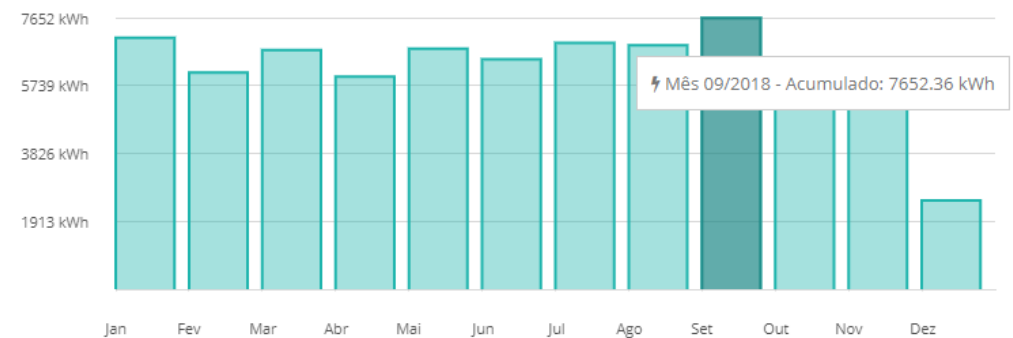
As Figuras 5.7 (a), (b), (c) e (d) apresentam informações do sistema solar fotovoltaico, acesso por meio do monitoramento Solar Energy. A Figura 5.7 (a) mostra a geração de energia gerada de 2016 a nov./2018, nota-se o valor de geração de 80.864 kWh no ano de 2017, importante destacar que foi o ano com maior estiagem de chuva em Brasília. Em 2018 até o momento, 75.042,39kWh (13/12/2018) foi registrado. A Figura 5.7 (b) mostra que o valor total economizado desde a ativação do sistema foi de R\$69.002,90 e a quantidade de CO<sub>2</sub> não emitidos no ar foi de 143,22 Kg, o valor acumulado no ano é de 75.062,72 kWh. A Figura 5.7 (c) apresenta a geração mensal de 2018, até o momento, nota-se no mês de setembro, um acumulado de 7.652,36 kWh, com maior geração do ano. A Figura 5.7 (d) mostra a geração do sistema no mês de agosto, mês escolhido por apresentar a maior irradiação solar de Brasília, segundo o CRESESB - SunData.



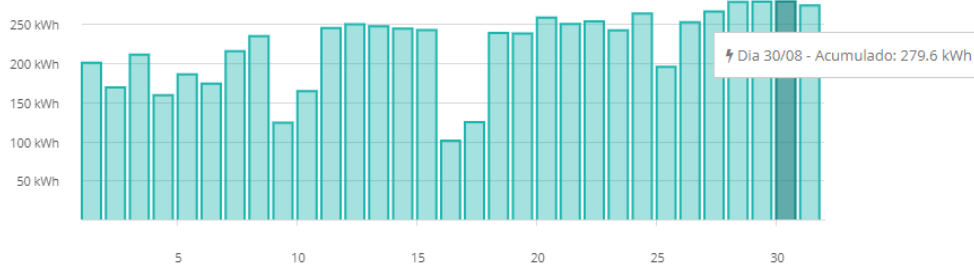
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5.7 – Informações do monitoramento Solar Energy do sistema solar fotovoltaico (a), (b), (c) e (d) do MME.

E a última situação, 12, faz um comparativo geral envolvendo todas as 30 (trinta) edificações para conclusão geral.

### **Situação 12 - Todas as edificações (30)**

Todas as edificações foram concentradas no gráfico para visualizar o consumo no horário de ponta e fora de ponta, nas THS azul e verde, com exceção do bloco O. A modalidade tarifária já foi abordada anteriormente.

A análise macro da situação encontrada, dados disponibilizados nas Tabelas 5.1 e 5.2, traz o seguinte levantamento: O valor pago por energia no período analisado corresponde ao valor total de R\$63.950.030,03 já acrescido de todos os impostos, tarifas, etc., e o valor pago em desperdício com ultrapassagem, contrato e energia reativa excedente corresponde ao valor aproximado de R\$ 2.700.000,00, observa-se um percentual de 4,5%. Em números absolutos das 30 edificações, 13 apresentaram ultrapassagem de demanda, 17 apresentaram contratos inadequados e 16 apresentaram EREX, totalizando os valores de R\$1.535.485,73, R\$708.508,70, R\$312.900,24, respectivamente; Desse número, 4 edificações, apresentaram dois tipos de desperdício (A, D, R e AD) e 11 edificações apresentaram 3 tipos (C, D, F, G, K, M, P, AG, AM, NA, AO e AP).

Quando é observado o desperdício em relação ao valor gasto em R\$, acumulado, nota-se que 1 edificação está acima de 20%, 2 edificações acima de 15%, 2 edificações acima de 10% e 5 edificações acima de 5%, então em princípio, pensando que 5% do desperdício é um valor razoável valeria a pena fazer algo mais expressivo nessas edificações, como por exemplo troca das lâmpadas e/ou implantação do sistema fotovoltaico.

Se for imaginar que um bloco que possui uma área disponível de 900m<sup>2</sup>, fosse instalado placas FV de 320W, com dimensão de 2m<sup>2</sup>, equivalente a 450 placas, o sistema gerado seria de 144 kW de potência, e, com um custo de R\$3.000,00 por W, o valor do sistema seria de R\$432.000,00. Dessa forma, as edificações que apresentaram desperdício maior de 5%, observado os ajustes de eficiência, teria recurso para a instalação do sistema FV, como valor estimado do *Paybak* variando de 1 a 6 anos.

### **Conclusão**

O estudo mostra que 1/3 das edificações tem um bom potencial para instalação do sistema FV só com economia de ultrapassagem, correções nos contratos e EREX, identificados. Existe

algumas edificações que apresentam um alto índice de EREX, a solução é instalar bancos automáticos e/ou bancos fixos. As edificações que apresentam multas pagas por ultrapassagem, devem fazer uma avaliação na gestão predial, principalmente, na existência de contratos com empresas de engenharia de energia e gestor de contrato, identificando as falhas de monitoramento e enquadrando no contrato uma cultura para eficiência energética da edificação.

Outra ação importante, identificada para a sequência de um novo projeto consiste na análise dos hábitos de consumo, o quantitativo de usuários, e ainda uma série de atividades a serem feitas para a eficiência do consumo.

Todas as edificações tem o potencial para eficiência energética, entretanto as que não apresentaram o valor alto de desperdício, e não disponham de recurso para a instalação do sistema FV pode apresentar projetos no programa de eficiência energética da ANEEL juntamente com a concessionária de energia CEB, no caso do DF, mostrando que está economizando e com a economia paga-se o investimento.

Enfim, conforme proposto inicialmente, essa etapa cumpriu o objetivo pretendido em verificar todas as possibilidades para redução do desperdício das 30 edificações de forma clara e transparente.

## **5.2 Estudo da viabilidade técnica**

Várias etapas foram importantes para chegar até esse item, viabilidade técnica e econômica para implantação do sistema solar FVCR nos blocos ministeriais, constantes no capítulo 4, tais como: análise da estrutura interna e externa das edificações, planta de cobertura, ou área disponível para instalação do sistema FV, orientação solar, indicando o melhor posicionamento dos módulos e o seu consumo energético. E ainda, tendo como exemplo o sistema instalado no MME, em 2016, descrito no capítulo 3.

A análise da estrutura arquitetônica das edificações, por ser um patrimônio histórico, permite a possibilidade de integração do sistema na estrutura da cobertura sem comprometer sua estética e funcionalidade de uma edificação pública. Conforme mostra o estudo do tipo de telhado, os anexos possuem espaço, na maioria sem intervenção de antenas e sombreamento.



## Avaliação do recurso Solar

As informações referentes ao recurso solar local foram obtidas a partir do Potencial Solar SunData v3.0, do Centro de Referência das Energias Solar e Eólica (CRESESB), que destina-se ao cálculo da irradiação solar diária média mensal em qualquer ponto do território nacional e constitui-se em uma tentativa do CRESESB de oferecer uma ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. Os dados referentes às horas de sol pleno diárias usadas para projetar o SFV estão dispostos na Figura 5.8. A localização apresenta latitude 15° 47' 59.36" Sul e longitude 47° 52' 12.15" Oeste.

### Cálculo no Plano Inclinado

Estação: Brasília  
Município: Brasília, DF - BRASIL  
Latitude: 15,801° S  
Longitude: 47,849° O  
Distância do ponto de ref. ( 15,798822° S; 47,870042° O ): 2,3 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,42	5,74	5,05	5,06	4,83	4,70	4,95	5,77	5,70	5,59	5,08	5,44	5,28	1,08
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	16° N	5,01	5,50	5,10	5,46	5,56	5,61	5,83	6,47	5,91	5,45	4,75	4,98	5,47	1,72
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	18° N	4,94	5,45	5,08	5,48	5,63	5,70	5,92	6,53	5,91	5,41	4,69	4,90	5,47	1,84
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	5° N	5,32	5,70	5,10	5,22	5,09	5,02	5,26	6,03	5,80	5,58	5,00	5,32	5,37	1,03

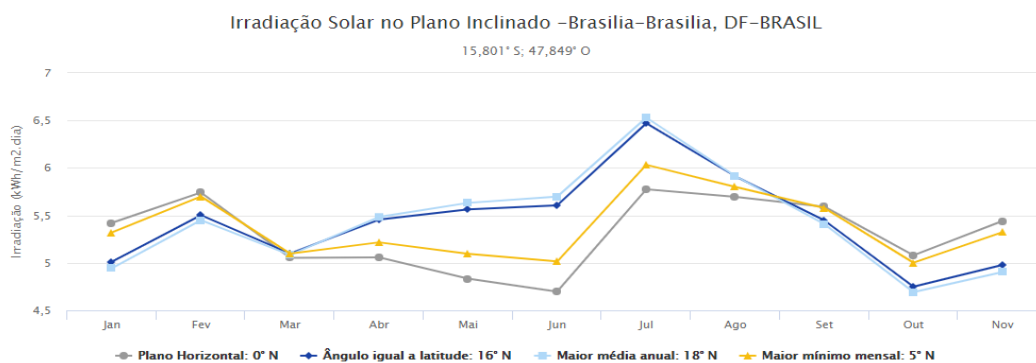


Figura 5.8 – Irradiação Solar no plano inclinado em Brasília. Fonte: CRESESB SunData/2018.

Infere-se da Figura 5.8 que as horas de sol pleno diárias no plano horizontal variam em torno do valor médio de 5,28kWh/m<sup>2</sup>. Nota-se que nos meses durante o inverno são os meses com a menor quantidade de HSP, isto é, são meses menos propícios para a geração de energia FV.

O posicionamento dos módulos fotovoltaicos relativamente ao sol é de extrema importância para que a produção energética seja a máxima possível e também eficiente, pois a instalação dos painéis em regiões sombreadas reduz a capacidade de geração do painel prejudicando o desempenho do sistema. No caso do bloco, em análise, não há ocorrência de sombreamento para perdas grandes.

### Dimensionamento de um sistema

Para efetuar a viabilidade técnica de um sistema solar fotovoltaico na Esplanada dos Ministérios existe a possibilidade do dimensionamento em três cenários, tais como:

- ✓ Cenário 1 - o sistema gerar 100% do consumo diário da edificação;
- ✓ Cenário 2 - o sistema é limitado a área disponível na cobertura de um bloco; e
- ✓ Cenário 3 - o sistema é limitado a área disponível na cobertura de um bloco anexo.

A inclinação das placas será igual a latitude 15° e orientação a Norte. A Tabela 5.18, apresenta o consumo energético do bloco E e do anexo F, no período de jan./2016 a dez/2017. A Figura, apresenta, os dados de irradiação solar da cidade de Brasília, obtidos a partir do CRESESB - SunData v 3.0. O local apresenta uma irradiação favorável ao projeto.

Tabela 5.18 – Dados de consumo de energia elétrica do bloco E.

Período	E			AF		
	Jan/16	18.971	230.056	249.027	13.884	228.940
Fev./16	19.477	231.103	250.580	5.819	116.403	122.222
Mar/16	23.877	246.098	269.975	18.031	237.593	255.624
Abr./16	25.600	255.974	281.574	19.882	243.414	263.296
Mai/16	22.820	229.467	252.287	18.051	226.826	244.877
Jun./16	25.244	233.310	258.554	19.938	235.308	255.246
Jul./16	21.490	198.972	220.462	18.079	208.336	226.415
Ago./16	23.704	212.860	236.564	19.433	219.775	239.208
Set/16	25.340	230.461	255.801	20.101	231.961	252.062
Out/16	23.554	225.187	248.741	18.542	230.052	248.594
Nov./16	21.411	239.564	260.975	14.874	236.225	251.099
Dez/16	19.777	219.579	239.356	13.807	229.805	243.612
Jan/17	19.377	226.026	245.403	13.095	232.086	245.181
Fev./17	22.169	238.783	260.952	15.694	253.419	269.113
Mar/17	20.174	199.053	219.227	16.366	213.204	229.570
Abr./17	24.117	226.589	250.706	20.114	245.739	265.853
Mai/17	21.146	207.428	228.574	18.153	228.956	247.109
		Média	248.750	Média		241.289

Para o estudo foi selecionado o Módulo policristalino da marca Canadian Solar 325 Wp, com dimensão: 1960 x 992 x 40 (mm). Este módulo fotovoltaico foi certificado pelo INMETRO com nota “A”, apresentando eficiência de 16,4%.

O sistema para o cenário 1 foi dimensionado para gerar 248.750kWh/mês e para o cenário 3, 241.289kWh/mês.

Para o melhor desenvolvimento de um sistema fotovoltaico, alguns fatores devem ser previstos no cálculo do dimensionamento, por exemplo, as perdas que podem ocorrer na utilização do sistema ao longo do tempo. Essas perdas estão relacionadas na Tabela 5.19, o cálculo referente ao rendimento global tem como parâmetro o coeficiente de 0,80.

Tabela 5.19 – Perdas de energia para o rendimento global.

Perdas de energia				
Fator	Perdas (%) consideradas			Rendimento global
Perdas por temperatura	7 % -18 %	11,5	100% - 11,5	0,885
Incompatibilidade elétrica	1,0% - 2%	1,5	100% - 1,5	0,985
Acúmulo de sujeira	1% - 8%	2	100% - 2	0,980
Cabeamento CC	0,5% – 1%	1	100% - 1	0,990
Cabeamento CA	0,5% – 1%	1	100% - 1	0,990
Inversor	2,5%– 5%	4	100% - 4	0,960

Aplicando-se os dados encontrados na fórmula 1, tem-se o seguinte resultado:

$$P_{peak} = \frac{E \times P_{sol}}{G_{poa} \times PR}$$

Eq. 1 Potência dos módulos:  $P_{fv} = E \times G_{stc} / H_{tot} \times TD =$

Eq. 2 Número de módulos:  $n = P_{total} / P_{módulo} =$

Eq. 3 Potência real:  $P_{real} = n \times P_{módulo} =$

Eq. 1 Energia gerada:  $E = kWh/mês$

### Cenário 1 - Dimensionamento do SFV para gerar 100% da energia com FV no bloco E

Consumo médio mensal do bloco E = 248.750kWh/mês

248.750 kWh/mês:30dias = 8.291,66 kWh/dia

Horas de sol pico (HSP)

$$\text{HSP} = 5,28 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{dia}$$

$$\text{Wp} = 8.291,66 \text{ kWh/dia} : 5,28 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{dia} \times 0,80 = 1256,31$$

$$\text{Wp} = 1962,98 \text{ KW} \times 1000 = 1.962.987,68 \text{ W} : 325 \text{ W} = 6.039,96 \text{ W}$$

Valor custo de uma placa solar policristalino da marca Canadian Solar – 991,44 =

Como resultado, para o sistema gerar o valor correspondente a 100% do consumo de energia elétrica da edificação, o custo seria de R\$5.988.260,04, com módulos de potência unitária de 325 Wp, instalados a Norte e latitude de 15°.

### Dimensionamento da área disponível na cobertura

A área disponível, apresentada no capítulo 4, referente ao bloco E, é de 1063 m<sup>2</sup>. Dessa forma utilizando o mesmo tipo de módulo do dimensionamento anterior, temos: Módulo policristalino da marca Canadian Solar 325 Wp

Dimensão: 1960 x 992 x 40 (mm).

531,5 placas 530 placas 8.861,60

### Dimensionamento da área disponível: 3800m<sup>2</sup> para instalação no Anexo F

Consumo médio mensal do Anexo F = 241.289kW :30dias = 8.042,96/5,28 x 0,80=1.904,10kWp

$$1904,10 \times 1000 = 1.904.109,84 : 325 \text{ W} = 5.858,79 \text{ W}$$

$$5.858,79 \text{ W} \times 991,44 = 5.808.638,75$$



Figura 5.9 – Cobertura de edificações (blocos e anexos) na Esplanada dos Ministérios. Fonte Google Earth Pro.

Com o resultado da potência dos módulos a serem instalados no sistema, encontrou-se o valor de  $P_{fv} = 1.962,98$  kWp para a cenário A. Este resultado é considerado mini geração de energia, conforme a REN 687, de 24 de novembro de 2015 (ANEEL, 2015), onde informa que potências instaladas com geração superiores a 75 kWp, são consideradas mini geração distribuída. Para o número de módulos, o atingido deve ser arredondado para número par, resultando em módulos.

Observa-se que o valor obtido no cálculo da energia gerada é suficiente para suprir a demanda médio anual da energia consumida pela edificação. Isso correria em uma situação ideal de geração de energia, no melhor posicionamento na cidade. Os resultados obtidos mostram que a energia necessária para o funcionamento da edificação poderia ser gerada em um outro local no caso a cobertura dos anexos com a instalação do sistema citado na posição ideal em outro local orientado ao Norte geográfico e inclinação igual a latitude da cidade.

Neste cenário, o valor obtido na geração de energia solar para a edificação, supre em % da demanda anual. Necessitando assim, de maior geração de energia para complementar a totalidade de seu consumo, que poderia ser gerada em um outro local com a instalação do sistema citado, na posição ideal (inclinado igual a latitude da cidade e orientado a norte), ou ainda, buscar formas de redução do consumo da energia elétrica da edificação, fazendo com que ocorresse uma redução do consumo anual e um redimensionamento do sistema a ser instalado.

## CONCLUSÕES

Neste contexto surgem considerações sobre a utilização de módulos fotovoltaicos contribuindo para a geração de energia da edificação e tornando os edifícios mais sustentáveis e aliados às atuais necessidades de diminuição de impacto ambiental das construções. No presente estudo, a possibilidade de integração do sistema fotovoltaico, nas edificações da Esplanada dos Ministérios

O cenário 1 (um) mostrou que será possível a geração da totalidade da demanda de energia de edificação, em um sistema instalado com inclinação igual a latitude da cidade de Brasília e orientado a Norte ( $Az=0^\circ$ ). O cenário 2 (dois) mostrou que, o posicionamento de módulos na cobertura da edificação, considerando sua inclinação e orientação, não supre na totalidade a demanda anual do edifício, sendo necessário a instalação de um sistema em outro local, que

complemente a geração da energia. Os dados obtidos com a simulação do cenário 2 (dois) em comparação com a demanda da edificação, suprem em % a geração de energia elétrica.

O cenário 1 (um) apresenta geração de energia suficiente para suprir a demanda da edificação. Já o cenário 2 (dois) não conseguiria suprir a demanda, utilizando as orientações e ângulos reais da cobertura da edificação, mas estaria adequado a realidade da edificação. Com as constatações acima, percebe-se que o cenário 1 (um), onde o sistema FV deve ser instalado orientado ao Norte Geográfico e inclinação igual a latitude, apresentou-se como o ideal para geração de energia elétrica, e pode contribuir para manutenção e preservação da edificação, sem interferir em sua estética, funcionalidade e conforto.

Conclui-se que os dois cenários apresentam pontos positivos e negativos. Ambos poderiam contribuir para a sustentabilidade das edificações. O cenário 1 (um), onde seria instalado com orientação Norte e inclinação igual a latitude, no anexo, é o que teria maior desempenho na geração de energia e não teria interferência em sua estética, funcionalidade e conforto. Já o cenário dois não seria suficiente para a geração de energia, mas teria uma contribuição como geração distribuída, exatamente no local de consumo, e a sua participação na edificação poderia contribuir para a cultura de preservação de energia forçando os usuários a alterar seu consumo e eventualmente servindo como incentivo para que este fosse reduzido, até a edificação se tornar autossuficiente, consumindo somente o que gera (uma redução de 25%) do atual.

### 5.3 Resultados e discussão

- Depois de ter realizado as avaliações das faturas de energia elétrica, observou-se vários cenários em um mesmo complexo de edificações semelhante nas suas semelhanças.
- Destaca-se que o valor pago por energia elétrica, pelas 30 edificações, nos 16 meses analisados, resultou no valor de R\$ 67,2 milhões.
- Avaliando-se as faturas em relação aos seus contratos de compra de energia, o potencial de redução encontrado nos 16 meses foi de R\$2,67 milhões, sendo:
  - demanda contratada: R\$708.508,70,
  - excedente de energia reativa: R\$312.900,24
  - multas por ultrapassagem de demanda R\$1.535.485,73.
- Vale ressaltar que os valores encontrados foram estimados com cálculos simples por meio da planilha EXCEL e que certamente, com cálculos mais robustos, o valor seria maior, considerando os valores de encargos, de geração, distribuição, transmissão e impostos (ICMS- Distrital PIS/COFINS-Federal).

### **Discussões das irregularidades encontradas nos padrões mensais de uso de energia, com sugestões sobre possíveis causas.**

A primeira característica observada é que na maioria dos ministérios existe a junção de vários órgãos, distribuídos em andares no mesmo bloco, formando uma espécie de condomínio, onde cada um tem a sua parte na estrutura física da edificação, e, um dos órgãos, geralmente o que tem a área maior, fica responsável pelo rateio e pagamento das faturas de energia e água da edificação. Da mesma forma ocorre se a estrutura necessita de obras, cada um se responsabiliza pelo seu espaço físico. Nesse aspecto foi analisado que na maioria das edificações, os gestores não possuem uma comunicação sobre a estrutura organizacional, cada gestor cuida da sua estrutura física, não há existência de trocas de experiências no bem comum da edificação. As ações e programas na sua maioria não são seguidas é necessário uma cobrança por parte do governo insistentemente para que aja um resultado. A falta de diálogo colabora para uma má gestão pública.

por parte previstas . que colabora isso favorece será analisado até que ponto a estrutura organizacional impacta no consumo de energia e na gestão das faturas.

A segunda característica está no enquadramento tarifários e na definição dos parâmetros de cada tarifa (Convencional, THS verde e THS azul).

A terceira seria a separação dos órgãos e dos diversos tipos de cargas em diferentes medidores. Essa característica está presente em 9 (nove) blocos anexos.

### **Medição e verificação dos resultados**

O estudo buscou conhecer a realidade atual das edificações (consumo de energia, equipamentos utilizados, horários de utilização, etc.) a fim de identificar a viabilidade de se implantar um projeto de eficiência e estimar o custo de tais ações

A linha de base de consumo de uma edificação

A projeção do consumo energético da edificação a pós a implantação das ações de eficiência

### **A - Medidas emergenciais**

- Realizar avaliações detalhadas para cada edificação para ajuste dos contratos (prazo médio de solução, 2 meses);

- Correção do baixo fator de potência com a instalação de bancos automáticos, principalmente para evitar multas, inclusive em horário de baixo consumo de energia (necessário licitação, prazo médio de instalação, 4 meses).

#### **B - Medidas em paralelo com as medidas emergenciais**

- Promoção de campanhas para mudança de hábito de consumo da edificação, inclusive a criação de um comitê de servidores para promover o uso racional de energia;
- Promover pequenos ajustes em instalações elétricas com o mínimo de custo possível.

#### **C - Medidas com a economia realizada nos contratos e na correção de FP**

- Com a mudança dos contratos e com a correção do fator de potência, estima-se que nos dezesseis meses economiza-se um valor um pouco menor do que R\$2,67 milhões;
- Supondo-se que a redução gerada fosse R\$2,5 milhões (16 meses) dividido por 30 prédios daria R\$83 mil por edificação, o que seria suficiente para instalar um sistema FV de 40kWp;
- Se for considerado a economia de 32 meses daria para um sistema de 80kWp.

#### **D - Medidas após a instalação dos painéis (que gera economia extra)**

- Troca de lâmpadas;
- Adequação de luminárias;
- Divisão de circuitos;
- Instalação de sensores de presença;
- Instalação de automação;
- Campanhas mais ousadas de economia de energia;
- Etc.

Os objetivos propostos foram alcançados na medida em que foram identificados oportunidades de redução de despesas com energia elétrica.



## 6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A primeira característica observada é que na maioria dos ministérios há a união de vários órgãos, distribuídos no prédio, formando uma espécie de condomínio, e um dos órgãos é responsável pelo rateio e pagamento das contas de energia elétrica e água da edificação. A dificuldade pode estar no consenso dos gestores para melhoria em conjunto com o edifício.

Há particularidades nos blocos analisados e muitos fatores contribuem para o alto consumo de energia elétrica. Ao longo do estudo, identificou-se a importância da capacitação dos gestores e a conscientização dos usuários sobre o uso adequado de energia em um prédio público. Acredita-se que o impacto com medidas educacionais, ações efetivas no ambiente de trabalho, estas também podem impactar seus lares.

O cenário 1 (um) mostrou que a eficiência será possível através da substituição de lâmpadas comuns pelas de tecnologia LED. A automação é desejável, mas precisa de um recurso maior. O cenário 2 (dois) requer um investimento maior, o estudo de viabilidade econômica mostra que com as ações em eficiência energética e com recursos de P & D (pesquisa e desenvolvimento) da ANEEL pode ser implementado o sistema de energia solar fotovoltaico na cobertura de blocos ministeriais.

É desejável que o estudo apresentado sirva de exemplo para a sociedade no aspecto de boas práticas em eficiência energética nos edifícios da administração pública. É desejável também o crescimento da inserção da energia solar fotovoltaica na matriz energética brasileira.

O programa também alerta para a importância da mobilização dos servidores para conseguir melhorar os resultados. "Um programa de conservação de energia só terá resultados positivos caso haja conscientização e motivação de todos os empregados. Conservação não implica em racionamento nem em perda de qualidade de vida e conforto dos servidores. Não compromete a produtividade e o desempenho" (Procel).

### CONCLUSÃO

- Existe um potencial de redução de faturas de energia com simples ações, tais como alterações contratuais e programas de economia de energia.
- Tais reduções são fonte de recurso para financiamento de sistemas fotovoltaico e medidas técnicas e tecnológicas.

- É possível financiar ações somente com a economia gerada conforme proposto.
- Em tempo de crise econômica isso seria uma saída para financiar uma vitrine tecnológica.
- O valor de economia gerado em apenas 30 edificações, faz-nos pensar qual poderia ser a economia a ser gerada nos mais de 28 mil prédios públicos, que provavelmente, em sua maioria, devem ter problemas similares.
- É importante salientar que o governo constrói programas, mas não os usam.
- É importante o monitoramento por parte do gestor predial e ou do contrato do consumo de energia em uma edificação.
- E por último, essencial, são as medidas educacionais em prol dos usuários de energia da edificação de forma que seja reflexo em suas residências.

A primeira característica observada é que na maioria dos ministérios há a união de vários órgãos, distribuídos no prédio, formando uma espécie de condomínio, e um dos órgãos é responsável pelo rateio e pagamento das contas de energia elétrica e água da edificação. A dificuldade pode estar no consenso dos gestores para melhoria em conjunto com o edifício.

## **TRABALHOS FUTUROS**

### **Conscientização dos usuários de energia**

Ao longo do estudo foi identificado a importância de conscientizar os servidores/colaboradores do uso adequado na utilização da energia de um edifício público. Acredita-se que o impacto com medidas educativas possa alcançar também as residências dos usuários. É desejável que o estudo apresentado possa servir de exemplo como uma vitrine para a sociedade.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi elaborado um questionário prático e eficaz que demande pouco tempo de resposta aos usuários de energia da esplanada dos ministérios. Para isso utilizou-se a ferramenta Google drive.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia Solar, 2017. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/>
- [2] ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasil. Tarifas de Energia Elétrica <http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores>.
- [3] BNDS, Fundo Clima, financiando energia limpa, webinar. <https://www.bndes.gov.br>
- [4] BP Global – disponível em [www.bp.com](http://www.bp.com)
- [5] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Guia prático: Conceitos e ferramentas de gestão e auditoria energéticas. Brasília. MMA. 2015. 80p. ISBN 978-85-7738-251-4
- [6] Cardoso, R. B.; Nogueira, L. A. H. Estimativa dos impactos energéticos e ambientais atribuída aos coletores solares térmicos nas residências brasileiras.
- [7] CEB. Companhia Energética de Brasília. Tudo sobre a conta de luz. <http://www.ceb.com.br/index.php/tudo-sobre-a-conta-de-luz/370-tudo-sobre-a-conta-de-luz>
- [8] DECRETO nº 37.717, de 19/10/2016. Cria o programa de estímulo ao uso de Energia Solar Fotovoltaica no Distrito Federal – Programa Brasília Solar. Disponível em: <http://www.sema.df.gov.br/programa-brasil-solar-decreto/>
- [9] Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)
- [10] EPE, Balanço Energético Nacional 2018 - Relatório Síntese/ ano base 2017, maio 2018, Rio de Janeiro, RJ. <http://www.epe.gov.br>
- [11] Geller, Howard S. - Revolução energética: políticas para um futuro sustentável. Rio de Janeiro, 2003.
- [12] Google Earth Pro. Disponível em: <https://earth.google.com/download-earth.html>
- [13] Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>
- [14] Guia para eficiência energética nas edificações públicas - Versão 1.0 outubro 2014 / Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL; Coordenador Ministério de Minas e Energia - MME – Rio de Janeiro: CEPEL, 2014. 229 p.; il. ISBN 978-85-99714-09-6
- [15] IEA. International Energy Agency. Disponível em: <https://www.iea.org/>
- [16] IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – disponível em [ipeadata.gov.br](http://ipeadata.gov.br) International Energy Agency (IEA) – disponível em [www.iea.org](http://www.iea.org)
- [17] IPHAN. Conjuntos Urbanos Tombados (Cidades Históricas). Disponível <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/123>
- [18] IRENA (2018), Renewable Energy and Jobs - Annual Review 2018, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- [19] IRENA (2018), Renewable Energy Statistics 2018.
- [20] Lombardi Publishing Corp (2018) Data source: Bloomberg New energy Finance & [pv.energytrend.com](http://pv.energytrend.com)
- [21] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Usina Solar. Disponível: <http://www.mme.gov.br>
- [22] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Eficiência energética: Guia para etiquetagem de edifícios: volume 2. Brasília. MMA, 2015. 70 p.
- [23] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Guia prático de eficiência energética: reunindo a experiência prática do projeto de etiquetagem: Ministério do Meio Ambiente e Ministério da cultura. MMA, 2014. 93 p.
- [24] MME - Ministério de Minas e Energia. Disponível em [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)
- [25] ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico. Disponível em [www.ons.org.br](http://www.ons.org.br)
- [26] PES. PROJETO ESPLANADA SUSTENTAVEL. PORTARIA INTERMINISTERIAL No 244, DE 6 DE JUNHO DE 2012 (publicada no DOU de 08/06/12, seção I, página 137)
- [27] PROCEL. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica <http://www.procelinfo.com.br/>
- [28] Processo de tombamento no. 1550-T-07. Disponível em: <http://www.infopatrimonio.org/?cat=4&paged=48#!/map=38329&loc=-18.93746442964186,-13.29345703125,5>
- [29] QUINTAS, Marlus C.; BLANCO, Claudio J. C.; MESQUITA, André L. A.. Projetos sustentáveis de CGH para pequenas comunidades isoladas da Amazônia;
- [30] RAMPINELLI, G. A. Análise da distribuição de tensões elétricas em uma associação de módulos de um sistema fotovoltaico conectado à rede.
- [31] SEPLAG RJ– Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão. Guia de Eficiência Energética: Para prédios públicos do Rio de Janeiro. Dez 2015.
- [32] SHAYANI, R. A. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: ASPECTOS SOCIAIS, TECNICOS E POLITICOS. UnB. Brasília, p. 190. 2011.
- [33] Sistema de monitoramento de fontes de energias renováveis; Teófilo Miguel de Souza/Mário Afonso Ribeiro de Canto.

- [34] SISTEMA ELETRÔNICO DO SERVIÇO DE INFORMAÇÃO AO CIDADÃO. e-SIC. Disponível em: <https://esic.cgu.gov.br/sistema/site/index.aspx>
- [35] Software PV\*SOL Premium 2018. Disponível em: [www.valentin-software.com/en/](http://www.valentin-software.com/en/)
- [36] SOLARENERGY. Disponível em: <http://monitor.solarenergy.com.br/Portal/Private/Login.aspx>
- [37] SOLARGIS. GeoModel Solar, 2014. Disponível em: <https://solargis.com/>
- [38] UNESCO. Representação da Unesco no Brasil. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/culture/world-heritage/list-of-world-heritage-in-brazil/brasil/#c1464972>
- [39] USINA FOTOVOLTAICA JAIBA SOLAR: Planejamento e Engenharia. Sergio de Oliveira Frontin, Antonio Cesar Pinho Brasil Jr, Maria Tereza Diniz Carneiro, Nara Rúbia Dante de Godoy (Organizadores). Brasília: Casa 73, 2017, 528 p.: il. ISBN: 978-85-88041-12-7
- [40] VESENTINI, Jose William - Geografia o mundo em transição, 2009, editora ática, pág. 72
- [41] WWF BRASIL. Desafios e Oportunidades para Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. WWF. Brasília, p. 40. 2015b.
- [42] WWF BRASIL. Mecanismos de suporte para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira. WWF. Brasília, p. 70. 2015a.
- [43] WWF. Study - Potential of Solar Photovoltaic Energy in Brasília, 2016. [https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/wwf\\_potencial\\_solar\\_para\\_internet.pdf](https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/wwf_potencial_solar_para_internet.pdf)
- [44] ROCHA, Fábio Amorim da. As irregularidades no consumo de energia elétrica: doutrina, jurisprudência, legislação. Rio de Janeiro: Synergia, 2015.
- [45] <https://www25.senado.leg.br>
- [46] <http://www.camara.leg.br>
- [47] Plano Nacional de Energia - 2050 EPE/2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-202/Cen%C3%A1rios%20de%20Demanda.pdf>

[http://jacoby.pro.br/novo/uploads/sustentabilidade/juris/eficientiza\\_o\\_energ\\_tica/tcu\\_ac\\_rd\\_o\\_n\\_1752\\_2011\\_plen\\_rio.pdf](http://jacoby.pro.br/novo/uploads/sustentabilidade/juris/eficientiza_o_energ_tica/tcu_ac_rd_o_n_1752_2011_plen_rio.pdf)

## SÍTIOS EM ENERGIA SOLAR

<http://americadosol.org/>

[www.canalenergia.com.br](http://www.canalenergia.com.br)

[www.portalsolar.com.br](http://www.portalsolar.com.br)

[www.nfeiras.com/energiasolar](http://www.nfeiras.com/energiasolar)

[www.procelinfo.com.br](http://www.procelinfo.com.br)

[www.solarize.com.br](http://www.solarize.com.br)

[www.portalenergiasolar.com.br](http://www.portalenergiasolar.com.br)

[www.solarenergy.com.br](http://www.solarenergy.com.br)

[www.solarbrasil.com.br](http://www.solarbrasil.com.br)

[www.portalenergiasolar.com.br](http://www.portalenergiasolar.com.br)

[www.solarbrasil.com](http://www.solarbrasil.com)

[www.neosolar.com.br](http://www.neosolar.com.br)

[www.top50-solar.de/pt](http://www.top50-solar.de/pt)

[www.sunba.org.br](http://www.sunba.org.br)

[www.conasolar.com.br](http://www.conasolar.com.br)

[www.ecodesenvolvimento.org](http://www.ecodesenvolvimento.org)

[www.pvupscale.org](http://www.pvupscale.org)

[www.iea-pvps.org](http://www.iea-pvps.org)

[www.fotovoltaica.br](http://www.fotovoltaica.br)

[www.selosolar.com.br](http://www.selosolar.com.br)

[www.abens.org.br](http://www.abens.org.br)

## LINKS IMPORTANTES

<https://brasilbrasileiro1001.wordpress.com/author/blog1001ep/page/4/>  
<http://www.canalbioenergia.com.br/>  
<http://www.americadosol.org/>  
<http://www.procelinfo.com.br/main.asp>  
<http://www.inovacaotecnologica.com.br>  
<http://www.pucrs.br/cbsolar/>  
<https://www.youtube.com/watch?v=KK5PxX-ZwhE>  
<http://www.blue-sol.com/energia-solar/tag/fotovoltaico/>  
[http://www.pucrs.br/cbsolar/pdf/casesPUCRS\\_P.pdf](http://www.pucrs.br/cbsolar/pdf/casesPUCRS_P.pdf)  
<http://www.blue-sol.com/energia-solar/historia-rpida-da-energia-solar-fotovoltaica/>  
<https://www.youtube.com/watch?v=gnysqd0liw4>      <https://www.youtube.com/watch?v=nkfNYDTk5Pw>  
<http://www.jaibasolar.com.br/a-energia-solar/>  
<http://www.iea.org/>  
[https://www1.fazenda.gov.br/spe/novo\\_site/home/panorama\\_economia.html](https://www1.fazenda.gov.br/spe/novo_site/home/panorama_economia.html)  
<https://www.youtube.com/watch?v=FB1EyYpXBUw>  
<https://www.youtube.com/watch?v=4h6uuuXOe7U>  
<https://www.youtube.com/watch?v=6ODHCBO2Xwk>  
<http://www.americadosol.org/mercado-mundial/>  
[http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2014/GSR2014\\_full%20report\\_low%20res.pdf](http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2014/GSR2014_full%20report_low%20res.pdf)  
<http://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2012/12/nova-usina-solar-em-operacao/21416>  
<http://www.cerpch.unifei.edu.br/at01.php?grp=Energia%20Alternativa>  
<http://www.pucrs.br/cbsolar/>  
<https://www.youtube.com/watch?v=KK5PxX-ZwhE>  
<http://www.blue-sol.com/energia-solar/tag/fotovoltaico/>  
[http://www.pucrs.br/cbsolar/pdf/casesPUCRS\\_P.pdf](http://www.pucrs.br/cbsolar/pdf/casesPUCRS_P.pdf)  
<http://www.blue-sol.com/energia-solar/historia-rpida-da-energia-solar-fotovoltaica/>  
<http://sustentavel.geodesign.com.br/06/10/17>  
<http://mundogeo.com/blog/2014/11/04/geodesign-publica-uma-analise-de-outorgas-de-usina-solar-fotovoltaica-ufv/>  
<https://www.youtube.com/watch?v=sg77JmpcoUU> (micro inversores)

## APÊNDICE(S)

Tabela 5.1 - Informações gerais das faturas de energia elétrica da Esplanada dos Ministérios.

Tip	Banco	Identificação	Horário de anulamento	Alimentar	Servicos	Servicos Parcia da transmissora	Servidores	Varianes	Total	EREX para	EREX para	EREX OR	Total de excédente	Causo For Point
Banco	A	1.63487.4	8h a 18h	MDS COFR.MIC	Servicos	3771	47	100	1300	0	7907	0	2.823,12	130.223
Banco	Ber	1.63685.4	8h a 18h	MDS COFR.MIC				0	0	0	0	0	0	112.582
Banco	B	49298.3	8h a 18h	NDA A.MIC		1398	1498	195	1498	0	0	0	0	232.398
Banco	C	49298.9	8h a 18h	NDA.MCS	restaurant banco	5800	4400		1400	65	712		273,07	180.429
Banco	D	49298.5	8h a 18h	NDA.PA		9746			1300	3091	41191		11.892,36	144.916
Banco	E	654116.X	8h a 18h	NCTC A.MI	banco	4921			1300				0	228.500
Banco	F	49292.9	8h a 18h	NCT3.MF	banco	3978	631		1300		50471			137.068
Banco	G	49292.0	8h a 18h	MS		30226			1300					164.745
Banco	J	49181.1	8h a 18h	NDA.C		1021	1409	120	1021					174.862
Banco	K	49298.1	8h a 18h	MP		5415		366	1300					129.167
Banco	Ker	49298.X	8h a 18h	MP		5415		0	0	130007				100.185
Banco	L	49292.1	8h a 18h	MEC		1214	1265	300	1300	2200	13823		306	296.430
Banco	M	49298.X	8h a 18h	NDA.Variante									174,99	179.994
Banco	N	77318.3	8h a 18h	NDA.Maria		1800	1800		1800					144.639
Banco	O*	1.68045.1	8h a 18h	Descontado										
Banco	P	49291.7	8h a 18h	MP		2994	631		1300	1115	3084			172.180
Banco	Q	49297.1	8h a 18h	MD		2138			2138					108.412
Banco	Qa	77319.7	8h a 18h	MD				0	0					80.282
Banco	Ua	49294.5	7.30h a 19.30h	NDA.E.MF	restaurant	1194		0	0					66.312
Banco	U	49292.X	7.30h a 19.30h	NDA.E.MF					1200					127.027
Banco	R	49291.0	8h a 18h	NCTC.MF	restaurant	6130	1331100*		1300	376	602			224.074
Banco	AD	49298.0	8h a 18h	NDA.PA		9746			1000	400	322			198.825
Banco	AF	49298.6	8h a 18h	NCT3.MD.MCS	restaurant	38131	631		944		25738			224.318
Banco	AG	49298.6	8h a 18h	MS	restaurant	30226	3285		1360	1131	25738			209.104
Banco	AL	49298.0	8h a 17h	NDA.Pa	restaurant	1214	146	300	1300		10			433.504
Banco	AN	77318.X	8h a 18h	NDA.MF					1100	21	88133			248.087
Banco	AO	1.56871.1	8h a 18h	NDA.PA					1300	446	13394			168.919
Banco	AP	49292.3	8h a 18h	MP		2994			1300	474	20814			315.709
Banco	AR	49298.4	8h a 18h	MP	restaurant	1806	1350	1000	1330					182.128
Banco	AS*	49298.4	8h a 18h	MEC	restaurant banco				1800					273.159
Banco	AT	49291.0	8h a 18h	NDA					300		2			311.097
Banco	AV	63747.9	8h a 18h	NDA.P					1300		3160			159.659
Banco	AW	59782.0	8h a 18h	NDA.P	restaurant banco	3195	3195		600					187.023

\* Pr CONT

Colunas	Soma em kWh/Point/h	Soma em kWh/Point/h	Média de consumo kW	Colunas	Média de consumo kWh/Point/h	Média de consumo kWh/Point/h	Média de consumo kWh/Point/h	Demanda contratada Point	Demanda contratada Point	Utilização de demanda Site Point	Utilização de demanda Site Point	Consumo médio mensal de energia (kWh)	Total de pontos	Valores(\$\$) 2016	Valores(\$\$) 2017
8.052611443	238.765	2.083.734	573,06	573,06	161,73	130,233	130,233	0	730	787,5	787,5	237.000,39	447	635.906,71	1.039.061,92
7.959331448	238.782	1.908.795	340,35	340,35	14,946	112,282	112,282	0	510	535,5	535,5	168.908,25	1498	1.799.051,78	608.946,47
11.4737497	303.899	3.483.971	893,43	893,43	20,447	230,398	230,398	0	930	997,5	997,5	168.908,25	1498	1.799.051,78	608.946,47
22.42232343	128.750	2.886.865	746,37	746,37	8,538	138,429	138,429	0	1030	1102,5	1102,5	126.086,50	4000	1.338.444,90	426.101,51
12.93003971	175.610	2.270.652	376,5	376,5	10,976	141,916	141,916	430	800	431,5	840	107.665,88	1.129.756,16	592.985,04	
10.20179649	357.102	3.643.082	778,89	778,89	22,319	277,689	277,689	0	1130	1207,5	1207,5	176.188,25	1.859.302,04	488.490,02	
11.06680292	198.165	2.193.053	564,06	564,06	12,385	137,046	137,046	0	800	840	108.024,46	831	1.122.128,47	381.063,87	
7.37281833	357.328	2.652.989	787,12	787,12	22,346	194,749	194,749	0	1030	1102,5	1102,5	124.729,88	1.417.527,20	481.686,85	
11.6878732	240.117	2.799.712	671,43	671,43	15,007	174,932	174,932	500	800	840	126.659,54	1409	1.425.147,70	508.812,94	
10.63343402	194.268	2.066.670	402,5	402,5	12,142	128,167	128,167	0	430	431,5	431,5	161.213,38	1.020.171,85	328.376,82	
3119429291	5.159	1.603.092	648,87	648,87	3,21	100,195	100,195	0	940	882	882	731.278,42	731.278,42	226.221,46	
13.52097348	286.346	4.006.887	1201,44	1201,44	18,522	229.430	229.430	0	1230	1312,5	1312,5	188.574,83	1263	1.718.589,70	696.230,43
14.13297118	203.225	2.872.161	871,5	871,5	12,702	179.510	179.510	0	830	871,5	871,5	136.508,83	1454	1.454.724,14	515.980,82
12.87069729	175.866	2.282.545	607,5	607,5	10,999	142.659	142.659	0	530	609	609	102.438,29	1800	1.146.732,10	382.304,79
10.74264488	259.911	2.792.129	834,87	834,87	16,244	174.508	174.508	0	900	945	945	140.553,70	851	1.396.687,36	491.559,72
20.11187638	86.247	1.794.889	564,12	564,12	5,390	108,412	108,412	0	690	794,5	794,5	133.831,54	798	798.423,75	288.300,15
12.0489033	106.603	1.284.516	205,5	205,5	6,668	80,282	80,282	0	295	309,75	309,75	656.487,72	656.487,72	188.894,75	
14.00524531	72.844	1.060.987	463,06	463,06	4,540	66,312	66,312	0	430	472,5	472,5	98.649,54	529	529.901,25	187.773,86
10.04424288	202.401	2.032.597	397,25	397,25	12,650	127.037	127.037	0	430	472,5	472,5	98.649,54	529	529.901,25	187.773,86
16.53919659	193.077	3.197.200	381,56	381,56	12,067	199.825	199.825	800	1100	840	1155	149.648,25	1333	1.878.688,97	620.494,44
16.53919659	193.077	3.197.200	381,56	381,56	12,067	199.825	199.825	450	1150	472,5	1207,5	149.648,25	1333	1.878.688,97	620.494,44
#DUT/O	359.480	4.783.670	1088,81	1088,81	22,448	299.104	299.104	0	1100	1185	1185	170.912,71	831	2.448.019,20	802.621,97
13.31275732	541.654	6.856.057	1331,81	1331,81	1097,19	247.988	247.988	0	1075	1128,75	1128,75	188.508,08	1.785.884,81	706.787,30	
12.80438218	201.313	3.967.806	971,18	971,18	8,572	142.453	142.453	0	870	913,5	913,5	121.556,25*	1.294.072,60	443.771,80	
19.70969624	201.313	3.967.806	971,18	971,18	8,572	142.453	142.453	0	870	913,5	913,5	121.556,25*	1.294.072,60	443.771,80	
18.89144838	137.153	2.299.248	604,8	604,8	6,948	142.919	142.919	0	1200	1280	1280	112.644,67	1.217.907,80	399.807,80	
26.89737694	96.799	2.602.703	988,81	988,81	261,90	315.703	315.703	0	1200	1280	1280	112.644,67	1.217.907,80	399.807,80	
12.06454803	419.040	5.051.254	988,81	988,81	261,90	315.703	315.703	0	1200	1280	1280	112.644,67	1.217.907,80	399.807,80	
23.8358715	129.940	3.090.052	186,38	186,38	8,108	199.128	199.128	0	1068	1121,4	1121,4	134.153,83	1350	1.431.497,90	430.370,85
8.79180734	566.158	4.977.552	1383,06	1383,06	55,385	311.097	311.097	610	700	640,5	640,5	735	2.510.590,62	732.897,57	
10.72729815	224.897	2.410.549	648,25	648,25	14,434	130.659	130.659	0	1230	1312,5	1312,5	1470	2.888.052,50	1.247.635,80	
11.80265736	264.378	3.120.363	710,68	710,68	16,524	195.023	195.023	0	830	892,5	892,5	123.176,22	1323	1.723.176,22	



Valor Total (R\$)	Total (R\$)	Redução Ultrapassagem de demanda	Red EREX	Simulação demanda a Ideal	Total de redução(R\$ )	%
1.805.828,12	3.368.895,53	302.360,99	2.928,12	12.224,31	515.377,15	15,30
1.563.067,41		197.863,73				
2.407.898,25	2.407.898,25		0	0	0	0
1.764.546,41	1.764.546,41		279,07	30.716,07	30.995,14	1,756550002
1.716.741,20	1.716.741,20	330.236,73	17.959,36	28.774,33	376.970,42	21,95848856
2.344.792,06	2.344.792,06	0	0	61.732,20	61.732,20	2,632736653
1.503.195,34	1.503.195,34	0	19.626,85	32.363,29	51.990,14	3,458641643
1.899.214,06	1.899.214,06	35.905,63	0	25.568,20	61.473,83	3,236803649
1.930.960,64	1.930.960,64	0	0	92.032,70	92.032,70	4,766161365
1.348.548,67	2.305.999,55	0,00	46.905,38	4.825,18	80.398,46	3,486490706
957.450,88				28.667,90		
2.413.820,13	2.413.820,13	0	78.980,58	0	78.980,58	3,272015864
1.950.204,96	1.950.204,96	113.458,00	53.073,57	0	166.531,57	8,539182979
1.538.286,89	1.538.286,89	22.312,60	0	0	22.312,60	1,450483661
24.900,60	24.900,60	0	0	0	0,00	0
1.888.247,08	1.888.247,08	2.794,21	15.873,07	0	18.667,28	0,988603674
1.076.723,90	1.919.042,37	0,00	0,00	0	0	0
842.318,47			0	0	0	0
717.675,21	2.093.755,98	48.794,90	0	0	48.794,90	2,40
1.316.080,77						
2.499.183,41	2.499.183,41	12.950,20	3.622,81	24.984,80	41.557,81	1,662855548
2.229.312,80	2.229.312,80	149.838,60	281,89	67.497,05	217.617,54	9,761642242
2.439.113,24	2.439.113,24	0	0	64.726,63	64.726,63	2,65369516
3.250.641,17	3.250.641,17	0,00	9.549,39	73.627,03	83.176,42	2,067494758
4.023.053,49	4.023.053,49	0,00	0	5.319,41	118.777,41	4,765101777
2.492.652,11	2.492.652,11	113.458,00	46.012,57	0	159.470,57	6,397626422
1.737.844,40	1.737.844,40	50.411,20	6.536,10	0	56.947,30	3,276892914
1.611.515,60	1.611.515,60	0	6.485,83	61.432,10	67.917,93	4,214537545
3.259.942,38	3.259.942,38	0	4.774,92	53.061,30	57.836,22	1,774148536
1.861.868,83	1.861.868,83	18.018,04	0	0	18.018,04	0,967739494
3.243.248,19	3.243.248,19	3.243.288,19	0	10,73	10,73	0,00
999.100,46	3.861.152,96	3.861.152,96	137.082,90	0	137.082,90	3,55
400.688,55	1.648.324,45	1.648.324,45	0,00	0	20.478,10	1,42
501.747,92	2.024.924,14	2.024.924,14	0	0	20.478,10	1,01

Tabela 5.2 - Informações do consumo na ponta, na fora ponta e no excedente de energia reativa (EREX).

	A	A*	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2022:01	116240-4	163820-4	492545-3	492545-9	492545-6	6341163-2	492525-9	492525-0	492461-4	492316-0	491815-1	491561-1
JAN			21.007	194.966	8.924	138.625	18.971	230.026	10.262	124.311	11.105	168.375
FEB			20.786	179.873	8.726	132.990	19.477	231.110	11.070	11.814	180.738	87.701
MAR			24.481	224.395	8.763	169.023	23.877	246.098	14.118	147.661	18.370	198.451
ABR			23.372	233.113	8.765	175.926	25.974	255.974	15.850	161.071	180.924	82.472
MAY			21.059	222.822	7.994	138.075	22.847	232.487	13.850	134.819	164.755	100.746
JUN			21.780	224.725	8.775	191.217	23.310	233.110	13.945	138.929	12.188	126.420
JUL			19.128	182.281	8.820	138.724	19.879	198.972	10.841	120.724	12.724	119.829
AGO			21.465	211.778	7.392	120.358	21.704	212.860	12.879	100.425	136.425	136.881
SET			19.353	127.066	14.928	114.645	12.140	134.524	14.011	126.495	16.715	167.733
OUT			17.926	149.292	14.208	20.892	202.615	7.922	118.544	164.710	123.244	122.187
NOV			19.343	151.291	12.901	116.616	17.487	202.123	7.799	192.944	118.224	122.187
DEZ			10.835	141.182	12.502	113.478	16.371	124.128	8.632	134.447	19.777	218.579
JAN			13.811	146.042	12.545	101.517	16.240	242.081	9.471	127.078	138.820	29.610
FEB			12.860	159.431	14.003	101.660	18.142	241.722	10.404	9.316	152.307	11.328
MAR			16.642	125.278	12.945	101.517	11.822	211.202	10.481	146.242	9.928	122.088
ABR			24.201	128.677	12.200	118.348	20.247	212.298	12.730	171.608	12.078	148.149
MAY			16.929	117.097	13.411	107.297			10.182	127.237	207.428	118.796
JUN			19.624	145.072	13.990	115.882						
JUL			11.178	91.798	13.861	113.107						
AGO			12.832	82.621	14.999	104.011						
SET			19.242	122.582	14.762	114.272						
OUT			19.219	122.969	14.896	110.644						
NOV			19.249	120.449	13.382	119.974						
DEZ			16.173	130.233	14.075	112.582	20.247	212.298	8.702	180.429	102.926	141.916
Soma	238.761	2.083.794	224.192	1.801.316	323.944	3.118.592	139.211	2.888.862	182.921	2.388.189	374.248	3.850.010
Soma* 84%	2.342.499	2.028.511	4.042.315	3.026.076	2.482.981	4.228.752	2.420.487	2.992.517	2.992.517	2.992.517	2.992.517	2.992.517
2022:01	116240-4	163820-4	492545-3	492545-9	492545-6	6341163-2	492525-9	492525-0	492461-4	492316-0	491815-1	491561-1
JAN			19	160	870	3.820	0	0	0	3.925	0	0
FEB			4	73	902	3.327	0	0	0	3.624	0	0
MAR			1	5	424	2.924	0	0	0	3.019	0	0
ABR			2	9	454	2.782	0	0	0	2.842	0	0
MAY			0	10	244	2.608	0	0	0	2.822	0	0
JUN			1	18	299	2.461	0	0	0	2.792	0	0
JUL			12	73	308	1.791	0	0	0	2.228	0	0
AGO			4	47	112	602	0	0	0	2.462	0	0
SET			0	0	378	2.108	0	0	0	2.820	0	0
OUT			0	0	0	0	0	0	0	2.192	0	0
NOV			0	0	3	688	2.842	0	0	2.192	0	0
DEZ			0	0	0	0	0	0	0	3.142	0	0
JAN			0	0	3	40	294	3.200	0	0	0	0
FEB			0	0	4	57	277	1.388	0	0	0	0
MAR			0	0	4	54	244	1.671	0	0	0	0
ABR			0	0	3	341	1.920	0	0	4.252	0	0
MAY			0	0	3	29	421	2.821	0	0	0	0
JUN			0	0	0	0	0	0	0	2.732	0	0
JUL			0	0	0	0	0	0	0	3.212	0	0
AGO			0	0	0	0	0	0	0	3.829	0	0
SET			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OUT			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NOV			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEZ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soma	7.907	0	0	0	775	8.221	4.924	0	0	54.200	0	0





