

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

JOHANATAN WAGNER RODRIGUEZ

**GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL:
A ENERGIA FOTOVOLTAICA COMO
INSTRUMENTO NA REDUÇÃO DE CUSTO**

Taubaté - SP

2017

JOHANATAN WAGNER RODRIGUEZ

**GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL:
A ENERGIA FOTOVOLTAICA COMO
INSTRUMENTO NA REDUÇÃO DE CUSTO**

Dissertação apresentada para obtenção do Certificado de Mestre pelo Programa de Mestrado do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Produção

Orientador: Prof. Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia,
Ph.D., Dr. Eng., P.E

TAUBATÉ – SP

2017

JOHANATAN WAGNER RODRIGUEZ

**GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL:
A ENERGIA FOTOVOLTAICA COMO INSTRUMENTO NA REDUÇÃO DE CUSTO**

Dissertação apresentada para obtenção do Certificado de Mestre pelo Programa de Mestrado do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Produção

Orientador: Prof. Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia,
Ph.D., Dr. Eng., P.E

Data: 20/07/17

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia Universidade de Taubaté

Assinatura: 

Prof. Dr. José Rui Camargo

Universidade de Taubaté

Assinatura: 

Profa. Dra. Maria do Carmo Cataldi Mutterle

Instituto Federal de São Paulo

Assinatura: 

AGRADECIMENTOS

O agradecimento inicial é destinado ao Grande Arquiteto Do Universo, Força resplandecente de luz, que me conduziu pelos caminhos escuros em direção ao entendimento e à iluminação, que propiciou oportunidades para minha progressão espiritual e material.

Agradeço também à minha querida mãe, Berenice Caldas, um ser humano que veio da simplicidade e honra do circo, que me deu a vida, carinho e conforto e, que com muito pouco em mãos, conseguiu me dar tudo e muito mais, permitindo-me, desde cedo, ter acesso à muita leitura, boa educação, ao conhecimento e capacidade de superação, sem os quais não seria possível chegar onde estou.

À minha querida tia Neuza Caldas, que também teve sua origem na vida circense, que sempre me apoiou quando precisei e é grande torcedora por minhas conquistas.

Ao meu Orientador e querido mestre, o Prof. Dr. Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia, por compartilhar sua experiência e sabedoria, pelo apoio, incentivo e pelo constante bom humor no decorrer do curso e na colaboração desta dissertação.

Ao Prof. Dr. José Rui Camargo, por sua experiência, incentivo e conhecimento como orientador inicial e pelo apoio durante o mestrado.

À Universidade de Taubaté, seus Professores e funcionários, e à Raquel, que forneceram todos os recursos e conhecimentos necessários para a minha formação e para realização deste trabalho.

Aos meus colegas de mestrado, grandes companheiros de classe, pelo compartilhamento de conhecimento, do apoio nas horas de dúvidas, da alegria e do incentivo durante as jornadas entre Caraguatatuba e Taubaté.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFSP, pelo firme e constante incentivo intelectual e financeiro, em prol da evolução da minha formação profissional e intelectual e do avanço em minha carreira como professor.

Dedico este trabalho à minha amada esposa Beatriz de Barros, companheira firme, fiel e amorosa, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e incentivando, nas horas de dúvidas e nas de certeza, nos momentos de tristeza e de alegria, desde o início e para sempre.

Não importa de onde venha, cabe ao homem encontrar os limites de seu horizonte, desafiá-los e ir além, pelo bem estar de sua família e sua pátria.

RESUMO

Esta pesquisa assume o propósito de avaliar o cenário habitacional, a conjuntura energética brasileira e o aumento da demanda energética com base no crescimento populacional previsto e na concentração urbana gerada pelo Programa Minha Casa Minha Vida. Considera, também, referenciar outras pesquisas relevantes e dados estatísticos, buscando relacionar estas informações com as questões econômicas, sociais e ambientais. O objetivo é gerar subsídios a uma proposta que vise à produção energética por meio de sua descentralização, gerando resultados profícuos na oferta de energia renovável, no consumo sustentável de energia residencial, no mercado de trabalho e na manutenção do Meio Ambiente. Como consequência, pretende-se demonstrar que a energia fotovoltaica é a tecnologia que melhor se adequa às atuais necessidades do país e às diretrizes e leis vigentes, demonstrando qual a proporção de ganho possível entre elas e sua relação com os impactos econômicos, sociais e ambientais.

Palavras-Chave: Energia Fotovoltaica, Programa Minha Casa Minha Vida, UHE Belo Monte, Energia Renovável, Meio Ambiente e Impactos econômicos, sociais e ambientais.

ABSTRACT

This research assumes the purpose of evaluating the housing scenario, the Brazilian energy scenario and the increase in energy demand based on the expected population growth and urban concentration generated by the Minha Casa Minha Vida Program. It also considers other relevant research and statistical data, seeking to relate this information to economic, social and environmental issues. The objective is to generate subsidies for a proposal aimed at energy production through its decentralization, generating fruitful results in the supply of renewable energy, in the sustainable consumption of residential energy, in the labor market and in the maintenance of the Environment. As a consequence, it is intended to prove that photovoltaic energy is the technology that best suits the current needs of the country and the current guidelines and laws, demonstrating the proportion of possible gain between them and their relation with the economic, social and environmental impacts.

Keywords: Photovoltaic Energy, Minha Casa Minha Vida Program, Belo Monte Hydroelectric Power Plant, Renewable Energy, Environment, economic, social and environmental impacts.

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 - Geração de Energia - Fontes | 26 |
| Gráfico 2 - Estoque de Energia 2015 | 27 |
| Gráfico 3 - Perdas Totais na Rede %..... | 35 |
| Gráfico 4 - Energias Renováveis 2014..... | 39 |
| Gráfico 5 - Energias Não Renováveis 2014 | 39 |
| Gráfico 6 - Uso Final da Energia Elétrica | 49 |
| Gráfico 7 - Consumo Residencial Médio por Região | 50 |
| Gráfico 8 - Unidades Contratadas e Entregues de 2009 a 2014..... | 64 |
| Gráfico 9 - Consumo de Energia Nacional e por Regiões..... | 75 |
| Gráfico 10 - Consumo Médio de Energia - Norte | 76 |
| Gráfico 11 - Consumo Médio de Energia - Nordeste | 76 |
| Gráfico 12 - Consumo Médio de Energia - Sudeste..... | 77 |
| Gráfico 13 - Consumo Médio de Energia - Sul..... | 77 |
| Gráfico 14 - Consumo Médio de Energia - Centro-Oeste | 78 |
| Gráfico 15 - % De Aumento da Demanda de Energia - Base 2010 | 78 |
| Gráfico 16 - Custos de Insumos por Região - SFV | 81 |
| Gráfico 17 - Insolação e Potência por Região..... | 81 |
| Gráfico 18 - Custos Regionais Totais de Instalação de SFV | 82 |
| Gráfico 19 - Preço de Geração por Fonte (R\$/MWh)..... | 84 |
| Gráfico 20 - Geração Elétrica por Fonte no Brasil | 85 |
| Gráfico 21 - Produção vs Consumo - Energia Hidráulica..... | 90 |
| Gráfico 22 - Custo de Geração de Energia por Insumo | 91 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Contextualização do Objeto De Estudo | 22 |
| Figura 2 - Fluxograma dos Estudos para um Aproveitamento Hidrelétrico | 31 |
| Figura 3 - Localização - UHE Belo Monte | 32 |
| Figura 4 - Usina Belo Monte, Vitória do Xingu - PA..... | 33 |
| Figura 5 - Perdas de Energia | 37 |
| Figura 6 - Calvin Fuller | 42 |
| Figura 7 - Estrutura Atômica: Material Monocristalino, Policristalino e Amorfo .. | 43 |
| Figura 8 - Localização das Estações do Atlas Solarimétrico | 46 |
| Figura 9 - Mapa Solarimétrico do Brasil | 47 |
| Figura 10 - Fluxograma do Planejamento e Execução do Bairro de Vauban | 53 |
| Figura 11 - Edifício de Vauban | 55 |
| Figura 12 - Cobertura Ajardinada para Bicicletário..... | 56 |
| Figura 13 - Vista de uma ciclovia marginada por área verde e rua de Vauban . | 57 |
| Figura 14 - Ciclista em Vauban | 58 |
| Figura 15 - Carsharing..... | 59 |
| Figura 16 - Bicicleta com proteção ao clima..... | 60 |
| Figura 17 - Organograma Fatores de Sucesso da Implementação de Vauban.. | 62 |
| Figura 18 - Residências com EFV Necessárias para Suprir UHE Belo Monte. .. | 83 |
| Figura 19 - Exemplo de economia com o uso do SFV conectado à rede..... | 89 |
| Figura 20 - Distorções da conta de luz brasileira | 92 |
| Figura 21 - Resultado SFV versus UHE Belo Monte. | 96 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1- Critérios para entrada no Programa Minha Casa Minha Vida..... | 64 |
| Tabela 2 - Definição dos Parâmetros..... | 68 |
| Tabela 3 - Parâmetro Ambiental - Impactos..... | 69 |
| Tabela 4 - Parâmetro Social - Impactos..... | 70 |
| Tabela 5 - Parâmetro Econômico - Impactos..... | 71 |
| Tabela 6 - Estrutura da Receita Tarifária – 2015 | 73 |
| Tabela 7 - Encargos sobre energia e seus objetivos | 73 |
| Tabela 8 - Orçamento Empresa “A” | 80 |
| Tabela 9 - Preço Médio - Portal Solar | 80 |
| Tabela 10 - Resolução Normativa 414 - ANEEL - Artigo 98 | 86 |
| Tabela 11- Descontos da Tarifa Social | 87 |
| Tabela 12 - Tarifas de Energia - AES Eletropaulo | 87 |
| Tabela 13 - Simulação de Consumo Residencial - Baixa Renda..... | 88 |
| Tabela 14 - Simulação de Consumo Residencial - Normal..... | 88 |
| Tabela 15 - Montantes e Despesas de Perdas de Energia..... | 110 |
| Tabela 16 - Percentual Regulatório de Perdas de Energia..... | 112 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ABRADEE | ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA |
| ANEEL | AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA |
| CEF | CAIXA ECONOMICA FEDERAL |
| CGEE | CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS |
| CHESF | COMPANHIA HIDRELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO |
| CRESESB | CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO |
| EFV | ENERGIA FOTOVOLTAICA |
| EPE | EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA |
| FGTS | FUNDO DE GARANTIA POR TEMPO DE SERVIÇO |
| FJP | FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO |
| FV | FOTOVOLTAICO |
| GLD | GERENCIAMENTO PELO LADO DA DEMANDA |
| GW | GIGAWATT |
| IBGE | INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA |
| INMET | INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA |
| KWh | KILOWATT HORA |
| LABSOLAR | LABORATÓRIO DE ENERGIA SOLAR |
| MDC | MINISTÉRIO DAS CIDADES |
| MME | MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA |
| MW | MEGAWATT |
| OGU | ORÇAMENTO GERAL DA UNIÃO |
| ONS | OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA |
| ONUDI | ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL |
| PEN | PLANO DE OPERAÇÃO ENERGÉTICA |
| PIB | PRODUTO INTERNO BRUTO |
| PMCMV | PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA |

| | |
|-------|---|
| PNE | PLANO NACIONAL DE ENERGIA |
| SELIC | SISTEMA ESPECIAL DE LIQUIDAÇÃO E CUSTÓDIA |
| SEM | SECRETARIA DE ENERGIA E MINERAÇÃO |
| SEP | SISTEMAS ESPECIAIS DE PROTEÇÃO |
| SFV | SISTEMA FOTOVOLTAICO |
| SIN | SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL |
| SNH | SISTEMA NACIONAL DE HABITAÇÃO |
| UFPE | UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO |
| UFSC | UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA |
| UHE | USINA HIDRELÉTRICA |
| UNE | UNIÃO DOS ESTUDANTES |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| RESUMO..... | 8 |
| ABSTRACT..... | 9 |
| LISTA DE GRÁFICOS..... | 10 |
| LISTA DE FIGURAS..... | 11 |
| LISTA DE TABELAS | 12 |
| LISTA DE SIGLAS | 13 |
| SUMÁRIO | 15 |
| 1 INTRODUÇÃO | 17 |
| 1.1 A ATUAL CONJUNTURA BRASILEIRA..... | 18 |
| 1.2 EXPOSIÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA..... | 20 |
| 1.3 OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO..... | 20 |
| 1.4 OBJETO DO ESTUDO DE CASO..... | 22 |
| 1.5 DELIMITAÇÃO | 23 |
| 1.6 PROBLEMA DE PESQUISA | 23 |
| 1.7 ESTRUTURA..... | 23 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 25 |
| 2.1 ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA E SEUS DESAFIOS | 25 |
| 2.2 O CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA HIDRÁULICA..... | 29 |
| 2.3 OS DESAFIOS DA USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE . | 31 |
| 2.4 AS PERDAS DE ENERGIA | 35 |
| 2.5 OUTRAS FONTES DE ENERGIA E SUA RELEVÂNCIA | 37 |
| 2.6 ENERGIA FOTOVOLTAICA..... | 40 |
| 2.7 BREVE HISTÓRICO DA CONQUISTA DA ENERGIA SOLAR ... | 41 |
| 2.8 TIPOS DE CÉLULAS FOTOELÉTRICAS..... | 43 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 2.9 | SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA..... | 44 |
| 2.10 | O PERFIL BRASILEIRO DE CONSUMO DE ENERGIA | 48 |
| 2.11 | A EXPERIÊNCIA ALEMÃ | 52 |
| 2.12 | PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA | 63 |
| 3 | METODOLOGIA..... | 66 |
| 3.1 | DEFINIÇÃO DA ABORDAGEM E DOS MÉTODOS | 66 |
| 3.2 | DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS..... | 67 |
| 3.3 | DEFINIÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA | 67 |
| 3.4 | EFETIVAÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA..... | 68 |
| 4 | ESTUDO DE CASO | 72 |
| 4.1 | PARÂMETRO ECONÔMICO | 72 |
| 4.2 | PARÂMETRO SOCIAL | 89 |
| 4.3 | PARÂMETRO AMBIENTAL..... | 93 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 94 |
| 6 | CONCLUSÃO..... | 97 |
| | SUGESTÃO PARA TRABALHO FUTURO..... | 98 |
| | REFERÊNCIAS..... | 99 |
| | ANEXOS..... | 110 |

1 INTRODUÇÃO

O homem vem se desenvolvendo através dos tempos e nosso atual estágio de desenvolvimento se deve às descobertas que sua curiosidade e sua necessidade imprimiram em sua longa jornada. Simões (2006) detalha que “essa tentativa de aperfeiçoamento culmina no desenvolvimento de técnicas lógicas de ação-tecnologia que corroboram para a construção da vida”. Ao dominar o fogo, o homem tornou-se capaz de alimentar-se melhor e de gerar segurança com a luz produzida. O fogo, então, tornou-se a ferramenta que garantiu a sua sobrevivência perante os maiores desafios, mudando o destino do homem definitivamente. Ao inventar a roda e outros equipamentos, ele foi capaz de fazer multiplicar seus esforços e sua força física. Logo passou a dominar outros animais e apoderar-se da força destes para gerar trabalho.

Neste ponto, de acordo com Gomes (2016), o homem foi capaz de entender que podia fazer uso de energia que não a dele próprio, de modo a produzir trabalho sem desprender muito esforço. Essa constatação gerou uma nova necessidade, motivando pesquisas que culminaram com a descoberta da força do vapor e, com ela, a Revolução Industrial. Transporte, máquinas e fábricas deram início ao fim da manufatura como principal meio produtivo, acelerando a produção de bens e serviços que notoriamente fizeram a humanidade dar enormes saltos de produtividade e conhecimento, principalmente depois da descoberta da corrente elétrica.

Segundo Goldemberg (1998), a energia elétrica é um insumo fundamental para o desenvolvimento das nações, considerando-se que sua falta ou encarecimento é a razão de dificultar ou complicar o acesso à informação e ao conhecimento, à saúde e à manutenção das infraestruturas de apoio institucionais ou privadas, cerceando seu desenvolvimento. Os países desenvolvidos têm como denominador comum o domínio e fácil acesso à tecnologia de geração de energia nos mais diversos modelos e níveis e este importante insumo possui como características o custo reduzido e a grande e disseminada oferta em seus territórios, demonstrando sua antiga preocupação com a geração de corrente de elétrons.

A geração de energia pode ser realizada pelos mais diversos tipos de usinas como as nucleares, hidrelétricas, termoelétricas, usinas solares à base de sal derretido, eólicas, marítimas à base de movimentação de ondas e também as usinas fotovoltaicas, sendo esta última, segundo Varela et al. (2008), um dos sistemas que

menos agridem a natureza e tema principal desta pesquisa. Finalmente, como resultado de toda a produtividade e o constante aumento da demanda por produtos e serviços, o mundo encontra-se em uma encruzilhada, onde deve decidir qual caminho será mais benéfico à continuidade da expansão humana no universo, sem que isso catalise a destruição da natureza, berço dessa espetacular forma de vida.

1.1 A ATUAL CONJUNTURA BRASILEIRA

Segundo Junk e Mello (1990), em termos geográficos o Brasil possui uma bacia hidrográfica privilegiada e esse fator norteou suas políticas de investimento desde os governos militares até o presente. Por este motivo, sua matriz energética se concentra atualmente no modelo de geração de energia hidráulica, com cerca de sessenta e três por cento nesta modalidade, e a energia térmica veio a ocupar o segundo lugar, sendo responsável por cerca de vinte e oito por cento da geração de energia elétrica (FURNAS 2014). Como resultado dessa tendência, o incremento dos gastos com geração de origem termoelétrica tem aumentado de forma diretamente proporcional ao crescente risco de déficit de energia, ou seja, apagão (ONS 2015).

Segundo FURNAS (2014) o Brasil também faz uso, ainda que de forma incipiente, de energia nuclear, eólica e fotovoltaica. Atualmente existem diversos campos eólicos na região nordeste que estão operacionais, entretanto não geram energia para o Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN) pois as redes de interligação e transmissão não foram finalizadas e/ou construídas de modo permitirem o escoamento da produção de energia. Ao se observar o relatório de consumo cativo por classe de consumo elaborado pela EPE (2016), os principais consumidores brasileiros de energia elétrica somados consomem mais de setenta por cento da oferta doméstica e se resumem ao o setor residencial consumindo trinta e sete vírgula três por cento, o setor comercial com consumo de vinte e três e meio por cento, o setor industrial com dezenove vírgula três por cento e as perdas do sistema responsáveis pelo consumo de quase onze por cento, aproximadamente. Ainda segundo a EPE (2016) as perdas acontecem na Rede Básica e na de Rede de Distribuição, por meio de Perdas Técnicas, com fatores relacionados à transformação de energia elétrica em energia térmica nos condutores (*efeito Joule*), perdas nos núcleos dos transformadores e

outros fatores, sendo consideradas como perdas por distribuição de energia. As Perdas Não Técnicas são provenientes, dentre outros fatores, de furtos de energia, erros de medição e erros de faturamento. Além disso, o setor energético brasileiro é também responsável pela geração e emissão de gás carbônico. Registros afirmam que em 2012 a intensidade de emissão foi de oitenta e dois quilos de CO² por megawatt gerado e este coeficiente sofreu variação no ano de 2014, aumentando para cento e trinta e sete quilos de CO² por megawatt gerado, perfazendo um aumento na ordem de sessenta e sete por cento na emissão deste gás. Essa alteração nas emissões se deu por conta da entrada em operação de novas usinas termoeletricas que, de acordo a EPE (2016), foi uma resposta à baixa intensidade das chuvas e o recorrente esgotamento das reservas hidráulicas na maioria das bacias hidrográficas brasileiras. O Brasil é um país de dimensões continentais com grandes distâncias entre suas fronteiras destacando-se como o maior país da América Latina, além de ser privilegiado com boa insolação em todo o território nacional. Além disso, segundo dados do IBGE (2011), é um país com crescimento populacional positivo que possui mais de duzentos milhões de habitantes.

Ainda de acordo com o IBGE (2011) as maiores concentrações urbanas se dão principalmente nas regiões do Centro-Oeste e Sudeste onde se encontra a grande metrópole nacional, seguido em menor escala pelo Nordeste e outras regiões. Neste cenário, de acordo com FURNAS (2016), é possível constatar as grandes distâncias que a energia elétrica deve percorrer pelo Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN) para alcançar essas regiões, já que as grandes usinas hidrelétricas são distantes das maiores concentrações urbanas. O Brasil também é detentor de grande déficit habitacional que vem sendo enfrentado pelo Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV, 2009) que tinha como previsão a construção de quatro milhões de residências e que já conta com mais de um milhão e meio de unidades entregues em todas as regiões, sendo possível notar uma maior concentração na região Nordeste.

O PMCMV (2009) pretende chegar aos estados do Acre, Ceará, Mato Grosso, Bahia, Roraima, Rio Grande do Norte, Goiás, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Pará, Amazônia, Paraná, Espírito Santo, Amapá, Maranhão, Rondônia, Rio de Janeiro, Alagoas, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Apesar das grandes mudanças políticas atuais na esfera federal, o entendimento geral é o de que o PMCMV permanece como política de Estado e,

mesmo que em uma escala menor que a prevista, ainda será alvo de grandes investimentos, haja vista que o déficit habitacional tende a aumentar ao longo do tempo, face ao crescimento populacional.

1.2 EXPOSIÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

O setor residencial, assim como a indústria e o comércio, pertence ao grupo de maiores consumidores de energia (EPE, 2016) e, portanto, são atores que precisam desenvolver a redução dos gastos com este insumo. A indústria e o comércio, para sua sobrevivência, já possui como meta aumentar sua produtividade e reduzir seus custos, de modo a aumentar seus resultados financeiros. O setor residencial por sua vez, devido ao constante crescimento populacional e o conseqüente aumento dos consumos de produtos e serviços, consome cada vez mais energia. Em complemento, é importante ressaltar que o aumento da população reflete diretamente na necessidade de se construir mais residências e, esse fator, por si só, contribui para o aumento da demanda de energia. Outrossim, com o desenvolvimento contínuo da população, há também o aumento do uso de diversos equipamentos e dispositivos eletrônicos. Conseqüentemente, a infraestrutura de transportes e logística, o número e tamanho dos equipamentos sociais e o saneamento básico sofrerão expansões por conta do incremento populacional e todos estes sistemas irão gerar o aumento da carga e demandar cada vez mais energia. Portanto, este é um processo que admite apenas a expansão da produção energética.

Diante deste contexto, fica clara a necessidade de uma investigação que ofereça soluções que ajudem a população a reduzir de forma direta seus custos com energia, gerando benefícios financeiros ao mesmo tempo em que a demanda energética seja suprida, sem a necessidade de se construir novas hidrelétricas.

1.3 OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

O primeiro parágrafo do Artigo 4º da Lei n. 6.938, da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), declara a necessidade de se compatibilizar o

desenvolvimento econômico e social em consonância com a proteção do Meio ambiente e seu equilíbrio ecológico. Partindo desse fundamento, esta pesquisa assume o propósito de avaliar o cenário habitacional e a conjuntura energética brasileiras, observar e apontar problemas do panorama da geração e da demanda energética com base no crescimento populacional previsto e na concentração urbana já detectada, e confrontar dois sistemas de geração de energia sustentável, o hidráulico e o fotovoltaico, considerando três aspectos fundamentais, o econômico, o social e o ambiental. Para tanto, será proposto o estabelecimento de um programa de investimentos associado a um conjunto de ações buscando a geração de energia fotovoltaica residencial e, conseqüentemente, a redução da demanda de grandes condomínios residenciais como os do Programa Minha Casa Minha Vida e outros, pertencentes à uma mesma rede de distribuição, por meio do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, estabelecido pela resolução normativa nº 482 de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL 2016, p. 1).

Assim sendo, se a presente proposta for factível e efetiva, será possível ainda, através da convergência de soluções, desfrutar dos benefícios de se investir em um sistema de geração de energia considerada como a menos agressora ao meio ambiente e atender à lei supracitada.

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar uma forma de se reduzir o custo econômico, social e ambiental da geração de energia brasileira.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OBJETIVO 1: Coletar informações, dados e documentos que evidenciem os problemas apresentados e a justificativa para solução do problema;

OBJETIVO 2: Coletar informações, dados e documentos que evidenciem soluções tecnológicas com potencial para aplicação no estudo de caso;

OBJETIVO 3: Realizar estudo comparativo que evidencie qual sistema de geração de energia atende ao objetivo geral.

1.4 OBJETO DO ESTUDO DE CASO

De acordo com Miguel et al. (2007), o primeiro passo deve ser dado em direção à escolha do objeto, ou unidade de análise. E segundo Yin (2015), é preciso garantir que o processo de definição do objeto ou unidade de análise não se perca dentro da definição dos níveis e/ou contexto na qual se encontra o objeto de estudo. Partindo dessas considerações, o objeto de estudo será constituído por um esboço inicial para um Programa Nacional de Energia Fotovoltaica (PNEF) que consolide as premissas da Lei 6938 da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), estando atrelado ao Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV, 2009) mas não restrito a este.

O objeto de estudo encontra-se contextualmente definido na figura 1, onde é possível destacar suas características mais importantes e a delimitação do estudo.

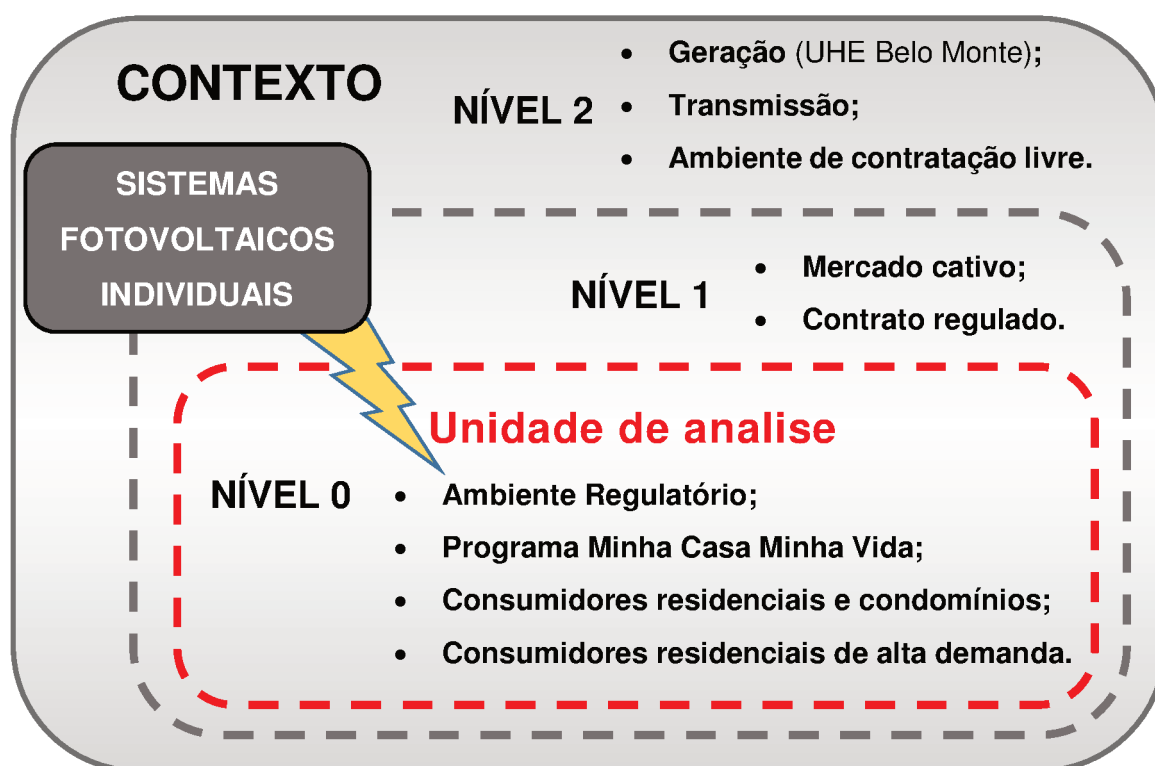


Figura 1 - Contextualização do Objeto De Estudo
Fonte: Elaborado pelo autor.

Não obstante o objeto esteja encerrado no *nível 0* do contexto acima delineado, é significativo ressaltar que para a análise de performance seja necessária uma comparação de resultados com um ente gerador, que pertence ao *nível 2*, que neste caso é representado pela Usina Hidrelétrica de Belo Monte (EPE, 2011).

1.5 DELIMITAÇÃO

A presente pesquisa pretende verificar uma hipótese focada no Programa Minha Casa Minha Vida (CEF, 2016), consumidores residenciais, condomínios e consumidores residenciais de alta demanda dentro do período compreendido entre os anos de 2010 e 2014. O elemento base para comparação será representada pela Usina Hidrelétrica de Belo Monte, por ser a usina de grande porte mais recente a ser construída. Os níveis de consumo de energia elétrica das diferentes classes poderão ser considerados, de modo a desonerar as menos privilegiadas, assim como já ocorre na cobrança de energia elétrica, atualmente.

1.6 PROBLEMA DE PESQUISA

Segundo Moresi (2003), o problema de pesquisa pode ser considerado como uma questão que precisa ser resolvida ou, ainda, pode se considerar que o objeto ou tema de uma discussão, precisa encontrar equilíbrio por meio de argumentação e prova. Um problema de pesquisa só poderá existir diante da necessidade de se responder a uma pergunta que está sendo feita e, por seu intermédio, alcançar um resultado real.

A pesquisa restringe-se a fazer uma comparação entre a aplicação de sistemas fotovoltaicos residenciais e a usina hidrelétrica de Belo Monte, dentro dos parâmetros econômicos, sociais e ambientais, por meio de financiamento público e afirmar qual destas tecnologias é mais capaz de atender às necessidades do Brasil.

1.7 ESTRUTURA

A dissertação está conformada em sete capítulos, descritos a seguir:

CAPITULO 1 O primeiro capítulo desta pesquisa está associado ao planejamento do trabalho, constituindo as regras e designando os objetivos, bem como a forma como o mesmo deve ser conduzido, suas delimitações e a hipótese que se pretende testar. Ele apresenta o tema em primeira mão e é responsável por introduzir o leitor na situação do problema em questão.

CAPITULO 2 O segundo capítulo corresponde ao alicerce que subsidia a pesquisa em todas as contestações e questionamentos, a relevância do tema e a sua justificativa. Neste capítulo é possível tomar conhecimento dos problemas financeiros, sociais e ambientais causados pela implementação de sistemas de geração hidráulica e geração térmica. Está presente também informações sobre parte do ambiente regulatório no nível zero do contexto aferido no item 1.4, além de exemplo similar de sucesso conduzido no exterior e apresenta informações sobre o cenário brasileiro de geração, transmissão e distribuição. Este capítulo também oferece referências sobre a população brasileira, o déficit residencial, o Programa Minha Casa Minha Vida

CAPITULO 3 Este capítulo trata da metodologia, definida como Estudo de Caso em função de se tratar de um caso real. Nela será possível identificar o método aplicado na resolução das questões bem como o processo e tratamento que serão dados às informações obtidas e aos resultados colhidos.

CAPITULO 4 Este capítulo trata do Estudo de Caso, onde serão observados todos os fatores concernentes ao objeto de estudo e seu contexto, suas variáveis e condicionantes, dentro da delimitação estabelecida no item 1.5.

CAPITULO 5 Este capítulo é reservado aos resultados e às discussões que darão molde à conclusão, produto de profunda análise e verificação dos fatos apresentados no capítulo dois.

CAPITULO 6 O presente capítulo apresenta a conclusão e suas potencialidades, demonstrando como foi possível chegar a estes resultados e as recomendações para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente referencial teórico abordará parte do cronograma histórico e o conhecimento relacionado à produção de energia elétrica renovável, considerará o usuário final de energia elétrica em seus diversos níveis e apresentará alguns dos programas e políticas de incremento da sua produtividade e de atenuação do seu desperdício, que vem sendo objeto de pesquisas contemporâneas.

2.1 ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA E SEUS DESAFIOS

Todos os países que possuem algum desenvolvimento têm pesquisado e investido em novos meios de produção de energia. Segundo Goldemberg (1998), a energia em si é um insumo ou elemento estratégico que garante o crescimento industrial e econômico das nações. Ele defende:

Energia é um ingrediente essencial para o desenvolvimento, que é uma das aspirações fundamentais da população dos países da América Latina, Ásia e África. O consumo de energia per capita pode ser usado como um indicador da importância dos problemas que afetam estes países, onde se encontram 70% da população mundial. (Goldemberg, 1998, p. 7).

Goldemberg (1998) também apurou que havia uma relação entre consumo comercial de energia, mortalidade infantil, analfabetismo e expectativa de vida sendo que quando o consumo era menor os outros fatores apresentavam resultados indesejáveis. Por este motivo o desenvolvimento da energia deve ser objeto de estudos aprofundados, que avaliem todas as possibilidades de aumento de sua produção, baseado tanto no aspecto sustentável assim como também nos aspectos sociais e econômicos. Indo além do aspecto produtivo, conforme Goldemberg (1998) defende, é mister que todas as possibilidades de redução do seu consumo também estejam presentes nas pesquisas, seja de forma direta ou em propostas paralelas e/ou mitigantes, de políticas de controle ou subsídio pelo lado da demanda. Ou seja, para que os resultados das pesquisas tenham suas chances de sucesso majoradas, a eficiência energética, de acordo com Lamberts et al. (1997), deve ser consagrada

como o objetivo fundamental de todo o processo produtivo e de consumo, observando-se também as questões econômicas, sociais e ambientais.

Conforme David (2013), a energia elétrica é reconhecida no Brasil pelo Decreto nº 24.643 (BRASIL, 1934), como bem público restrito e não como uma commodity ou mercadoria, uma condição também referenciada pela Constituição Federal de 1934, que tratou de federalizar os procedimentos relacionados com a regulação da energia elétrica. Muitas décadas depois, conforme Lima (1995) comenta, em meio à crise financeira e com grandes dificuldades de financiar a expansão e o desenvolvimento da infraestrutura de geração e distribuição pelas estatais, que se encontravam endividadas, um novo caminho, conforme Malaguti (2009), foi tomado na década de 80, culminando com textos constitucionais que atribuíam ao Estado a posição de ente normativo e regulador, exercendo a fiscalização, incentivo e o planejamento das atividades relacionadas ao setor elétrico.

No Brasil, em 2014, haviam 3.636 empreendimentos de geração de energia totalizando 135.138MW de potência instalada, sendo que a Matriz Elétrica Brasileira estava distribuída na seguinte configuração (FURNAS 2014):

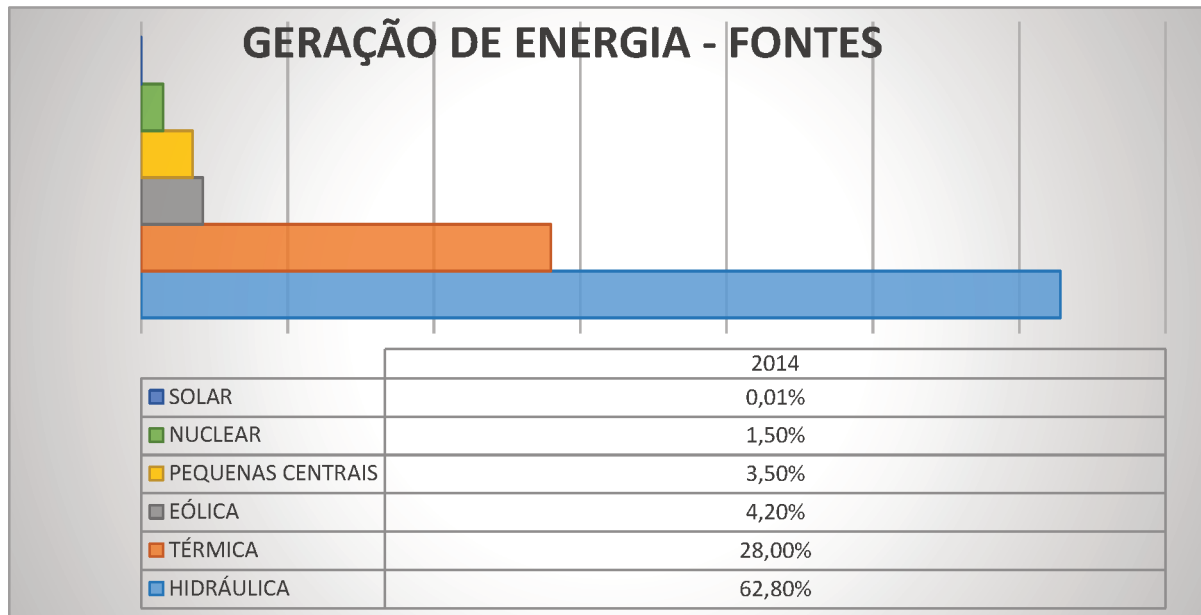


Gráfico 1 - Geração de Energia - Fontes
 Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2014 - FURNAS

Analisando os dados fornecidos por Furnas (2014) no gráfico 1, fica clara a grande concentração em geração por fonte hidráulica e térmica, seguida por outras fontes como a eólica, sendo que a fonte de energia solar permanece em último lugar com

uma penetração ínfima no gráfico, muito abaixo de um por cento. Assim sendo, ao se pesquisar dados sobre as fontes de energia com base hidráulica junto ao Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), foi possível constatar a energia mensal em estoque de todas as regiões, no ano de 2015.

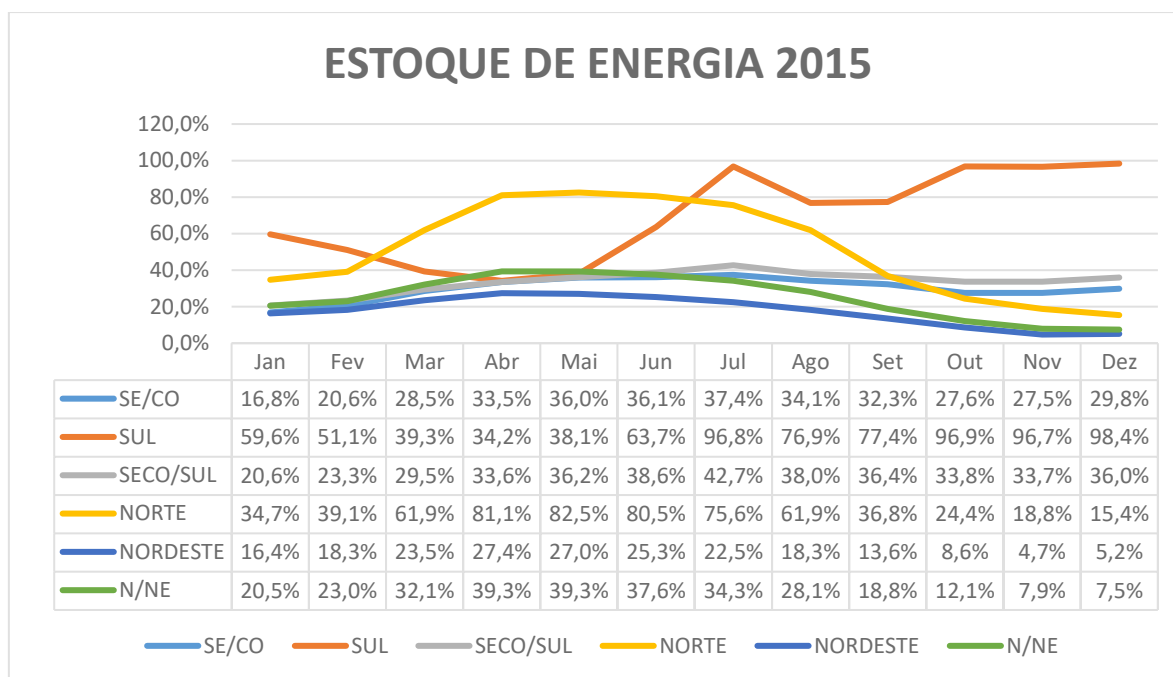


Gráfico 2 - Estoque de Energia 2015
 Fonte: Operador Nacional do Sistema – ONS

Observando-se o gráfico 2 do estoque de energia do primeiro semestre 2015, podemos observar que todos os estoques de energia hidráulica do país sem exceção ficaram, em um dado momento, abaixo ou igual a 34,20%, sendo que os reservatórios Sudeste/Centro Oeste e Norte/Nordeste ficaram perigosamente na casa de 16,8% e 7,5% respectivamente, o Nordeste em 4,7% e o sudeste e centro oeste chegaram a ficar três vezes abaixo do nível de 30%, gerando diversos problemas nestas regiões.

Portanto, atualmente é preciso reconsiderar a grande concentração nesse tipo de sistema, haja vista que essa leitura demonstra que, apesar de ser um sistema que é usado há muitas décadas pelo Brasil, ele não é de todo confiável e/ou a estratégia de geração não está adequada à demanda brasileira, além de outras considerações que serão abordadas à frente. Além disso, a água estocada nessas represas não possuem função única e exclusiva de geração de energia. Esses empreendimentos são e cada vez mais serão responsáveis pelo fornecimento de água potável à população e

servem também como fonte de oportunidade de negócios que geram empregos e área de lazer para atendimento da população. De acordo com Goulart (2014), quando estes estoques ficam exauridos em função da geração de energia, todos estes setores sofrem as consequências. E, no entanto, a energia precisa ser produzida, sendo que para isso a água deve circular constantemente, sob o risco de déficit de energia (apagão). No ano de 2015 (Gráfico 02), algumas regiões do país padeceram pela ausência das chuvas que já estavam rareando desde 2013, e isso acabou gerando uma situação emergencial onde diversas ações foram tomadas, com grande custo de capital público, para mitigar o racionamento de água e evitar o risco de déficit de energia.

O Operador Nacional Do Sistema (ONS), por meio do Sistema Interligado Nacional (SIN), oferece relatórios anuais onde informações sobre suas avaliações e seu planejamento são relatados. De acordo com o Relatório de Administração e as Demonstrações Financeiras do Exercício 2015, em seu item 2.6 – Melhoria de Segurança Elétrica, fica claro que o sistema de transmissão e geração está constantemente sombreado pelos diversos graus de risco de desligamento intempestivo, e isso decorre da característica marcante da topologia da rede. Este relatório observa ainda que:

Dependendo da instalação afetada, as consequências podem ser mais severas, envolvendo o desligamento de grandes montantes de consumidores. No sentido de minimizar as chances de ocorrência de uma perturbação de grande porte, restringir a propagação de um distúrbio e agilizar ao máximo a recomposição das cargas, é necessário manter um trabalho permanente de observação, análise, diagnóstico e prevenção destes eventos. (ONS, 2015).

Neste relatório encontram-se também informações acerca de um grande esforço de trabalho, investimento financeiro e de organização, para garantir que, as instalações energéticas que amparam os *Clusters* do Rio de Janeiro, bem como dos estádios das outras cinco cidades sedes, sejam capazes de suprir, com segurança, as cargas durante o evento das Olimpíadas de 2016. Essas análises apresentam, além das obras previstas para junho de 2016, algumas ações necessárias:

Geração térmica adicional, restrições energéticas e ajustes e/ou novos Sistemas Especiais de Proteção (SEP), para o Rio de Janeiro e demais cidades-sede dos jogos de futebol, de modo que elas tenham suas cargas

principais preservadas em situações adversas e para garantir desempenho diferenciado em situações de perdas duplas. (ONS, 2015).

Com esse conjunto de informações e considerações por parte de atores importantes como o ONS, fica claro que estudos aprofundados são necessários para a tomada de decisão e à organização estratégica do Sistema, de modo a que seja possível atender as demandas de novas cargas e a redução dos riscos de déficit de energia.

2.2 O CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA HIDRÁULICA

Uma usina hidrelétrica começa a consumir dinheiro público muito antes do início de suas operações, sendo responsável por causar grande impacto a um sem número de componentes, sejam eles de ordem social, econômica e ambiental. E os alertas já vêm sendo emitidos há muito tempo pois Junk e Mello (1990) já relatavam problemas relacionados como translocação de população, perda do solo e suas possíveis riquezas minerais, baixa produtividade em termos de razão entre a energia produzida e metro quadrado alagado, perdas de espécies de plantas e animais, alterações de geometria hidráulica do rio represado, modificações na hidrologia regional, modificações na carga sedimentar do rio represado, aumento da erosão do vale abaixo das represas e a deterioração da qualidade da água em função da presença massiva de macrófitas aquáticas.

De acordo com o especial “A Batalha De Belo Monte” da Folha de São Paulo (2013), para que fosse possível a construção de uma usina como a de Belo Monte, o planejamento precisou considerar a logística de criação de uma cidade de cerca de vinte e cinco mil funcionários, distribuídos em quatro grandes canteiros de obra no local, fazendo com que os custos fossem enormes e de uma complexidade tamanha que sua eficácia total seja quase impossível de garantir, haja vista as grandes distâncias envolvidas, a ausência de infraestrutura local de transporte, fornecimento de mão de obra, equipamentos e materiais, ausência de chuvas, inundações, os riscos de acidentes, doenças e ataques de animais e vetores, a obrigatoriedade de se obter licenças ambientais, superar ações civis e judiciais, greves, aumento da criminalidade,

impedimento de acesso por movimentos sociais e indígenas, entre outros problemas e desafios.

Outros fatores que devem ser considerados estão relacionados com o tempo e o volume de dinheiro investido. Conforme Fleury (2014), desde o estudo do inventário do potencial energético da bacia hidrográfica do Rio Xingu, iniciado em 1975, mais de trinta anos foram gastos desde o início da construção desta usina. Ainda assim, as obras estiveram atrasadas, o cronograma inicial da operação foi prejudicado e é somente no ano 2019 que a usina irá a produzir plenamente e entregar energia elétrica na capacidade total, conforme informado pelo Ministério de Minas e Energia 2016 (MME).

Conforme Pereira (2013), a usina de Belo Monte foi orçada em dezesseis bilhões de reais, no entanto com tantas dificuldades a superar, as cifras já sofreram mudanças e seus custos superam a marca dos trinta bilhões de reais. Neste caso é possível inferir que obras deste porte possuem riscos de projeto e planejamento extremamente elevados, chegando a fazer com que o custo de construção de obras deste porte chegue a superar as suas planilhas orçamentárias originais em quase cem por cento. A usina irá produzir onze mil e duzentos e trinta e três megawatts (11.233 MW) de energia elétrica. Número este que fica atrás somente da usina chinesa de Três Gargantas (22.720 MW) e da usina binacional brasileira-Uruguiaia Itaipu (14.000 MW). E segundo a Folha de São Paulo (2013), a usina será capaz de produzir em média apenas quarenta e um por cento de sua capacidade instalada, devido à baixa vazão nos meses entre abril e janeiro, por outro lado a usina terá produção máxima nos meses em que os estoques das regiões mais ao sul são operados com maior rigor para evitar o esgotamento dos reservatórios.

Adrada et. al. (2013) informa que existem outros sistemas de menor porte capazes de gerar energia elétrica em função da ação da gravidade sobre a água. Elas são divididas em três grupos, as pequenas usinas com potência limite instalada menor ou igual a 5.000 quilowatts, as minis usinas com potência entre 100 e 1000 quilowatts e as micro usinas com potências menores que 100 quilowatts. Os sistemas de geração de energia com base hidráulica são precedidos de uma série de estudos prévios que permitem uma avaliação de viabilidade construtiva e econômica. No início são necessárias a identificação das possíveis bacias para implantação seguido de diversos estudos tais como os estudos hidrológicos, geológicos, topográficos, estudos

de impacto ambiental e relatório de impacto ao meio ambiente, estudos socioeconômicos e de demanda. Além destes estudos são necessárias as pesquisas e considerações sobre a localização de obras e infraestrutura necessárias à implantação destes sistemas, além de estudos hidro energéticos e de mercado para que, então, se produza um Estudo Preliminar de Viabilidade. O fluxograma (figura 2) a seguir contempla a distribuição destes estudos e sua inter-relação:

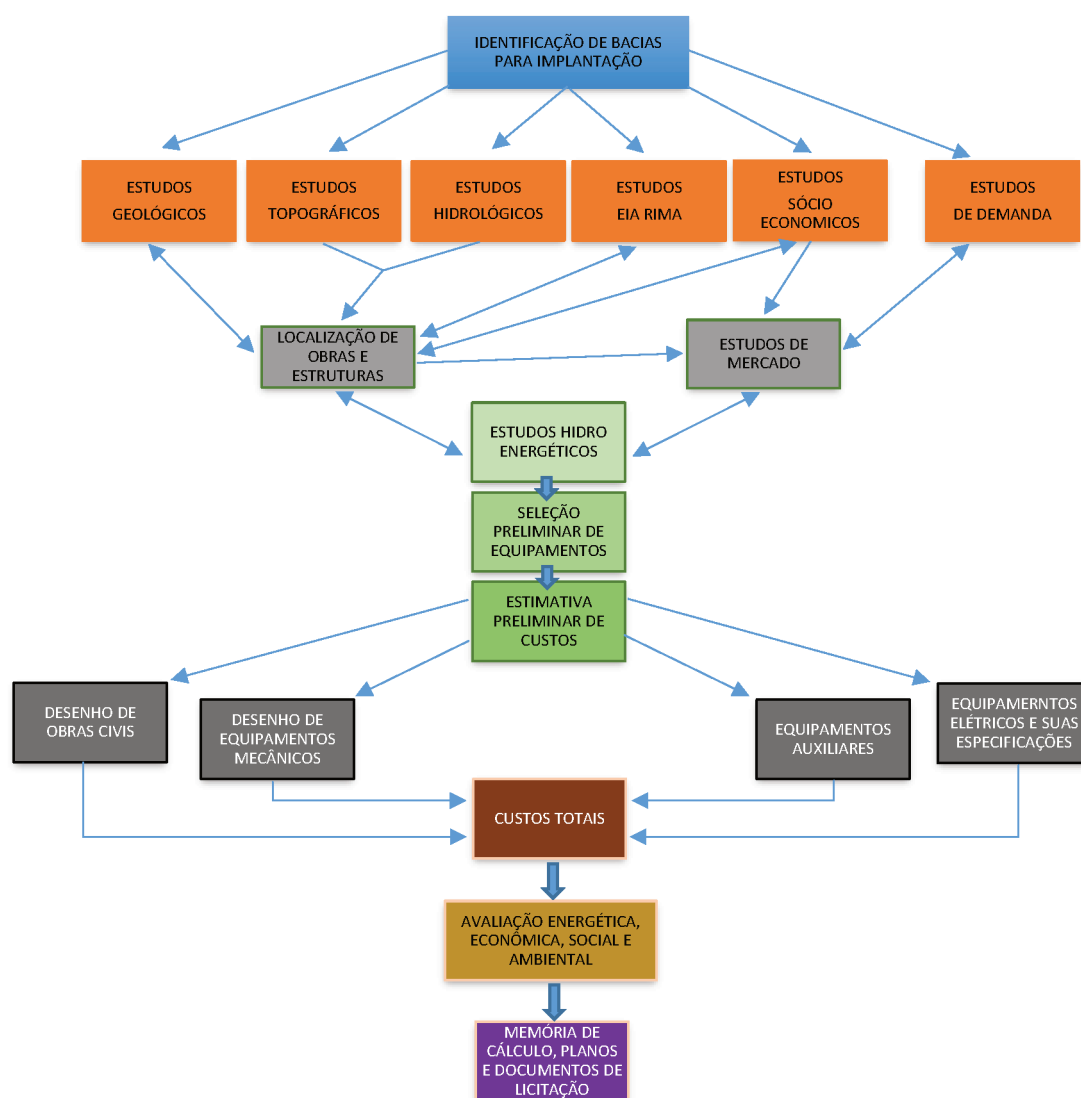


Figura 2 - Fluxograma dos Estudos para um Aproveitamento Hidrelétrico
Fonte: Adrada et al. – ONU DI (2013)

2.3 OS DESAFIOS DA USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE

Localização: Rodovia BR-230, Km 52, s/n - Sitio Belo Monte, Vitória do Xingu - PA, 68383-000 (figura 3).



*Figura 3 - Localização - UHE Belo Monte
Fonte: Google Mapas (2016)*

Segundo seu relatório de fatos e dados de 2011, a EPE informa que o custo de construção da usina hidrelétrica de Belo Monte seria de R\$20,3 bilhões de reais, com preços de dezembro de 2008, sendo que deste total, 3,3 bilhões eram destinados a programas ambientais e sociais e, além disso, informava também que a produção máxima que será alcançada em 2019 é de 11.233 MW, e o custo índice de R\$1.780/kW. Entretanto, por motivos diversos como atraso das operações de construção e mudanças de projeto fizeram com que a usina encarecesse e, portanto, só pôde entrar em operação comercial em abril de 2016, conforme informa o Ministério de Minas e Energia (MME, 2016):

“As duas unidades geradoras estão na fase de pré-operação comercial. Na próxima etapa, elas receberão a autorização da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) para começar a operação comercial. Nessa fase de testes, a energia já é remunerada pelo sistema elétrico, mas os contratos de venda firmados em 2010, data do leilão da usina, com 27 empresas distribuidoras de 17 Estados, só começam a vigorar na fase de operação comercial, o que deve ocorrer nos próximos dias. Belo Monte é formada por duas casas de força, sendo a principal dotada de 18 turbinas tipo Francis, com capacidade de 611,1 MW cada uma, totalizando 11 mil MW. Quando concluída, essa casa de força responderá por 97% da energia do empreendimento” (MME, 2016).

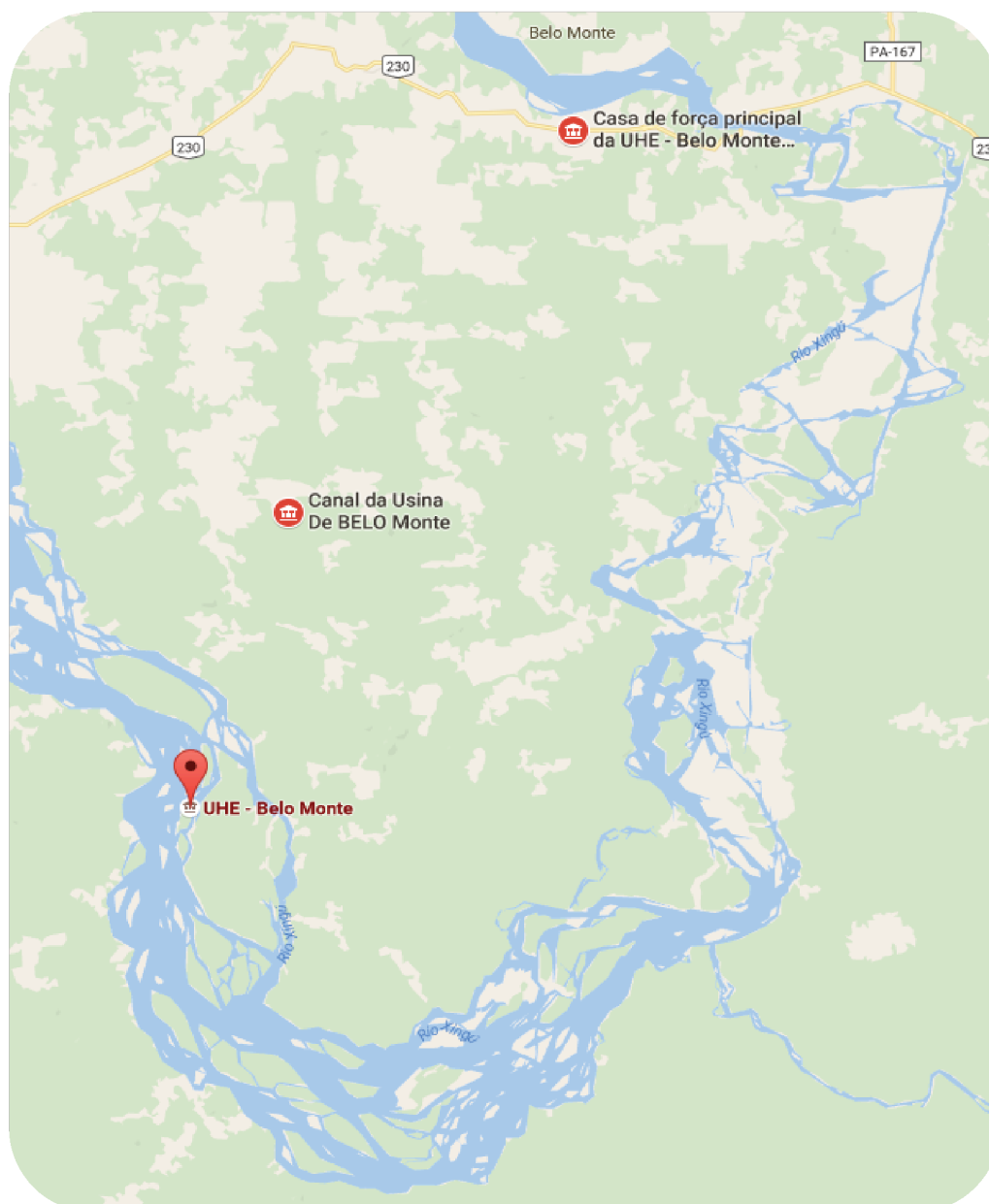


Figura 4 - Usina Belo Monte, Vitória do Xingu - PA
Fonte: Google Mapas (2016)

Atualmente, segundo PEREIRA (2013), é importante salientar que os custos para a finalização total do empreendimento analisado já ultrapassaram os trinta bilhões de reais relatados em 2013 e, em função da finalização das obras em 2019, o custo índice previsto para o ano de 2019 ainda sofrerá alterações, sendo necessária uma atualização:

- Investimento apurado (2013): R\$30 bilhões;
- Produção máxima (2019): 11.233 MW;
- Custo índice projetado (2019): R\$2.670,70/kW.

Além disso, é importante ressaltar que a implantação deste tipo de geração não se restringe apenas à implantação de hidrelétricas, pois a logística para a entrega dessa energia também deve ser considerada. Consequentemente, é necessário que os custos do aumento da capacidade de transmissão da interligação Norte-Sudeste sejam considerados, pois representam parte dos custos que não estão associados ao custo índice da energia divulgado inicialmente pela EPE (2011).

Ocorre que não apenas o custo da interligação entre a UHE Belo Monte e os destinos da energia devem ser considerados, pois, este sistema também poderá estar sob risco caso ocorra o descasamento dos prazos de entrega da décima sexta máquina da hidrelétrica prevista para operar em setembro de 2017 com a entrega da interligação, conforme o Relatório de Monitoramento Conjunto da Implantação de Instalações de Geração e de Transmissão abril/junho de 2016:

Em 26 de novembro de 2015, a empresa ABENGOA, que atualmente é responsável por 16 contratos de concessão de serviço público de transmissão de energia elétrica, iniciou o processo de pré-concurso de credores da Abengoa S.A. (Matriz) na Espanha. Em 26 de fevereiro de 2016, a ABENGOA entrou com um pedido de Recuperação Judicial no Brasil. Isso resultou na paralisação das suas obras, o que gerou impacto significativo no processo de expansão do setor elétrico, uma vez que esses contratos totalizam mais de 5 mil quilômetros de linhas de transmissão em 500 kV, que escoariam a energia de diversos parques eólicos, solares e, principalmente, da UHE Belo Monte. (ANEEL, 2016, p. 5).

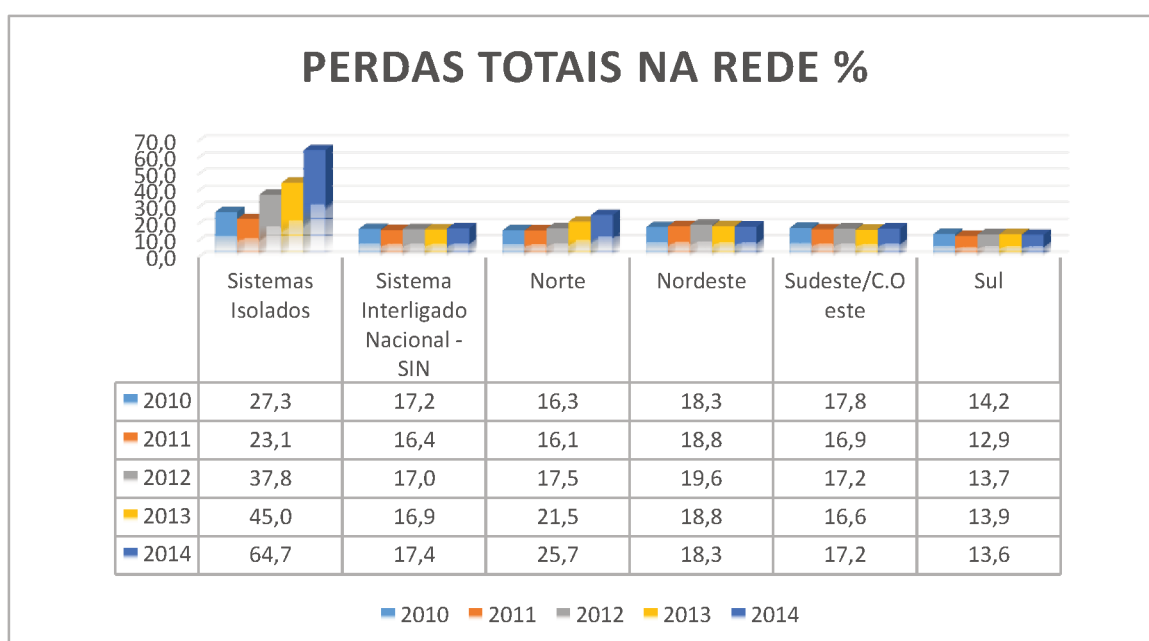
Essa situação poderá gerar custos extras caso este descasamento ocorra. Isso decorre do fato de que, independentemente de a energia ser entregue ao consumidor final para seja possível seu faturamento, os contratos de fornecimento preveem a

remuneração por geração de corrente elétrica. Assim sendo, no momento em que as turbinas estiverem em pleno funcionamento e a transmissão não estiver pronta, imediatamente serão devidos valores sobre geração. Este é, atualmente, o caso de diversos campos de geração eólica no Nordeste que geram energia que é faturada, mas não é usada, conforme a Secretaria de Energia e Mineração (SEM) do Estado de São Paulo informa:

Não é de hoje que o setor tem convivido com esse tipo de situação, que começou ainda em 2012 quando 622 MW em parques eólicos ficaram prontos antes da construção das linhas. A situação se agravou no ano seguinte e o setor chegou a ter 2.000 MW em usinas paradas. Como a culpa não era dos geradores, a Agência Nacional de Energia Elétrica precisou garantir o pagamento das receitas previstas em contratos. Criou-se a figura das usinas “aptas a operarem”. Dessa forma, o consumidor tem pago por uma energia que não está sendo entregue. (SEM, 2016)

2.4 AS PERDAS DE ENERGIA

Além dessa questão, conforme Resende (2013), é preciso considerar as perdas ocorridas na transmissão, que também são geradoras de custos que são divididos entre a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. De acordo com a ANEEL (2016), a energia que é medida nas unidades consumidoras será sempre inferior à energia recebida pela transmissão e geração. A diferença entre a energia



*Gráfico 3 - Perdas Totais na Rede %
Fonte: EPE 2016 - Elaborado pelo autor*

consumida e a energia gerada é chamada de Perdas de Energia e essas perdas são divididas em Perdas na Rede Básica (ou Transmissão) e Perdas na Rede de Distribuição.

Ainda segundo Resende (2013), as Perdas na Rede Básica são as perdas verificadas entre as usinas e o limite dos sistemas de distribuição. Essa diferença é dividida em 50% para geração e 50% para o consumo. As Perdas na Rede de Distribuição são as verificadas dentro da distribuição e são divididas em Perdas Técnicas e não técnicas. As Perdas Técnicas estão relacionadas, dentre outros fatores, ao transporte da energia elétrica na rede, oriundas da geração de energia térmica nos condutores (efeito joule) e das perdas nos núcleos dos transformadores. E as Perdas Não Técnicas estão relacionadas aos erros de medição, furtos de energia e erros de faturamento, dentre outros fatores. As perdas totais de energia na rede podem ser observadas no gráfico 3, acima (EPE, 2016). As perdas se dão conforme exposto a seguir, na figura 5 (ANEEL, 2016) e, quando somadas, geram grandes prejuízos, conforme RESENDE (2013) expõe:

De acordo com o presidente da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica, Nelson Fonseca Leite, no ano de 2012, as perdas na distribuição no Brasil ficaram em 16,5%, percentual menor do que as registradas no ano de 2011, que chegaram aos 17%. "Em termos de energia, quando a gente analisa o volume de energia que é dissipado e se considerando o montante da carga brasileira, esses cerca de 25 TWh de energia perdida em 2012, seriam o suficiente para suprir o estado do Paraná inteiro durante um ano".

A ANEEL (2016) disponibilizou um relatório onde o total de perdas supera onze milhões de reais, como se vê na tabela do ANEXO A (os valores devem ser multiplicados por R\$1000). E a ANEEL também informa, sobre o ANEXO A:

Observação: Os valores apresentados no quadro acima são estimados, uma vez que foram obtidos considerando algumas premissas. Os montantes de perdas e o custo médio da energia foram baseados nos valores considerados nos processos tarifários das respectivas concessionárias de distribuição. A apuração da perda em MWh e em R\$ apuradas requerem uma análise aprofundada do mercado, dos contratos e de processos adjuntos como CVA e Sobrecontratação, sujeitas às variações posteriores por conta de recontabilização e/ou processos administrativos e judiciais. ANEEL (2016).

Além destes dados, a ANEEL (2016) informou também os resultados de perdas em valores percentuais, apresentados na tabela do ANEXO B. A seguir, temos uma

ilustração que demonstra a ocorrência das perdas, nas diversas etapas pelas quais a energia passa, desde a sua geração, passando pela transmissão e finalmente pela distribuição:

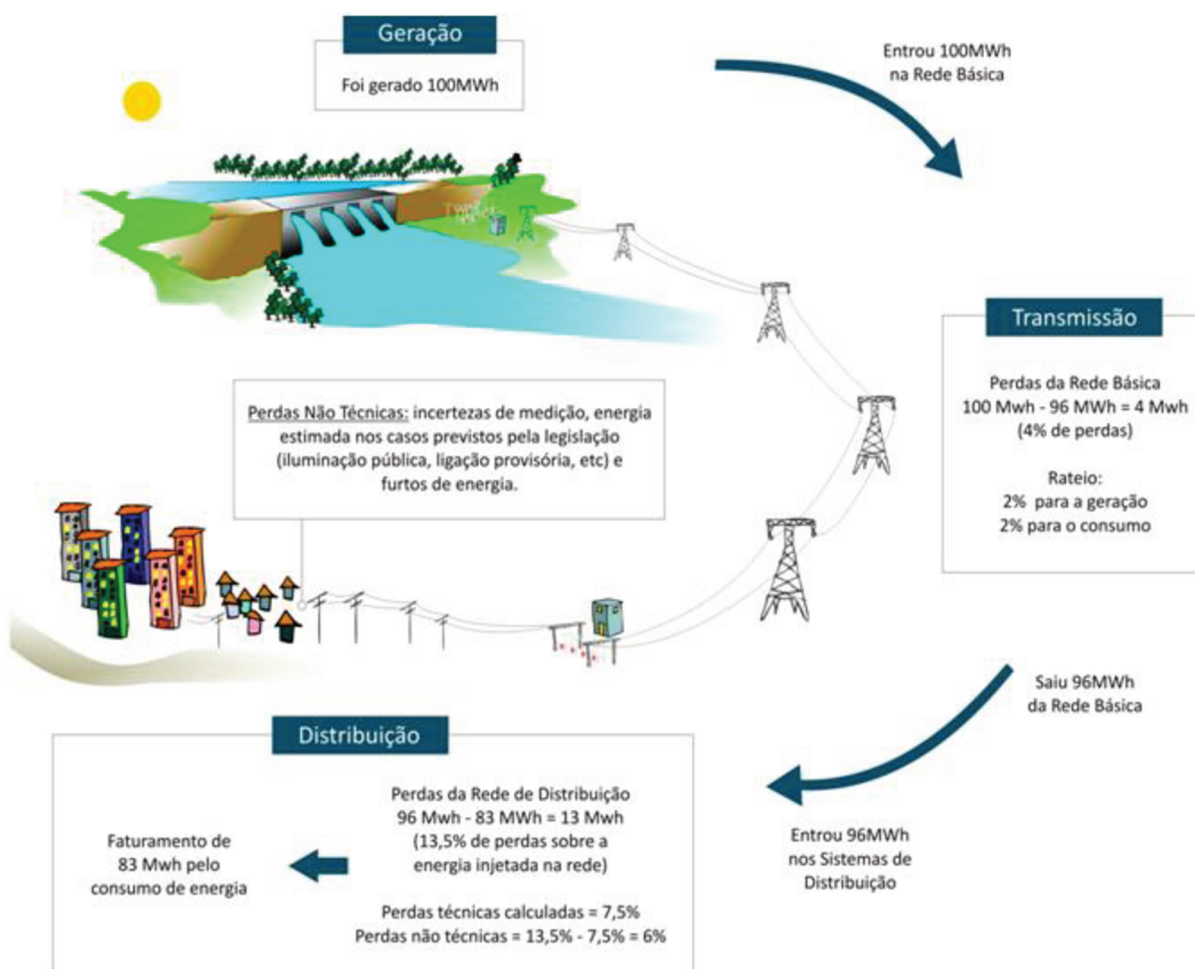


Figura 5 - Perdas de Energia
Fonte: ANEEL (2016)

2.5 OUTRAS FONTES DE ENERGIA E SUA RELEVÂNCIA

O Brasil é um país que possui atualmente, segundo projeção do IBGE (2016), 205.961.838 brasileiros e grande parte dessa população encontra-se nas regiões metropolitanas e em seus arredores. Se comparada à população estadunidense que possui mais de 323 milhões de pessoas (COUNTRYMETERS, 2016), poderíamos considerar que não possuímos um crescimento populacional significativo, ainda mais se nessas considerações forem inclusas as referências sobre o similar continentismo de ambos os países. Entretanto, ao se comparar com a Argentina, que também possui

grandes dimensões territoriais e possui menos de 45 milhões de pessoas (COUNTRYMETERS, 2016), as conclusões mudam. O fato é que, ao considerarmos uma infraestrutura de geração e distribuição que dê a mais de 223 milhões de habitantes espalhados em um país-continente o devido acesso aos benefícios energéticos, estaremos diante de um grande desafio que, de forma irrevogável, nos propõe imensos esforços em termos de planejamento e também em termos financeiros. Conforme o Relatório Anual de 2014, do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2014), para fazer frente a esta dura realidade, foram projetados investimentos até o final do ano de 2018 que contemplam a introdução de parques eólicos ao Sistema Interligado Nacional (SIN) que serão responsáveis pelo acréscimo de 14.237 MW, aumentando dos 4,2% (2014) para 8,9% da Matriz Energética Brasileira, além de mais 22.085 MW, cujas fontes não são informadas neste relatório. A probabilidade é de que essa parcela extra de oferta de energia seja de origem termelétrica, conforme detalha o Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2015 – Ano base 2014:

Em 2014, a oferta interna de energia (total de energia demandada no país) atingiu 305,6 Mtep, registrando uma taxa de crescimento de 3,1% ante à evolução do PIB nacional de 0,1%, segundo o último dado divulgado pelo IBGE. Gás natural, petróleo e derivados responderam por 80% deste incremento. Isto se deveu basicamente à redução na oferta interna de hidroeletricidade com conseqüente aumento de geração térmica, seja gás natural, carvão mineral ou óleo. (EPE, 2014, p. 9).

O Relatório Anual de 2014 da ONS menciona que essas caras fontes de energia têm sido intensamente utilizadas nos últimos anos, mesmo em momentos hidrológicos favoráveis, além dos inevitáveis picos de carga no verão bem como nos momentos de seca, quando os depósitos hidráulicos ficam bastante exauridos em função de seu contínuo consumo. Este é um ponto com destaque no relatório e são expressivas as observações sobre os riscos a que o Sistema Interligado Nacional está exposto em função da exígua capacidade de recuperação das reservas, conforme extrato adiante (Relatório Anual de 2014 - ONS):

É importante destacar que, em função da perda da capacidade de regularização do sistema frente ao crescimento da carga, tem sido cada vez maior a influência das condições iniciais de armazenamento nos resultados dos primeiros dois anos do horizonte de avaliação, impactando as métricas normalmente utilizadas no planejamento da operação energética, como riscos de déficit, valor esperado da energia não suprida e custos marginais

de operação. A situação hidro energética de 2014 é um claro exemplo da perda de regularização do SIN. As condições climáticas desfavoráveis durante a estação chuvosa não permitiram a recuperação dos estoques armazenados nos reservatórios dos subsistemas Sudeste/Centro-Oeste e Nordeste, mesmo com a plena utilização do parque térmico. Isto resultou em estados iniciais de armazenamento do PEN (Plano da Operação Energética) 2014 bastante inferiores aos normalmente utilizados em edições anteriores do planejamento da operação energética, com reflexos diretos nos riscos de déficit calculados para os primeiros anos do horizonte de estudo. Nesse contexto, é importante uma interpretação cuidadosa dos resultados da análise de desempenho do SIN, principalmente com relação aos riscos de déficit de energia. (ONS, 2014).

De acordo com Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional (EPE, 2014), a oferta interna de energia brasileira se divide entre renováveis e não renováveis sendo, de acordo com os gráficos 4 e 5, a seguir:

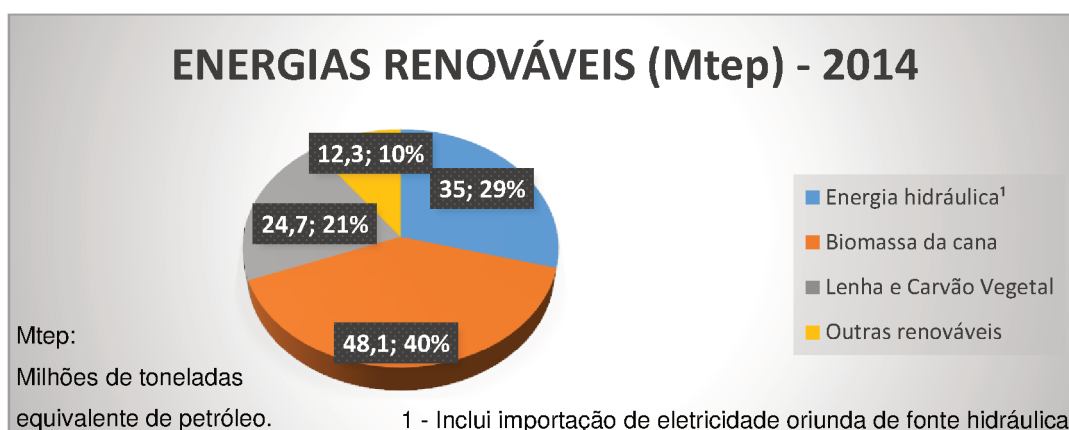


Gráfico 4 - Energias Renováveis 2014
Fonte: EPE (2014)



Gráfico 5 - Energias Não Renováveis 2014
Fonte: EPE (2014)

Diante deste contexto, e conforme Tomaslquim (2012) demonstra, é acertado o pensamento corrente de que são extremamente necessários os investimentos e as políticas que contribuam para o aumento da diversificação do sistema energético brasileiro considerando-se as outras modalidades de geração sustentável, levando conseqüentemente ao equilíbrio entre elas de forma a que seja possível a recuperação constante das massas hidráulicas, erradicando-se assim os racionamentos e as sobretaxas de água e de energia e, indo além, que diminuam estrategicamente os riscos de desarme do SIN, em função da atual concentração da produção energética distante dos grandes centros consumidores.

2.6 ENERGIA FOTOVOLTAICA

De acordo com Camargo (2016):

Radiação solar é a designação dada à energia radiante emitida pelo Sol, que é transmitida sob a forma de radiação electromagnética. Cerca de metade desta energia é emitida como luz visível, na parte de frequência mais alta do espectro electromagnético. O restante, na frequência do infravermelho e como radiação ultravioleta. Essa energia pode ser transformada em eletricidade ou calor. Assim, é possível obter dois tipos de energia: a energia fotovoltaica e a energia fototérmica. (CAMARGO et al, 2016, p. 1)

Ainda segundo Camargo et al (2016), o sol foi e é responsável por todo e qualquer tipo de fonte energética existente na terra, seja de origem animal, vegetal ou mineral. Baseado em suas considerações, é possível depreender que essas fontes são fontes indiretas de energia, que vêm sendo usadas há muito tempo com diversas conseqüências, as quais teremos de lidar a qualquer momento, haja vista que boa parte delas deixam rastros nefastos no planeta, que podem representar ameaça à vida terrestre. E ele aponta que a energia fotovoltaica possui grandes chances de ser uma opção generalizada, pelo fato de ela ser inesgotável e ambientalmente amigável.

Ele também informa que:

O planeta Terra recebe anualmente $1,5 \times 10^{18}$ KWh de energia solar, o que corresponde a 10.000 vezes o nosso consumo total de energia neste período. Nesse contexto, o Brasil é um país que possui enorme potencial solar, com aproximadamente 2.200 horas de radiação solar/ano e uma incidência solar de 50.000 vezes a demanda necessária, tornando-se um país extremamente apropriado para se propor à utilização de componentes

fotovoltaicos. Para que isso se concretize é necessária a criação de políticas de incentivo ao desenvolvimento nesse campo. (CAMARGO et al, 2016, p. 2)

Com base nestas informações podemos observar que o futuro da geração de energia elétrica está fundamentalmente relacionado com as tecnologias de geração fotovoltaicas e seus componentes.

2.7 BREVE HISTÓRICO DA CONQUISTA DA ENERGIA SOLAR

A energia elétrica fotovoltaica foi uma descoberta em diversas etapas, com diferentes circunstâncias e níveis, dada a sua complexidade. Portanto, a história da energia fotovoltaica foi permeada por diferentes pesquisadores, todos com certa parcela de colaboração nas descobertas que a viabilizaram, tendo seu início no ano de 1839. E foi A. Edmond Becquerel quem primeiro observou o efeito fotovoltaico ao notar que placas de platina ou prata, mergulhadas em eletrólitos, produziam uma pequena diferença de potencial quando expostas à luz do sol. (VALLÊRA, 2006).

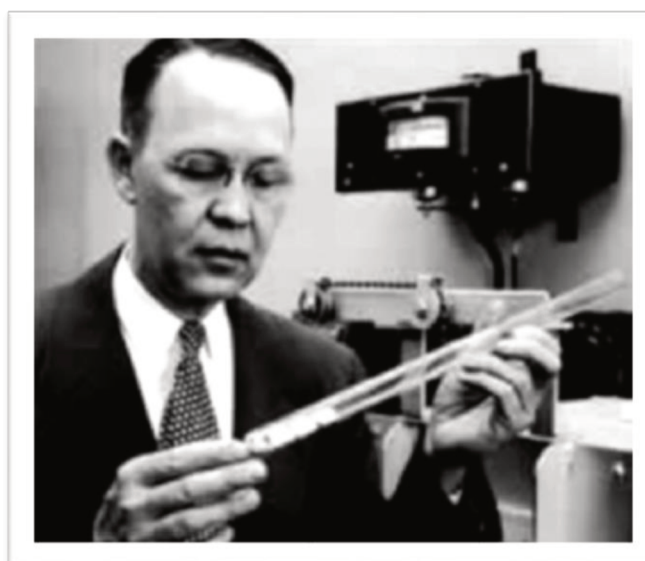
Ainda segundo Vallêra (2016), mais tarde, em 1873, Willoughby Smith descobriu que o material selênio reagia sob a influência da luz. Com base nas pesquisas de W. Smith, W. G. Adams e R.E. Day publicaram o estudo *The action of light on selenium* na publicação *Proceedings of the Royal Society* de 1877, a segunda publicação científica mais antiga do mundo. O artigo tratava das células de selênio e, posteriormente, eles foram os primeiros cientistas a conceberem a primeira célula fotovoltaica deste material. Muitos cientistas se debruçaram desde então buscando aumentar a eficiência da geração de energia fotovoltaica, realizando diversas experiências com diversos materiais.

Coube a Vallêra (2006) apresentar um resumo dos caminhos que a energia fotovoltaica teve de percorrer e quais conhecimentos ela precisou aguardar:

A história da energia fotovoltaica teve de esperar os grandes desenvolvimentos científicos da primeira metade do século XX, nomeadamente a explicação do efeito fotoelétrico por Albert Einstein em 1905, o advento da mecânica quântica e, em particular, a teoria de bandas e a física dos semicondutores, assim como as técnicas de purificação e dopagem associadas ao desenvolvimento do transistor de silício: sem a ciência moderna, seria impensável o nascimento da energia solar elétrica.

As descobertas acidentais e o desenvolvimento empírico nunca nos teriam levado a ultrapassar o limiar de eficiência que a tornou viável. (VALLÉRA 2006, p.1).

Depois de todo o desenvolvimento da ciência necessária, o nascimento da primeira célula solar moderna se deu somente em 1953, quando o químico Calvin Fuller (figura 6) desenvolveu o processo de “Dopagem” do silício usando gálio, que trata de introduzir impurezas nos cristais de silício de modo a ser possível o controle de suas propriedades elétricas.



*Figura 6 - Calvin Fuller
Fonte: Valléra (2006)*

Em parceria com o físico Gerald Pearson, Fuller o orientou a mergulhar essa barra em um banho quente de lítio, de modo a deixar a barra de silício dopado carregado negativamente (Silício “tipo n”). Quando uma barra de silício n é colocada em contato com outra barra, porém do “tipo p” (carregada positivamente), cria-se um campo elétrico permanente. Quando esse dispositivo era exposto à luz solar, ele gerava uma corrente elétrica, mais tarde conhecido como energia fotovoltaica. Assim nasceu a primeira célula fotoelétrica moderna (VALLÉRA, 2006).

Ainda segundo Valléra (2006), problemas como a estabilidade do dispositivo e a soldagem do contato elétrico obrigaram Fuller a pesquisar outros materiais que o viabilizassem e, após algumas experiências, fora detectado que a dopagem do tipo *n* com base em uma difusão de fósforo oferecia uma junção mais estável, entretanto a

questão dos contatos elétricos permanecia. A solução se deu com a substituição do gálio por arsênio, gerando um substrato do tipo *n* seguido por uma difusão à base do elemento químico boro, que foi o responsável por formar uma camada superficial do tipo *p*. O resultado foi além das expectativas pois o dispositivo passou a apresentar uma eficiência da ordem de 6%, um recorde à época. Com resultados tão positivos e promissores, o Pentágono permitiu que os estudos fossem apresentados em 25 de Abril de 1954, em Washington, na reunião anual da Academia Nacional de Ciências. Anunciada em conferência de imprensa, a submissão para publicação dos estudos foi realizada no *Journal Of Applied Physics* e uma patente foi registrada (VALLÊRA, 2006).

As pesquisas desenvolvidas deram origem a três tipos de células fotoelétricas, que são produzidas em escala industrial, e que são usadas em placas solares: Células de silício amorfo, células monocristalinas e células policristalinas.

2.8 TIPOS DE CÉLULAS FOTOELÉTRICAS

As células fotoelétricas (figura 7) de silício amorfo são fabricadas a partir do vapor do silício, depositado sobre superfície plana de vidro ou aço e esse é o tipo de fabricação mais simplificado e de menor custo, no entanto, os resultados de eficiência acompanham sendo os menores chegando a 6%, além de apresentar uma menor vida útil. As de silício monocristalinas são fabricadas a partir de um único cristal de silício e os policristalinos são fabricados a partir de um conjunto de cristais de silícios sendo este sistema de fabricação um processo menos sensível que o do monocristalino.

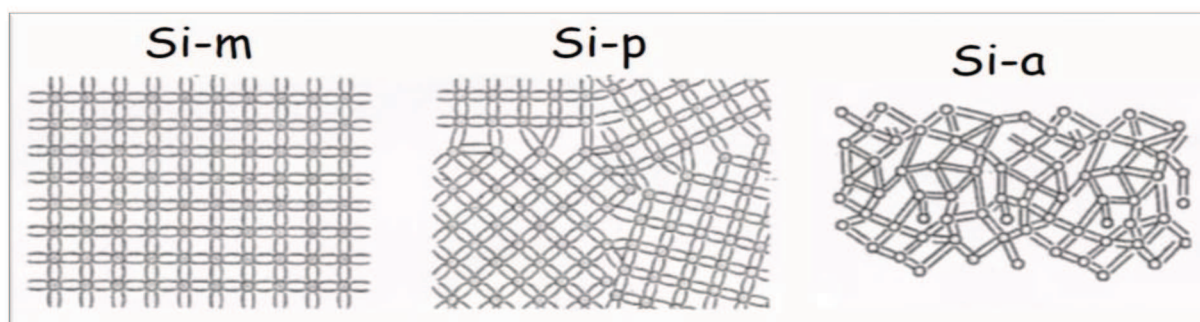


Figura 7 - Estrutura Atômica: Material Monocristalino, Policristalino e Amorfo
Fonte: Alonso et al. (ONU DI 2013)

Suas células resultam em eficiência um pouco menor que a de monocristalinas, ambas na ordem de 13% (CERAGIOLI, 1997). Além destes tipos, existem as células de materiais híbridos denominadas de células de heterounião com diversas capas de monocristalinos cobertas por uma estrutura poli ou microcristalina, ou amorfa, e as células de compostos binários e de compostos ternários. (ALONSO et al. 2013).

2.9 SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica, de acordo com Alonso (2013), é o sistema de geração de energia que teve o maior crescimento em termos percentuais, nos últimos tempos. Alguns fatores contribuíram para isso, como o fato de que há algum tempo atrás o petróleo sofreu uma disparada em seus preços e que, como bem se sabe, além de ser uma fonte de energia que contribui para o aquecimento global, é uma fonte de energia não renovável, com chances de acabar em algum momento do futuro. Outros fatores estão relacionados com o entendimento cada vez maior dos governos de que é preciso criar políticas que viabilizem investimentos nesta área. (ALONSO, 2013).

Tudo isso, aliado à redução do preço em função do ganho de escala na produção destes componentes (dentre outros equipamentos, células fotoelétricas, conversores e reguladores de cargas), o aumento de sua eficiência e o fato de que esta tecnologia é, de acordo com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2010), a que possui o menor impacto ambiental, têm feito com que essa energia tenha sido capaz de se permear cada vez mais na sociedade mundial. Conforme dados da ONU DI, no ano de 2000, a energia fotovoltaica era responsável por aproximadamente 1500MW de energia e essa capacidade produtiva subiu para cerca de 70.000MW no ano de 2011, um aumento de quatro mil e seiscentos e sessenta e seis por cento (4.666%) em pouco mais de dez anos. Nas Américas, as ações de investimentos em energia fotovoltaica estão focadas principalmente no México, Peru, Chile, Argentina e Brasil.

Para se tirar proveito da energia disponibilizada pelo nosso astro solar, são necessários alguns equipamentos além das células de silício (ADRADA, 2013). Ao se considerar que o meio ambiente é um cenário que pode ser imprevisível, é possível afirmar que esse fator condiciona o uso da energia solar a ponto de que algumas estratégias sejam necessárias para que o sistema tenha um resultado favorável, que

viabilize os investimentos. Inicialmente, são necessários itens como placas solares, reguladores de carga, inversores, baterias, cabos de energia, suportes e outros equipamentos. Os equipamentos em sua maioria são importados e possuem alto valor agregado tornando sua aquisição uma decisão que deve ser sopesada seriamente, considerando-se o prazo de retorno e sua finalidade. (CERAGIOLI, 1997).

Para a geração de energia propriamente dita, basicamente apenas são necessárias as placas solares e os reguladores de carga, desde que as cargas estejam em acordo com a corrente produzida (DC). No caso do uso de cargas que necessitam de corrente alternada, um inversor de carga passa a ser obrigatório. E caso a energia deva ser consumida em oportunidade que difira do momento da geração energética, esta energia necessariamente deve ser armazenada. Para que isso seja possível, as baterias deverão constar do orçamento preliminar e sua quantidade irá variar de acordo com o tempo de duração da carga e intensidade requisitados. No caso das baterias, existe um mercado muito extenso e com valores que fazem face às suas características. Baterias comuns tem seu custo reduzido e seu objetivo principal consiste em conter picos de energia (ignições de motores de veículos ou start de compressores) e caso elas sejam consumidas por demasiado tempo fazendo com que haja uma descarga muito profunda, o risco de perda destes equipamentos é grande. (CERAGIOLI, 1997).

Neste caso, para esta função existem as baterias de níquel cádmio, que possuem características adequadas para descargas profundas baseados em uso prolongado, no entanto, estas são extremamente caras. Sistemas que fazem uso de baterias são os sistemas que não estão ligados às redes e estes sistemas são conhecidos como Sistemas Fotovoltaicos Autônomos ou Mini redes. Até pouco tempo atrás, a legislação não era de todo favorável à criação de estratégias, do ponto de vista financeiro, no entanto, isso mudou recentemente. A Aneel (2016), de acordo com as recentes alterações de legislação, sinaliza:

Em 1º de março entram em vigor as novas regras da Resolução Normativa nº 482/2012 que estabelece o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, permitindo que o consumidor instale pequenos geradores (tais como painéis solares fotovoltaicos e microturbinas eólicas, entre outras fontes renováveis) em sua unidade consumidora e troque energia com a distribuidora local com objetivo de reduzir o valor da sua fatura de energia elétrica. (ANEEL 2016, p. 1).

Assim sendo, os sistemas de geração de energia passam a contar com novas estratégias de administração da geração e do consumo de energia. E as baterias, um dos itens mais caros que compõe um sistema de geração de energia fotovoltaica, dada as condições de disponibilidade e acesso à rede, passam então a serem desnecessárias (ANEEL, 2016), reduzindo-se assim o custo do sistema de geração de energia fotovoltaica. Com a redução do custo e a recente possibilidade de transitar energia particular pela rede, é possível considerar o uso de novas estratégias. Uma delas consiste na geração de energia elétrica por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, possibilitando o uso da energia produzida em excesso, nos períodos de nebulosidade e pluviosidade. Para que isso fosse possível, pesquisas realizadas no Brasil forneceram resultados que viabilizaram o planejamento do uso da energia solar com a maior eficiência, conforma a ANEEL (2017) informa:

No Brasil, entre os esforços mais recentes e efetivos de avaliação da disponibilidade de radiação solar, destacam-se os seguintes: a) Atlas Solarimétrico do Brasil, iniciativa da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE e da Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF, em parceria com o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito CRESESB; b) Atlas de Irradiação Solar no Brasil, elaborado pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e pelo Laboratório de Energia Solar, da Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC. ANEEL (2017)



Figura 8 - Localização das Estações do Atlas Solarimétrico
Fonte: Atlas Solarimétrico do Brasil

Os resultados das pesquisas de ambos os laboratórios devem ser considerados como complementares entre si. O desenvolvimento deste trabalho possui como objetivo estudar e publicar a escala de incidência solar brasileira, por meio da interpolação e extrapolação de dados gerados por estações solarimétricas, distribuídas em diversos pontos do Brasil. Como estas pesquisas não são tão abrangentes em função do continentismo brasileiro, conforme se vê na figura 8, os pesquisadores complementam os dados por meio do uso de imagens de satélites e, desta forma, tornam possível a elaboração de melhores estimativas de radiação solar. Como resultado, um mapa da radiação solar brasileira é apresentado. Este mapa é o Atlas Solarimétrico da figura 9. Com estes dados é possível projetar a potência necessária dos sistemas fotovoltaicos, de modo a que seja possível gerar energia

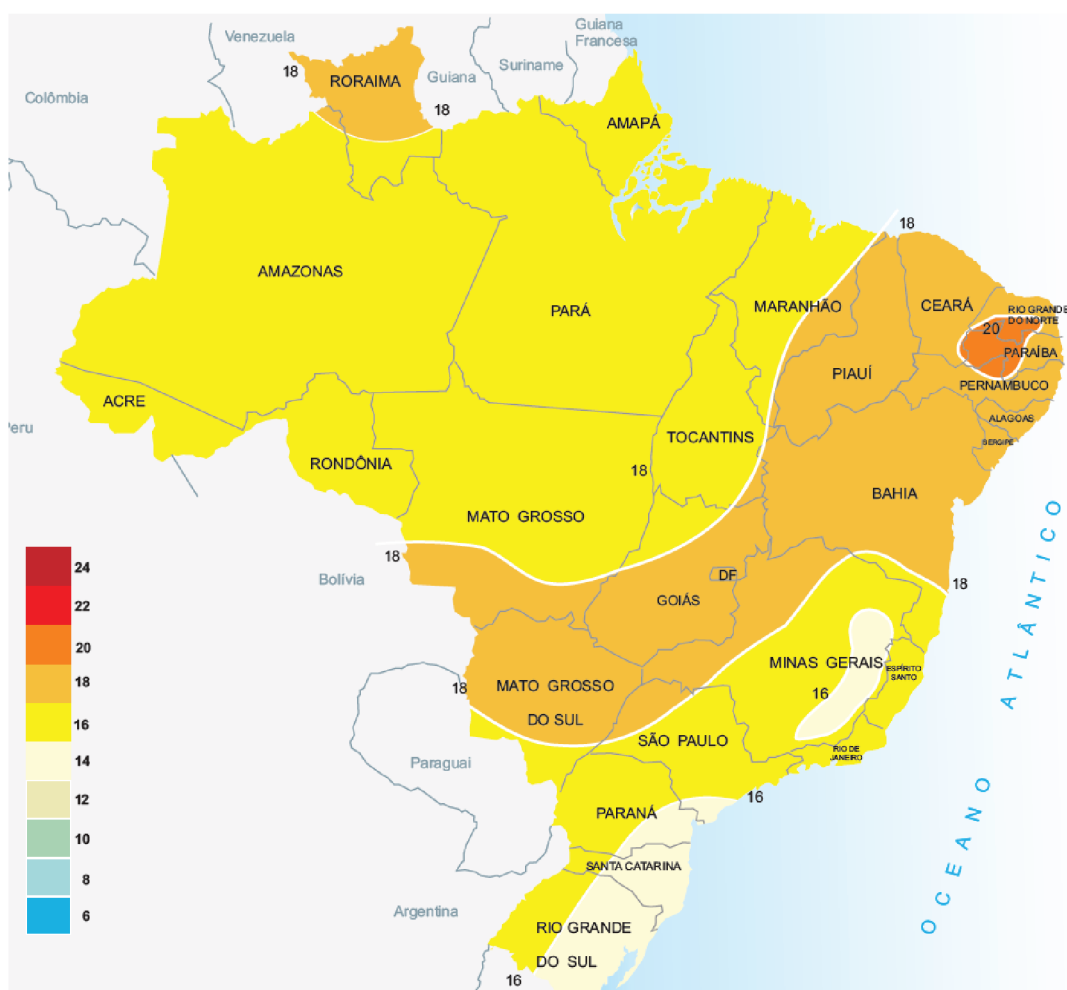


Figura 9 - Mapa Solarimétrico do Brasil
Fonte: Atlas Solarimétrico do Brasil

elétrica suficiente, de modo a superar períodos de nebulosidade e precipitação, considerando-se as variações climáticas regionais.

Em regiões em que não se possa contar com redes de distribuição de energia, será necessário o uso de baterias para acúmulo da produção excedente de elétrons, e os dados fornecidos pelo mapa de insolação permite estabelecer a melhor configuração do sistema baseado em acumuladores. Entretanto, os custos de aquisição e manutenção desses acumuladores são bem altos e a durabilidade deles impõe altos custos em novas aquisições. Além disso, em alguns casos, dependendo da finalidade de uso, é possível considerar o uso de cogeração por meio da queima de gases, conforme Lamas e Giacaglia (2013) observam.

2.10 O PERFIL BRASILEIRO DE CONSUMO DE ENERGIA

De acordo com David (2013), a energia elétrica produzida no Brasil é um insumo extremamente importante e, além de seu uso comercial e industrial, com potencial estratégico na produção de materiais, equipamentos e na execução de serviços distribuídos pelos setores de educação, saúde e segurança, além de outros serviços públicos, este insumo é fartamente utilizado na quase totalidade das residências dos brasileiros. E o consumo residencial, segundo Fedrigo et al. (2009) possui características que variam entre as regiões, sofrendo influência direta de diferenças climáticas, econômicas e socioculturais. Além disso, conforme Goldemberg (1998) demonstrou, a energia elétrica é o insumo que viabiliza o desenvolvimento pessoal e profissional, através do acesso ao uso dos mais diversos equipamentos que promovem asseio, conforto e acesso à informação. Face ao continentismo de um país como o Brasil e à necessidade de se entender como funciona o consumo da energia em todas as regiões, procurou-se reunir informações que mostrassem, conforme o gráfico 6, o atual contexto da finalidade do uso da energia elétrica e quais as suas variações em termos de equipamentos utilizados. Assim sendo, em pesquisa realizada por Fedrigo et al. (2009), foi constatado que os equipamentos que possuem maior variabilidade em seus consumos, considerando-se as regiões, são o aparelho de ar condicionado e o chuveiro elétrico, sendo este último o responsável pelo

intervalo de dispêndio de uma residência entre 0% e 43%, durante o período de inverno. (FEDRIGO, et al, 2009, p.1079-1080).

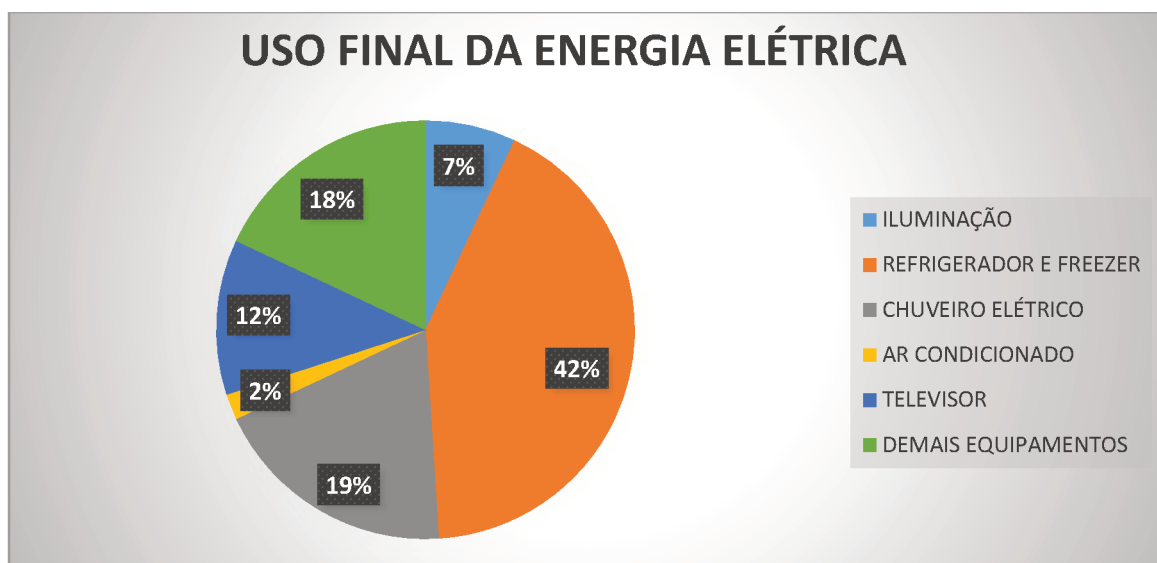
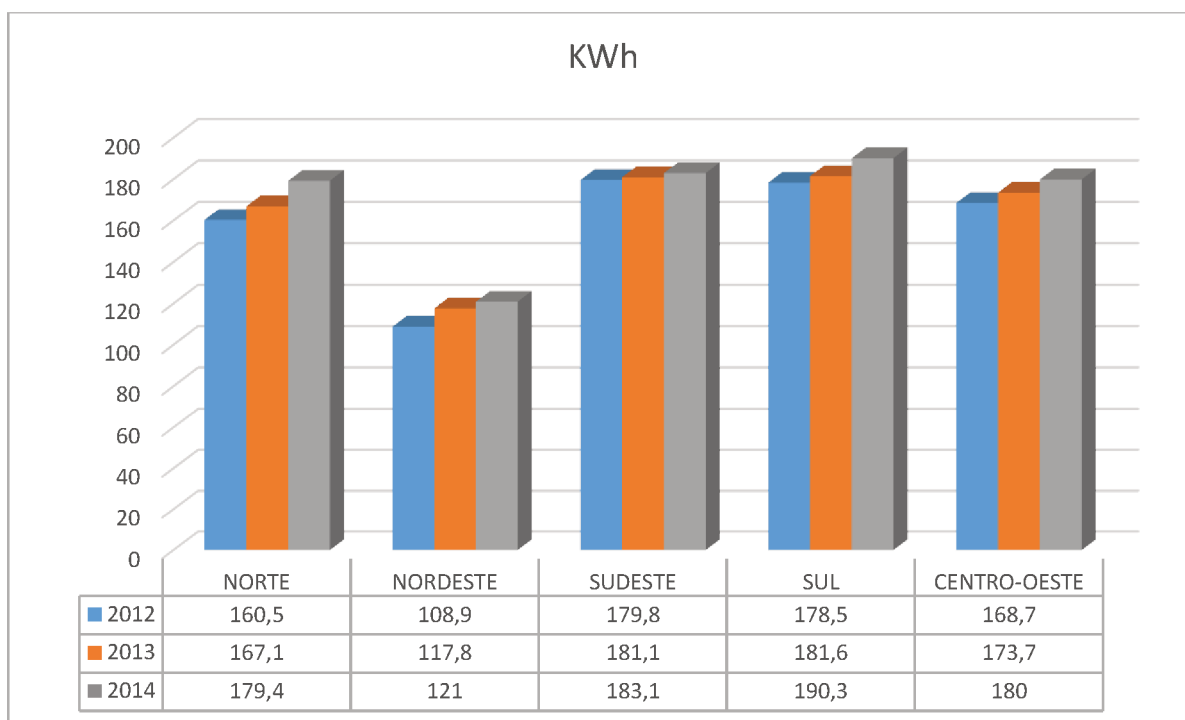


Gráfico 6 - Uso Final da Energia Elétrica
Fonte: Fedrigo, Ghisi, Lamberts (2009)

Estas informações correspondem a uma pesquisa realizada em 18 estados, abrangendo 5625 domicílios de 284 cidades brasileiras e os consumos médios mensais aferidos foram de 143 KWh no verão e de 161 KWh no inverno. (FEDRIGO et al, 2009, p.1077). O perfil brasileiro de consumo de energia elétrica apresenta grande variação regional, dentre outros fatores, do tipo de consumidores e do uso final, portanto trata-se de um mercado com grandes distorções. Essa condição faz com que seja necessário buscar o equilíbrio entre a produção e o consumo, haja vista que estudos como o de Salazar et al (2004) evidenciam a existência de picos e vales de consumo com grande concentração em horários coincidentes, fazendo com que o sistema interligado precise ser robusto justamente para suportar os momentos de pico de consumo de energia. De acordo com a EPE (2016), em seu Anuário Estatístico de Energia Elétrica, o consumo mensal médio de energia elétrica residencial brasileiro, no ano de 2014, foi de 167,2 KWh. A seguir temos o gráfico 7 que representa o consumo médio residencial distribuído por regiões, no período de 2012 a 2014:



*Gráfico 7 - Consumo Residencial Médio por Região
Fonte: EPE (2016)*

Diante do contexto que Salazar et al. (2004) relata, a estratégia brasileira de produção energética é obrigada a considerar investimentos pesados para suprir a demanda baseada em picos fazendo com que, até certo grau e apesar de praticar tarifas diferenciadas na indústria, os vales de consumo ainda sejam um problema. Desta forma, estudos como o de Salazar et al (2004) trouxeram renovação ao propor políticas que mudem o comportamento do principal responsável pelos picos de consumo, neste caso o setor residencial. Salamoni et al (2004) comentam que:

Os programas de GLD afetam o uso da demanda de energia dos consumidores através de vários mecanismos. Um deles é a variação do valor de tarifas ao longo do dia, sinalizando que o custo de produção de energia elétrica não é uniforme, existindo períodos em que ele é mais caro (ponta do sistema) e horas em que é mais barato (fora de ponta). Esta estrutura tarifária procura induzir o usuário a fazer o consumo maior de energia nos períodos antes e depois do período de ponta, conforme relatam Borenstein e Camargo (1997). (SALAMONI et al, 2004, p. 15).

Assim sendo, o Gerenciamento pelo Lado da Demanda, conforme Campos (2004), é uma proposta de Gestão do consumo que tem como objetivo criar e aplicar estratégias e políticas que eduquem e orientem o consumidor impactando-o em seu perfil de consumo, seja ele residencial, comercial ou industrial, de modo a que os vales

de consumo sejam preenchidos e os picos de consumo sejam reduzidos gerando o equilíbrio do sistema e, fazendo com que os investimentos possam ser planejados com foco na eficiência da rede de produção e distribuição. Entretanto, é sabido que podem existir situações de exceção em função de um contexto familiar específico, que transformariam essas políticas orientadoras em políticas repressoras, haja vista que é em relação ao horário de consumo que advém os picos, em sua grande maioria, mormente em função do cronograma de atividades dos membros produtivos de uma determinada residência unifamiliar. Isto posto, resta claro que o GLD corre o risco de se tornar uma ferramenta que educa, em casos específicos, através do castigo do aumento de tarifas para uma maioria, forçando uma reforma do cronograma de atividades familiar vindo a prejudicar exatamente aqueles componentes que são produtivos em termos financeiros ou, ainda, fazendo com que a renda deles seja reduzida em função da mudança de tarifamento e seu conseqüente aumento de custo.

É preciso certo cuidado para não generalizar, entretanto essa é uma possível situação que pode muito bem vir a ser o espelho da realidade destas estratégias e políticas, se implementadas de maneira geral. Neste caso, é importante destacar que Salamoni et al (2004) afirmam que uma alternativa viável ao GLD é representada pela geração de energia fotovoltaica e vão além, conforme extrato abaixo:

Pequenos geradores solares FV, como geração distribuída, podem ser eficientes, confiáveis e simples de implementar. Em algumas áreas, eles podem ser competitivos com a geração convencional e propiciar uma maior confiabilidade no abastecimento de energia, quando comparados com os sistemas convencionais de geração de energia. Em outros casos, ele pode aumentar a capacidade da rede, através da complementaridade de energia, promovendo uma maior performance e eficiência na rede. Dessa forma, a inserção da energia solar FV na matriz energética nacional, de forma complementar, poderia trazer grandes benefícios, tanto ao setor energético, quanto aos setores econômicos e sociais do país. (SALAMONI et al, 2004, p. 15).

A adoção de medidas que visem mudanças de comportamento do perfil de consumo de energia elétrica é salutar. Entretanto, quando na presença, conforme Salamoni et al (2004), de soluções diversificadas que, ao contrário de impactar negativamente a situação financeira dos consumidores, auxilia-os a começar pela redução de custos, resta claro que é preciso optar por soluções que podem gerar redução de gastos financeiros com energia além da redução de dependência da energia oriunda da rede. Assim sendo, é preciso caminhar firme na manutenção do

bem-estar do consumidor, que precisa ter acesso a tudo que contribua para seu desenvolvimento, conforme defende Goldemberg (1998).

2.11 A EXPERIÊNCIA ALEMÃ

2.11.1 ALEMANHA, FREIBURG, A INICIATIVA DE VAUBAN.

Conforme Rodrigues (2013), “O termo Alemanha nos chegou diretamente do latim Alamannia, “terra dos alemães”, a mesma matriz do espanhol Alemania e do francês Allemagne – e também do inglês Almaine, que caiu em desuso perto do fim da Idade Média” e é atualmente o país que é o líder global em energia no mundo.

Conforme Felitti (2016), este país é dono de 36% de todas as placas de geração de energia fotovoltaica do mundo e foi capaz de gerar, durante o espaço de uma hora, no dia 26 de maio, o montante de 22 gigawatts de eletricidade com o uso de luz solar. Essa quantidade de energia é equivalente a cento e cinquenta por cento da produção de Itaipu, no mesmo período de tempo. Uma das razões que justificam tal avanço na produção de energia limpa neste país é o fato de que desde o ano 2000 o governo alemão oferece subsídio para a população investir na geração de energia fotovoltaica e parte do subsídio é financiado com uma sobretaxa sobre quem usa energia suja.

De acordo com Felitti (2016), essa é uma estratégia do governo alemão denominada “energiewende“, que significa virada da energia. Além disso, os alemães que produzem energia em excesso ainda vendem este excedente para seus vizinhos com preços melhores que o da rede de energia comum. Ainda segundo Felitti (2016), no ano passado a Alemanha gastou dezessete bilhões de dólares em energia limpa, valor este que, com o dólar atualmente cotado em três reais e cinquenta centavos, se colocado em comparação com os gastos brasileiros em energia hidráulica dariam para construir duas usinas de Belo Monte.

Entretanto, o sucesso da implementação deste tipo de energia advém da grande adesão popular dos alemães, já que sessenta e cinco por cento dos geradores fotovoltaicos pertencem aos indivíduos ou comunidades, superando largamente a adesão de empresas.

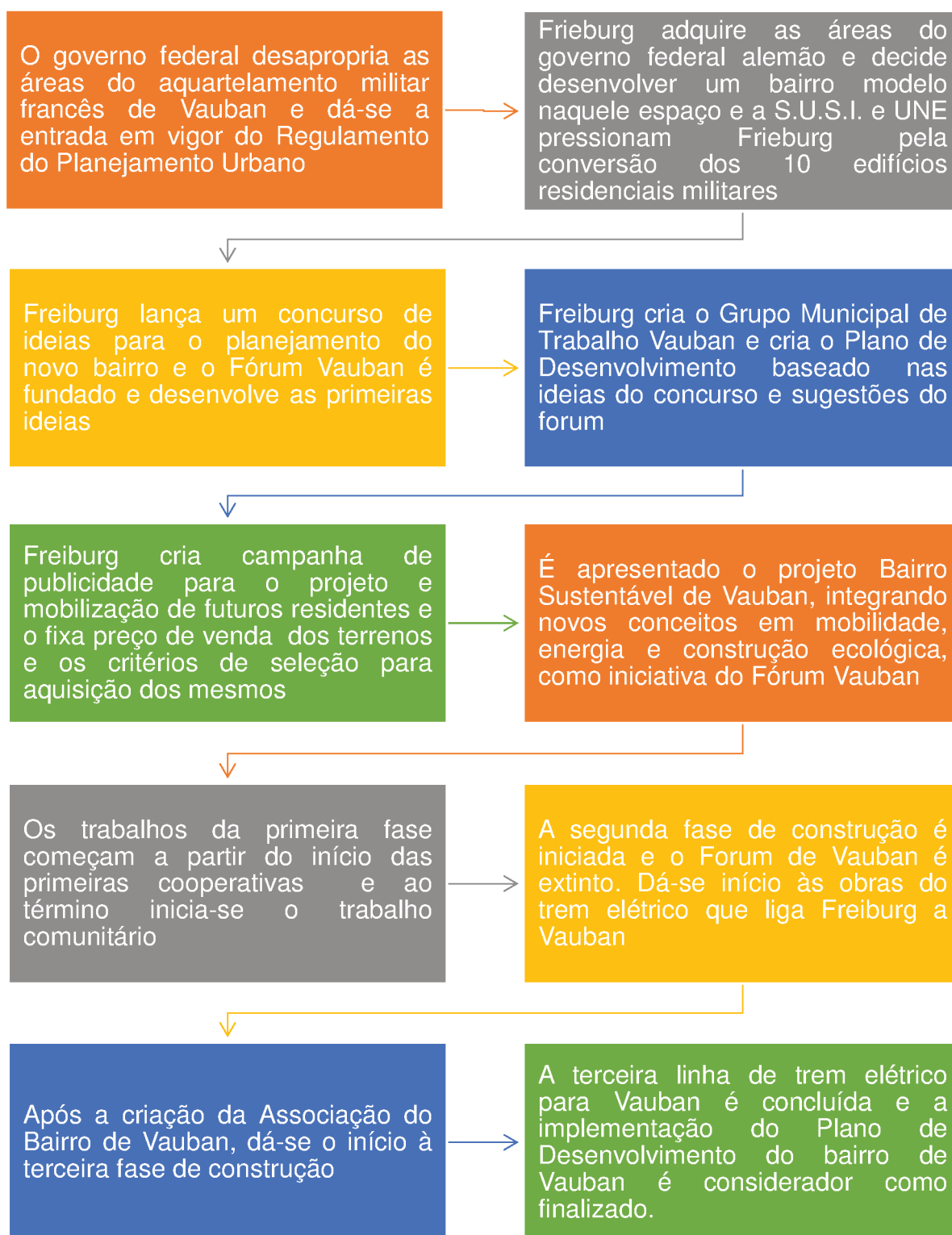


Figura 10 - Fluxograma do Planejamento e Execução do Bairro de Vauban
 Fonte: Adaptado de MOURA (2010)

Moura (2010) elaborou um estudo onde ele se aprofunda nos conceitos e definições que deram base à implementação e o desenvolvimento de um bairro modelo com atributos diferenciados, buscando resultados que beneficiassem a população deste, que foi denominado por Moura como um Eco-bairro. O eco-bairro ora citado localiza-se no distrito de Freiburg, um município da Alemanha, com nome de Vauban. Moura (2010) informa que o projeto em tela passou por uma série de considerações e etapas, que envolviam diversos setores da sociedade organizada, buscando sua ampla participação, de forma aderente. Foram usados os meios de comunicação para que a sociedade tivesse a oportunidade de conhecer e participar das decisões de forma ativa, coadunando os diversos grupos interessados na elaboração deste projeto como a S.U.S.I., que é uma organização social sustentável independente e a união dos estudantes (UNE) por exemplo, e sua participação foi organizada com a criação do Fórum Vauban, entidade reconhecida pelo município como parceiro e interlocutor, que assumiu a coordenação da participação civil.

Ainda segundo Moura (2010), o município de Freiburg cria então o Grupo Municipal de Trabalho sobre Vauban, realizando a integração de diversos departamentos da Autarquia em conjunto com o Fórum de Vauban a título consultivo. O resultado é a criação do Bairro Sustentável de Vauban. Acima, na figura 10, pode-se observar um quadro-fluxograma do processo em questão.

2.11.2 A PARTICIPAÇÃO E O FOCO DA SOCIEDADE ALEMÃ

Moura (2010) ressalta em sua pesquisa que a iniciativa Vauban teve a participação de artistas, estudantes, artesãos e trabalhadores que se responsabilizaram e atingiram de fato as metas a que se propuseram como observar a redução e a reutilização de materiais disponíveis tais como paredes prontas ou ainda tijolos, buscando desta forma evitar o consumo de energia na produção destes. Outro elemento interessante é o fato de terem feito uso de cogeração já naquela época, com o uso de combustível à base de óleo vegetal e a manutenção das árvores septuagenárias que garantiram o aprisionamento do CO² libertado nesta cogeração. Ainda de acordo com Moura (2010), além da preocupação com o consumo de combustível sustentável, foi a solução de aquecimento para os antigos edifícios do aquartelamento que garantiram a redução do consumo energético para níveis abaixo

de até 70 KWh/ano por metro quadrado. Antes eram consumidos de 250 a 300KWh/ano por metro quadrado. A S.U.S.I, uma das principais organizações sociais responsáveis pela implementação do bairro em tela é considerada hoje um sistema social organizacional completamente integrado e independente, focada na democracia e no consenso da comunidade. É possível avistar, até mesmo certa anarquia neste modelo, conforme Moura (2010) acrescenta. Entretanto os resultados finais aparentes dos edifícios do bairro (Figura 11) possuem características de exteriores bem cuidados e criativos, com certa tendência ao colorido circense como a



*Figura 11 - Edifício de Vauban
Fonte: MOURA (2010)*

existência de trailers e motor homes na área prédios com decorações e varandas e espaços exteriores diferenciados e criativos, além de diversas estruturas que atendem à população de forma coletiva como salas de estar públicas e pequenos parques infantis construídos pelos próprios moradores. Moura (2010) destaca ainda que em todo o bairro, diversos edifícios foram construídos e em cada um deles é possível perceber o cuidado com diversos conceitos de sustentabilidade e compartilhamento dos bens e serviços focados na redução dos custos e consumos de materiais. Outros fatores estão presentes além do processo de criação do bairro eco sustentável, haja vista que o foco da sustentabilidade não se prende somente às construções, mas também ao modo de vida que ali se organizou. Os habitantes contam com coleta de água de chuva concentrada em cisternas, fazem uso de aquecedores solares de água, possuem coberturas e paredes ajardinadas (figura 12), e cultivam hortas e pomares comunitários.



Figura 12 - Cobertura Ajardinada para Bicicletário
Fonte: MOURA (2010)

2.11.3 O COMPARTILHAMENTO COMO ESTRUTURA SOCIAL

Moura (2010) retrata que, desde o início, o projeto social defendido por estas comunidades orientaria o convívio social entre diferentes famílias e a construção dos edifícios privilegiando o compartilhamento de ambientes como salas de jantar e salas de estar. O resultado prático destes conceitos foi levado a cabo, se considerarmos que nestes edifícios, em média, cerca de cinco famílias residentes encontram-se durante a semana para almoços em conjunto, com revezamento das atividades de cozinha e limpeza reduzindo-se assim os custos e o consumo de energia.

Uma das constatações que mais chamam a atenção no trabalho de Moura (2010) foi a atenção dada pelos envolvidos às questões de mobilidade do bairro (figura 13) e o envolvimento dos futuros cidadãos de forma participativa e cooperativa, levando à resultados que impressionam pelo avançado entendimento da harmonização do trânsito dentro daquele espaço de convivência humana. Muitas



*Figura 13 - Vista de uma ciclovia marginada por área verde e rua de Vauban
Fonte: MOURA (2010)*

propostas surgiram em função do tema mobilidade e houve um ponto em particular, dentre outros, em que a organização civil discordava com a repartição pública: Veículos automotores *versus* bicicletas e pedestres. Por parte das autoridades, havia a evidência de que era necessário garantir o acesso de veículos automotores para manutenção, constante abastecimento de mercadorias e insumos e o acesso de equipamentos de apoio à segurança tais como ambulâncias e corpo de bombeiros. Em contrapartida, havia o entendimento geral dos interessados de que a prioridade

da mobilidade local deveria ser cicloviária (Fig. 14) e pedestre, viabilizando um bairro com características de proximidades.



*Figura 14 - Ciclista em Vauban
Fonte MOURA (2010)*

A solução, segundo Moura (2010), veio no consenso entre as partes de que os dois sistemas são importantes. Assim sendo, toda a infraestrutura de mobilidade urbana do bairro de Vauban foi condicionada de modo a garantir o aspecto de que o acesso aos pedestres e ciclistas era a prioridade, tendo sido destinado grande parte dos espaços disponíveis no antigo aquartelamento militar na forma de grandes ciclovias, marginadas por ruas de acesso automotor com tráfego reduzido, pela pequena oferta de locais de estacionamento.

Na questão imobiliária, como muitos grupos disputavam as áreas disponíveis à venda, alguns critérios foram considerados de modo a garantir o melhor uso destes, considerando-se pontos tais como, se haviam crianças ou idosos nas famílias, se não seriam necessários a construção de estacionamentos para carros, se os projetos das residências previam soluções energéticas de baixo impacto, se eram edifícios coletivos ou unifamiliares e outros, sendo que estes foram os aspectos mais significativos e condicionantes no acesso aos terrenos.

Outra interessante particularidade, segundo Moura (2010), do bairro em tela são os bolsões de estacionamento instalados em trechos mais exteriores em relação ao centro, mas não tanto, e a existência de um sistema de compartilhamento de veículos



*Figura 15 - Carsharing
Fonte: MOURA (2010)*

em um modelo de acesso ao uso deles de forma associativa e contributiva conhecido como Carsharing (figura 15), que podem ser usados pelos residentes do bairro quando necessários. Moura (2010) detalha:

O seu funcionamento é bastante simples: os associados requisitam um carro através da internet, recebem um código e a localização do carro mais próximo. Dirigem-se ao carro, abrindo-o com um cartão electrónico pessoal e marcam o código num teclado. Se o código estiver correcto, se for o carro certo, na hora combinada, então abre-se um compartimento onde estão as chaves do carro. Neste momento estuda-se a hipótese de alterar o sistema (até agora para uso exclusivo dos seus membros), tornando-o compatível com a rede que se encontra em funcionamento na vizinha Suíça. (MOURA 2010, p. 51).

As soluções de mobilidade urbana implementadas neste caso apresentam resultados benéficos para a população local, haja vista que estes critérios aumentam a segurança do bairro reduzindo os riscos de acidentes automobilísticos, pela óbvia redução do uso destes equipamentos de transporte, além de estarem contribuindo com a diminuição do consumo de combustível emissor de poluentes. Os benefícios não param por aí, pois o fato de as pessoas precisarem se deslocar por força própria, seja a pé ou de bicicleta, faz com elas se exercitem, garantindo uma qualidade de vida com menos sedentarismo, reduzindo futuros problemas de saúde.

E o clima, conforme a figura 16 demonstra, não atrapalha os planos de ninguém no bairro pois, segundo Moura (2010), os habitantes não se furtam às atividades cotidianas no caso de mau tempo ou frio. Todos estão acostumados a usar capas de



*Figura 16 - Bicicleta com proteção ao clima
Fonte: MOURA 2010*

chuva e proteções adequadas para o transito pedestre ou cicloviário, considerando

nessa situação inclusive o transporte de crianças, materiais e produtos, já que o clima não é motivo para mudar os planos dos alemães deste bairro exemplar.

Em relação aos casos em que os carros são uma necessidade, o eco bairro em tela ganhou um conjunto de regras e dispositivos que, com certa criatividade, logrou equilibrar as necessidades individuais, granjeando a estes moradores específicos a oportunidade de poder ser proprietário de um veículo e ter uma vaga de estacionamento, conforme Moura (2010) explica:

O interessante em Vauban é que se conseguiu resistir a uma atitude fundamentalista, tantas vezes difícil de aceitar e promover, completando o conceito de Car-free com o de Parking-free. Não se trata de uma sutileza semântica, mas de uma efectiva diferença, cujo sucesso tem sido estudado e replicado. O conceito é simples: as famílias com carro são bem-vindas, mas foram criadas regras para a sua utilização. Nas áreas residenciais apenas é permitido estacionar para efectuar cargas e descargas ou para recolher e deixar passageiros. A Vaubanallee, a alameda principal, dispõe de alguns (poucos) lugares de estacionamento de curta duração, equipados com parquímetros, normalmente utilizados por visitantes de fora do bairro, uma vez que os residentes, por regra e opção própria, vão às compras a pé ou de bicicleta. Os lugares de estacionamento para residentes estão concentrados em três silos automóveis e num ou outro edifício residencial, cujo grupo de habitantes que o promoveu, optou por incluir garagens no seu subsolo. (MOURA 2010, p. 52).

Moura (2010) também destaca que “Vauban é acreditado como um exemplo de boas práticas pelo programa *Habitat* das Nações Unidas”. Como fruto de sua pesquisa também foram identificados alguns fatores determinantes que contribuíram para o sucesso da implementação do bairro ecológico de Vauban que estão apresentados na figura 17. O eco bairro de Vauban é sem dúvida nenhuma um portento que agregou diversas soluções de sustentabilidade, incluindo-se aí os aspectos sociais, políticos e econômicos, já que foi necessária a união de diversos interesses profundamente ligados com estes aspectos, circunstância essa que não é comum em grande parte do mundo atualmente.

Aparentemente, seria possível atribuir certa casualidade no caso deste bairro, entretanto seria injusto não observar que o que houve na verdade, foi uma causalidade oriunda de movimentos como o da autarquia pública alemã, responsável pelo acontecimento que, em um primeiro momento, tomou para si a iniciativa de propor-se a criar um bairro modelo, inclusive fazendo a publicidade da hipótese em questão. É justo considerar também, que o interesse dos estudantes da UNE alemã teve profunda

responsabilidade ao investir sobre a possibilidade de moradia estudantil, além de todos os grupos que se envolveram no processo, que terminou por conceber esse fenômeno da sustentabilidade.



*Figura 17 - Organograma Fatores de Sucesso da Implementação de Vauban
Fonte: Adaptado de Moura (2010)*

Em termos de análise, ao se considerar os principais pontos (figura 17) do processo de desenvolvimento do bairro de Vauban relatados por Moura (2010), o ponto chave que assegurou as características deste empreendimento foi o fato de que o poder público informou a sociedade de forma transparente sobre seus objetivos, não ignorando a vontade popular de participar da elaboração do projeto geral, dos projetos complementares e de praticamente da maior parte das decisões, haja vista que o Fórum de Vauban foi considerado um ente organizacional da sociedade que teve prerrogativa consultiva no processo. E conforme Moura (2010) julgou, este é um exemplo possível ser replicado em outros países, resultando que seria possível a implementação deste sistema em Portugal e, logo, possível no Brasil.

2.12 PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

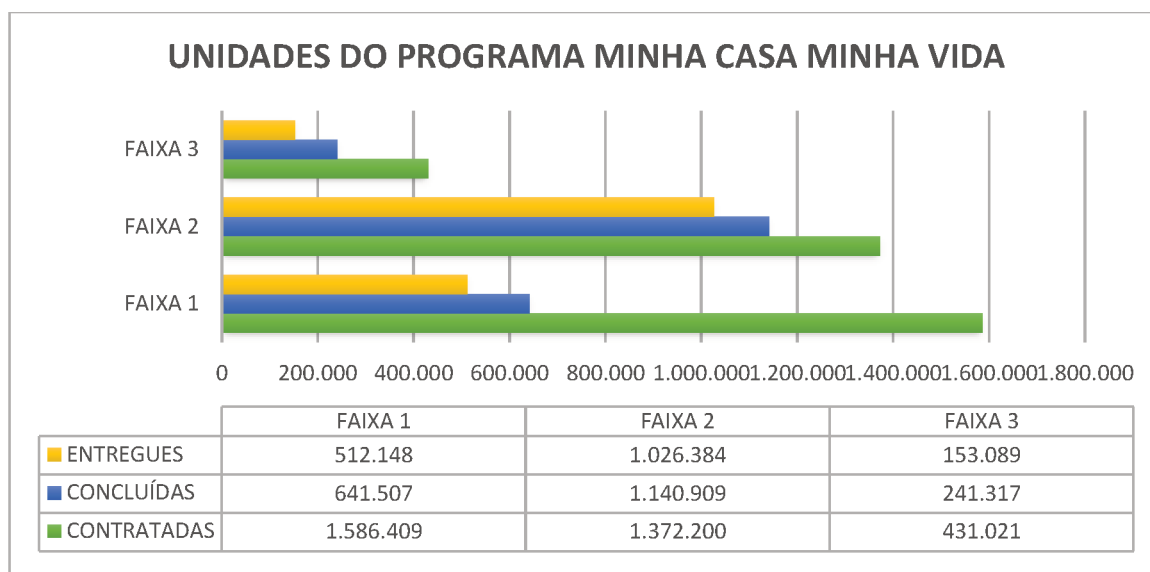
De acordo com a publicação da Caixa Econômica Federal (CEF) de 2016 em seu sítio digital, o Programa Minha Casa Minha Vida - Entidades (PMCMV - E) foi concebido em 2009 “com o objetivo de tornar a moradia acessível às famílias organizadas por meio de cooperativas habitacionais, associações e demais entidades privadas sem fins lucrativos”. Indo além, esta iniciativa seria responsável também pela geração de oitocentos e sessenta e quatro mil empregos ao ano em média, segundo o Ministério das Cidades (MDC) em 2016, e também anunciava que a renda anual média seria acrescida de vinte e um e meio bilhões de Reais, até o ano de 2012. Essa movimentação financeira e administrativa é organizada e gerida pela Secretaria Nacional de Habitação (SNH), conforme o sítio digital do Ministério das Cidades detalha:

A Secretaria Nacional de Habitação – SNH é responsável por acompanhar e avaliar, além de formular e propor, os instrumentos para a implementação da Política Nacional de Habitação, em articulação com as demais políticas públicas e instituições voltadas ao desenvolvimento urbano, com o objetivo de promover a universalização do acesso à moradia.

Nesse sentido a SNH desenvolve e coordena ações que incluem desde o apoio técnico aos entes federados e aos setores produtivos até a promoção de mecanismos de participação e controle social nos programas habitacionais. Cabe ainda à SNH coordenar e apoiar as atividades referentes à área de habitação no Conselho das Cidades. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016 p.1).

Segundo Porcionato (2016), as regras de funcionamento foram fixadas pelo Estado de modo a proporcionar oportunidades para a classe de baixa renda, sendo que a Lei 11.977, de 7 de julho de 2009 foi a responsável por sua regulamentação. Neste contexto, o financiamento do Programa Minha Casa Minha Vida (BRASIL, 2016) foi garantido pela alocação de trinta e quatro bilhões de reais, sendo que vinte e cinco bilhões tiveram origem no Orçamento Geral da União (OGU) e sete e meio bilhões vieram do Fundo de Garantia Por Tempo de Serviço (FGTS), efetivando-se então o subsídio direto inicial do programa por meio do governo federal. Atualmente, segundo a CEF em seu sítio digital do Feirão da Caixa (CEF, 2016), nos primeiros quatro anos foram investidos mais de trezentos e vinte e oito bilhões de reais e foram contratadas mais de quatro milhões de moradias por meio deste programa. A seguir temos o gráfico 8 que retrata a clivagem

de unidades por faixas em contratadas, concluídas e entregues, além dos critérios (Tabela 1) que definem sua distribuição:



*Gráfico 8 - Unidades Contratadas e Entregues de 2009 a 2014
Fonte: CEF, Feirão da Caixa (2016)*

Os critérios de entrada no programa, como detalhado na tabela a seguir:

Tabela 1- Critérios para entrada no Programa Minha Casa Minha Vida

| CRITÉRIOS PARA ENTRADA NO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA | | |
|--|---|------------------------|
| Faixa 1 | Faixa 2 | Faixa 3 |
| ↓ | | |
| LIMITE DE RENDA FAMILIAR MENSAL | | |
| R\$1.800,00 | R\$3.600,00 | R\$6.500,00 |
| ↓ | | |
| CARACTERÍSTICAS | | |
| Até 90% de subsídio do valor do imóvel. Pago em até 120 prestações mensais de no máximo R\$ 270,00, sem juros. | Até R\$ 27.500,00 de subsídio, com 5,5% a 7% de juros ao ano. | 8,16% de juros ao ano. |

Fonte: Brasil (2016)

Porcionato (2016) também informa que:

Entre 2009 e 2014, o PMCMV atendeu a 6,8 milhões de beneficiários. Desse total, 52% com renda até R\$ 1.600,00, 39% com renda até R\$ 3.275,00 e 9% com renda de até R\$ 5.000,00. Os dados atuais mostram que 1,7 milhão de moradias foram entregues em 5.288 municípios. Foram gerados 1,3 milhão de empregos e 80 mil novas empresas de construção foram abertas.

Dos R\$ 63 bilhões de renda gerados em toda a economia, R\$ 37,55 bilhões foram do setor da construção civil. (PORCIONATO, ps. 33 e 34, 2016)

Porcionato (2016) demonstra o alcance desse programa, ainda mais se considerarmos que praticamente todos os estados foram beneficiados, mesmo que com diferenças quantitativas entre eles, sendo indiscutível que tais políticas de redução dos déficits de habitação trazem muitos benefícios à população, além do incremento garantido na geração de empregos e movimentação do mercado de um modo geral, já que praticamente todos os setores econômicos são demandados neste processo, sejam eles dos setores primário, secundário ou terciário. A conclusão a que se chega é que os investimentos diretos do governo na área da habitação são capazes de gerar movimento na economia, com grande impacto na geração de postos de trabalho e reduzindo os déficits.

Entretanto, alguns problemas foram detectados e cabe ressaltar que estes prejudicam os futuros moradores destes condomínios. Segundo a Fundação João Pinheiro (FJP, 2016), em seu sítio digital, a localização dos terrenos muitas vezes fica a cargo das construtoras que, para reduzir custos e maximizar seus resultados, constroem em terras mais baratas e distantes dos centros urbanos, marginalizando ainda mais as classes de baixa renda. Em alguns casos, obras foram realizadas até mesmo em áreas rurais com difícil acesso aos equipamentos sociais como escolas, transporte público e acesso à saúde. A Fundação João Pinheiro explica:

Ou seja, a produção habitacional não é feita de forma integrada à cidade. Isso resulta em uma série de dificuldades para os moradores, que passam a ter de gastar mais tempo e dinheiro nos deslocamentos, e para o poder público, que precisa estender a estrutura de seus serviços. Nos casos em que as prefeituras participam da escolha do terreno, os problemas citados acima tendem a ser minimizados. (FJP, 2016).

Além deste problema, existe a questão da padronização das residências, o que faz com que as unidades se tornem um verdadeiro quebra-cabeça, já que as famílias que são sorteadas não possuem um tamanho padrão, haja vista que existem famílias pequenas, médias e grandes. E como são condomínios residenciais, os projetos não preveem a existência de prédios ou unidades comerciais, gerando dificuldades no acesso ao comércio e aos serviços que, por sua vez, segundo a FJP (2016), faz surgir o comércio informal, de forma precária, nas próprias unidades residenciais. Somando-

se a isso, os projetos também não preveem normalmente espaços de convivência social ou de prática de esportes, já que o governo paga apenas pela unidade, segundo entrevistas de diretores e proprietários de empresas construtoras entrevistados por Porcionato (2016). Diante deste contexto, é importante ressaltar o Programa Minha Casa Minha Vida - Entidades (PMCMV – E, 2016), que oferece participação da sociedade organizada na elaboração dos projetos, resultando em um conjunto habitacional com um ajuste melhor preparado para o atendimento destas demandas sociais. O PMCMV-E detalha:

O processo de escolha das famílias deve ser transparente, sendo obrigatória a publicização dos critérios de seleção nos meios de comunicação do Município. Para participar do Programa, a entidade precisa estar previamente habilitada pelo Ministério das Cidades e a proposta deve ser selecionada, após a análise e aprovação dos projetos pela CAIXA. (PMCMV – E, 2016).

Esse sistema é muito interessante considerando-se as condições de criação do eco bairro de Vauban, na Alemanha, informadas pela pesquisa de Moura (2010). Pois naquele caso específico, a sociedade alemã obteve conhecimento através da divulgação do projeto e pôde participar de forma organizada, através de entidades como o Fórum de Vauban e a União dos Estudantes, dentre outras organizações sociais com interesse na aquisição da habitação própria. No entanto, a população de baixa renda brasileira não possui acesso à informação de forma adequada, ou não é capaz de se apropriar desta informação, fazendo com que esse tipo de oportunidade escape à sua atenção e/ou ela não seja capaz de entender os benefícios e as possibilidades que advém de se organizar para alcançar objetivos como os do eco bairro mencionado.

3 METODOLOGIA

3.1 DEFINIÇÃO DA ABORDAGEM E DOS MÉTODOS

A METODOLOGIA desta dissertação possui natureza aplicada, pois trata-se de um caso real que será conduzido a partir dos dados coletados. É também um trabalho

de caráter exploratório, pois considerou-se o uso do método de pesquisa documental como base para a dissertação, haja vista a grande quantidade de documentos e informações relevantes disponibilizada no meio digital por empresas públicas e privadas, além da análise de exemplos que favoreçam e propiciem a percepção e a compreensão do problema e a possível solução, com características qualitativas, considerando-se que a pesquisa faz uso de prisma subjetivo em relação aos parâmetros evidenciados no item 1.3.1 (Objetivo Geral).

A faceta exploratória desta pesquisa considera a investigação que apresente respaldo argumentativo e suscite fidelidade ao trabalho. Qualitativamente, será preciso observar quais são os resultados aceitáveis que se encerram nos parâmetros considerados. Portanto, a abordagem dessa pesquisa terá como base um modelo de investigação híbrido, resultante da associação parcial entre os modelos de pesquisa documental, exploratória, qualitativa e de estudo de caso.

3.2 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS

Os parâmetros relevantes desta pesquisa, conforme a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente de nº 6.938 citada no item 1.3, foram identificados como Impactos Ambientais, Sociais e Econômicos. O objetivo é realizar uma comparação entre os dados obtidos com base nos parâmetros estabelecidos, sobre o investimento direto e a produção energética de uma usina hidrelétrica *versus* um sistema de geração fotovoltaica residencial conectado à rede e disseminado em larga escala, dentro do escopo de grandes condomínios residenciais e as possíveis consequências e resultados da implantação de ambas as tecnologias, tendo o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) alvo de instalação de unidades de geração fotovoltaica residencial como estudo de caso. Dadas as devidas proporções, será considerada uma avaliação, até certo ponto subjetiva, sobre o impacto ambiental, social e econômico, buscando desta forma auferir se a proposta é factível, nestes parâmetros.

3.3 DEFINIÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA

Para que a comparação seja considerada atual, a presente pesquisa considerou a usina de Belo Monte, por ser a usina hidrelétrica mais recente a ser construída. O benchmark considerado da usina em tela é a produção de onze mil e duzentos e trinta e três megawatts (11.233 MW) de energia elétrica. Em contraponto, será considerado um projeto residencial padrão do Programa Minha Casa Minha Vida, com a finalidade de ser uma referência para uma estimativa de instalação de um Sistema Fotovoltaico Residencial Conectado à Rede, como projeto básico a ser disseminado em condomínios residenciais em larga escala, para fins de cálculos de orçamentação básica. Cada objeto de estudo será tratado de forma a que seus resultados sejam compatíveis entre si, em termos de escala e proporcionalidade.

3.4 EFETIVAÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

Para uma melhor compreensão do processo será apresentado a seguir um quadro-painel que destaca a importância dos parâmetros, sua relativa classificação em termos qualitativos, tendo como base os dados provenientes das tecnologias consideradas neste estudo. Segundo Forster e Rockart (1989), os Fatores Críticos de Sucesso podem ser considerados como os pontos chaves que permitem o sucesso de um empreendimento. Ele afirma que essa teoria conduz a uma estratégia que ajuda a avaliar e definir quais são os obstáculos mais importantes a serem superados na consecução de um objetivo ou para alcançar um propósito. Assim sendo, é preciso garantir que os futuros investimentos em infraestrutura sejam capazes de impactar de forma benéfica estes três parâmetros. Uma vez que temos definido o objetivo, podemos observar os Fatores Críticos de Sucesso relacionados nas tabelas 2, 3, 4 e 5, a seguir:

Tabela 2 - Definição dos Parâmetros.



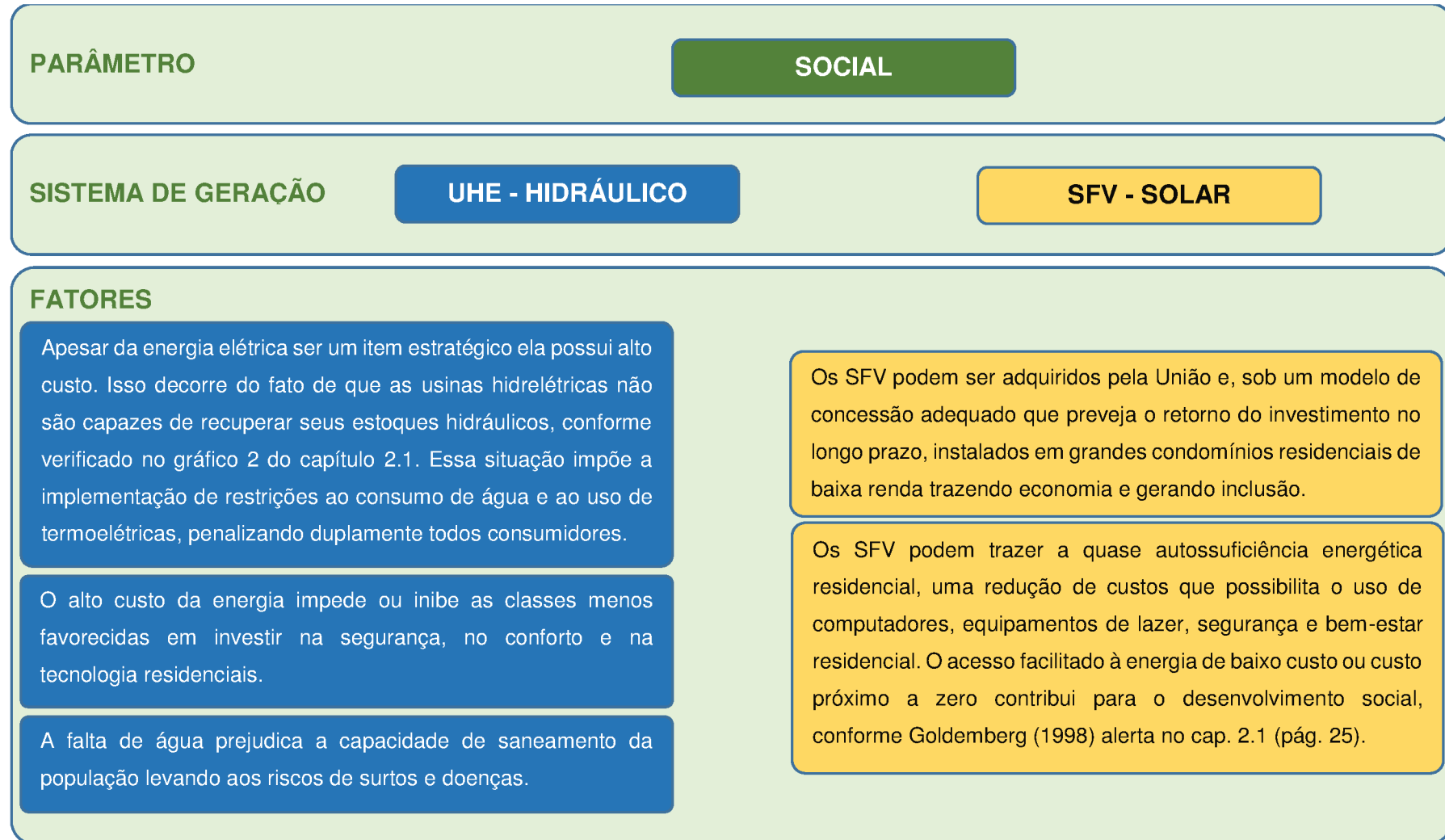
Fonte: Brasil (2014)

Tabela 3 - Parâmetro Ambiental - Impactos

| PARÂMETRO | AMBIENTAL | |
|---|------------------|-------------|
| SISTEMA DE GERAÇÃO | UHE - HIDRÁULICO | SFV - SOLAR |
| <p>FATORES</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>São sistemas que geram enorme impacto ambiental ao alagar milhares de km² de área para gerar potencial elétrico, tendo como subproduto a perda de áreas secas inutilizadas não sendo passíveis de mitigação.</p> <p>As distâncias envolvidas obrigam o investimento em canteiros de obras e estradas de acesso que viabilizem a construção das linhas de transmissão, que atravessam grandes áreas com vegetação trazendo mais impactos ao meio ambiente.</p> <p>São sistemas que obrigam ao uso de usinas termoeletricas extremamente poluentes para recomposição das reservas hidráulicas em tempo de seca.</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>São sistemas que possuem o menor impacto ambiental, conforme observado pelo CGEE, no capítulo 2.9, e por Varella et al. (2008).</p> <p>São sistemas que necessitam de áreas ensolaradas, podendo ser instalados sobre edificações, não necessitando de mitigação sobre uso e ocupação de solo útil e são considerados como forma de substituição às extremamente poluentes termoeletricas.</p> <p>Podem ser instalados diretamente nas áreas de demanda e necessitam apenas da rede de distribuição elétrica local já disponibilizada.</p> </div> </div> | | |

Elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Parâmetro Social - Impactos



Elaborado pelo autor.

Tabela 5 - Parâmetro Econômico - Impactos

| PARÂMETRO | ECONÔMICO | |
|--|---|--|
| SISTEMA DE GERAÇÃO | UHE - HIDRÁULICO | SFV - SOLAR |
| FATORES | <p>UHE são obras de alta complexidade e custo, entretanto os principais impactos econômicos não são duradouros e não atingem diretamente as camadas sociais mais necessitadas, haja vista que a maior parte dos custos estão ligados aos estudos, ao projeto, às concessões ambientais e, principalmente, à construção pesada com o uso de grandes máquinas e equipamentos, sendo executada somente por meio de consórcios de grandes construtoras, gerando concentração de capital nestas empresas e facilitando a corrupção.</p> | <p>Os SFV são sistemas de baixa complexidade que podem ser instalados por pequenas empresas, gerando distribuição de renda mais uniforme com impacto econômico diretamente ligado à geração de empregos locais que poderão ser mantidos diante da necessidade de ampliação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos instalados.</p> |
| <p>UHEs demandam a importação de equipamentos pesados e complexos com pouca concorrência, tanto para a geração de energia quanto para sua distribuição, trazendo altos custos de transporte e obrigações alfandegárias, nacionais e internacionais, custos estes que aumentam na terceirização dos contratos para os consórcios pela necessidade de consultorias, além dos problemas de perda de prazos dos cronogramas em função de atrasos nos modais logísticos, aumentando ainda mais os custos de construção já previstos e gerando dessincronização entre geração e transmissão, como é o caso dos sistemas de geração eólica nos estados do Nordeste.</p> | <p>Há atualmente no mundo diversos fabricantes de SFV que se enquadram para a venda de equipamentos em grande volume reduzindo custos, e que podem atender às necessidades conforme cronograma estabelecido. Além disso, os SFV são instalados diretamente nas residências reduzindo a necessidade de ampliação da transmissão de energia e seus altos custos de manutenção. Essa nova topologia também contribui para reduzir a concentração não estratégica da geração em sistemas distantes e diversifica a matriz energética, reduzindo-se assim os riscos de déficit energético.</p> | |

Elaborado pelo autor

4 ESTUDO DE CASO

A proposta de disseminação da energia fotovoltaica apresentada como objeto de estudo pretende atender diversos requisitos, os quais não se restringem apenas e tão somente à produção energética, muito embora seja esta a necessidade principal em termos de evolução da infraestrutura brasileira, entretanto ela busca apresentar uma solução que seja capaz de atender aos três parâmetros estabelecidos inicialmente. Tendo isso em vista e, sendo considerado um condomínio padrão do Programa Minha Casa Minha Vida como objeto do estudo de caso, algumas considerações devem ser feitas. Sabe-se que o custo de implantação deste tipo de tecnologia é alto e, portanto, é preciso considerar a ausência de certos custos inerentes à geração e transmissão.

4.1 PARÂMETRO ECONÔMICO

4.1.1 CUSTOS DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO

Conforme observado no referencial teórico, no capítulo 2.4, em Perdas de Energia, apesar dos dez maiores valores de perdas possuírem uma média de 29,12% tendo entre elas o caso de uma posição de perda em 51,86% (Empresa CEA 2010), a média geral de perdas sobre a energia injetada resultou em 11,03%.

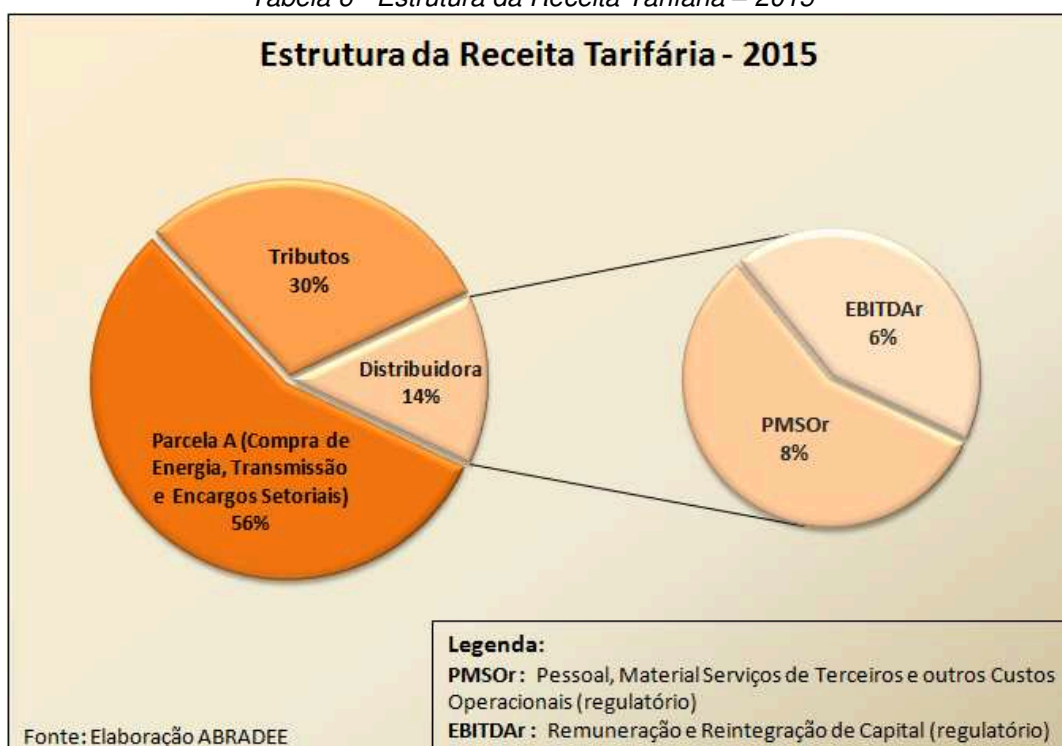
Desta forma, podemos considerar de forma análoga que, de toda a produção possível da UHE de Belo Monte, cerca de 11,03% será desperdiçada na forma de perdas de energia elétrica. Por ser um percentual tão expressivo, não se pode desconsiderá-lo. Além disso, existem custos com a tarifa e seus encargos e impostos, pois estes valores são suportados pelos consumidores e impactam diretamente em sua renda. A ABRADDEE (Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia Elétrica) destaca, em seu sítio digital, que a composição da tarifa de energia elétrica é bastante complexa pois, além dos diversos custos e taxas, existem outros componentes incidentes, conforme ela detalha:

Assim, espera-se que o preço da energia seja suficiente para arcar com os custos de operação e expansão de todos os elementos elétricos que compõem o sistema, desde a usina geradora até o ramal de ligação dos consumidores de baixa tensão. Basicamente, estes custos devem cobrir os

investimentos realizados na rede e a sua operação diária, que devem resultar em baixos índices de falhas e menores tempos para eventuais consertos. Como não poderia deixar de ser, além destes custos, que são diretamente relacionados aos componentes físicos do sistema, existem os encargos e os impostos, que no Brasil não são poucos. Em 2012, os consumidores cativos[1] brasileiros pagavam 10 encargos setoriais e 4 impostos e contribuições destinados aos governos federal, municipal e estadual. (ABRADEE, 2016)

As tabelas 6 e 7 a seguir apresentam, respectivamente, a estrutura da receita tarifária 2015 e o detalhamento dos encargos:

Tabela 6 - Estrutura da Receita Tarifária – 2015



Fonte: ABRADEE (2016)

Tabela 7 - Encargos sobre energia e seus objetivos

| Encargo | Para que serve? |
|---|---|
| CCC - Conta de Consumo de Combustíveis (extinto pela MP 579, com principais atribuições encampadas pela CDE) | Subsidiar a geração térmica dos sistemas isolados (principalmente na região norte). |

| Encargo | Para que serve? |
|---|---|
| RGR - Reserva Global de Reversão (extinto pela MP 579, com principais atribuições encampadas pela CDE) | Indenizar ativos vinculados à concessão e fomentar a expansão do Setor Elétrico. |
| TFSEE - Taxa de fiscalização de Serviços de E. Elétrica | Prover recursos para o funcionamento da ANEEL. |
| CDE - Conta de Desenvolvimento Energético | Propiciar o desenvolvimento energético a partir das fontes alternativas; prover a universalização do serviço de energia; e subsidiar a tarifa dos consumidores residenciais de baixa renda. |
| ESS - Encargos de Serviço do Sistema | Subsidiar a manutenção da confiabilidade e estabilidade do SIN |
| PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas | Subsidiar as fontes alternativas de energia, em geral mais caras que as fontes convencionais |
| P&D - Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética | Promover pesquisas científicas e tecnológicas relacionadas à eletricidade e ao uso sustentável dos recursos naturais. |
| ONS - Operador Nacional do Sistema | Prover recursos para o funcionamento do ONS |
| CFURH - Compensação Financeira pelo Uso de Recursos Hídricos | Compensar financeiramente o uso da água e terras produtivas para fins de geração de energia elétrica |

Fonte: ABRADDEE (2016)

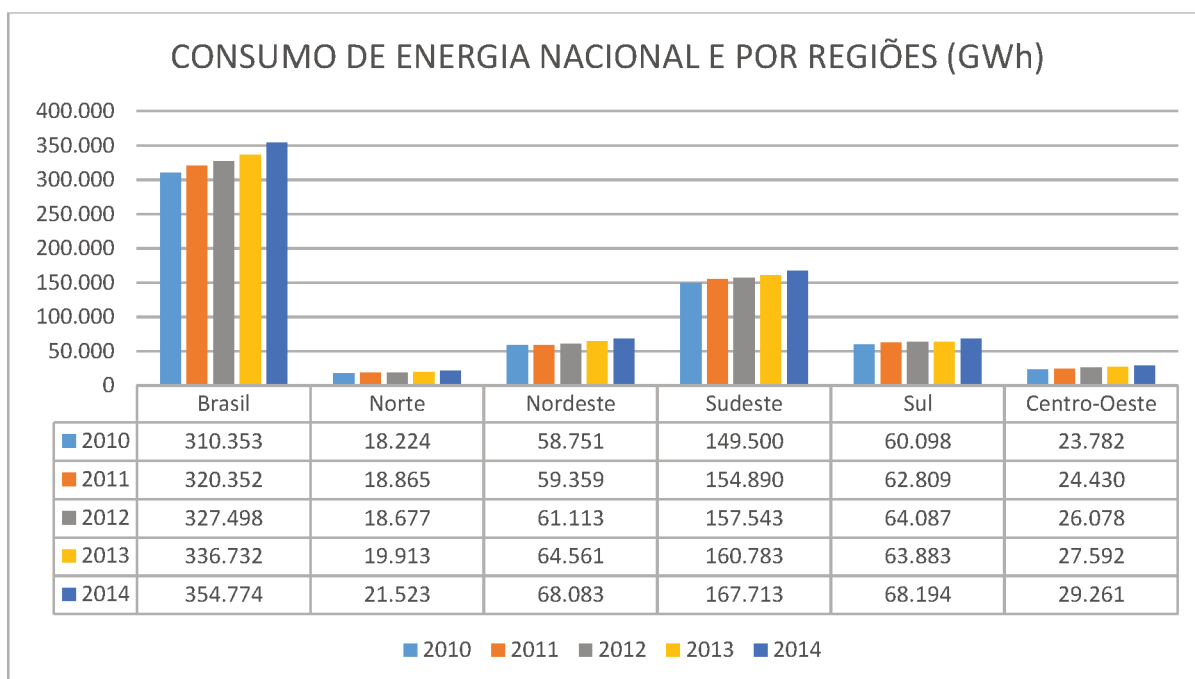
E ainda segundo a ABRADDEE (2016), o aspecto técnico está relacionado a 97% da capacidade de geração do Brasil, que está interconectada eletricamente por meio de redes de transmissão do chamado Sistema Interligado Nacional (SIN), salvo algumas exceções associadas a pequenas centrais elétricas. Sua operação é centralizada e tende a garantir as melhores decisões para o país, tanto no curto quanto

no longo prazo. No aspecto regulatório, os consumidores pagam os custos de geração, transmissão e distribuição de energia, além dos impostos e encargos setoriais. Além disso, os custos que garantem uma operação segura e ininterrupta do fornecimento de energia encontram-se embutidos no preço da energia elétrica, considerando um risco de déficit de 5%. Portanto, podemos inferir que além dos custos de construção de uma usina hidrelétrica, também podem ser considerados:

- Custos e/ou prejuízos originados em atrasos na construção de usinas hidrelétricas com origem em alterações de projetos ao longo dos anos;
- Custos e/ou prejuízos originados em atrasos na expansão das linhas de distribuição e seu descasamento com a disponibilização de turbinas ativas;
- Perdas Técnicas e Não Técnicas de Energia Elétrica;
- Custos de manutenção do sistema, encargos, tarifamento e sobretarifamento em função de baixa do estoque de energia e o uso de termoelétricas.

4.1.2 CONTEXTO DO CONSUMO ENERGÉTICO BRASILEIRO

Para o estudo de caso estabeleceu-se a necessidade de se observar a variação do consumo brasileiro de energia elétrica regional, conforme ilustra o gráfico 9:



*Gráfico 9 - Consumo de Energia Nacional e por Regiões
Fonte: EPE (Dados) - Elaborado pelo autor*

A presente pesquisa também se dispôs a encontrar as médias de consumo de energia elétrica dos estados, divididos em suas grandes regiões, entre o ano de 2010 e 2014, apresentado nos gráficos de 10, 11, 12, 13, 14 e 15:

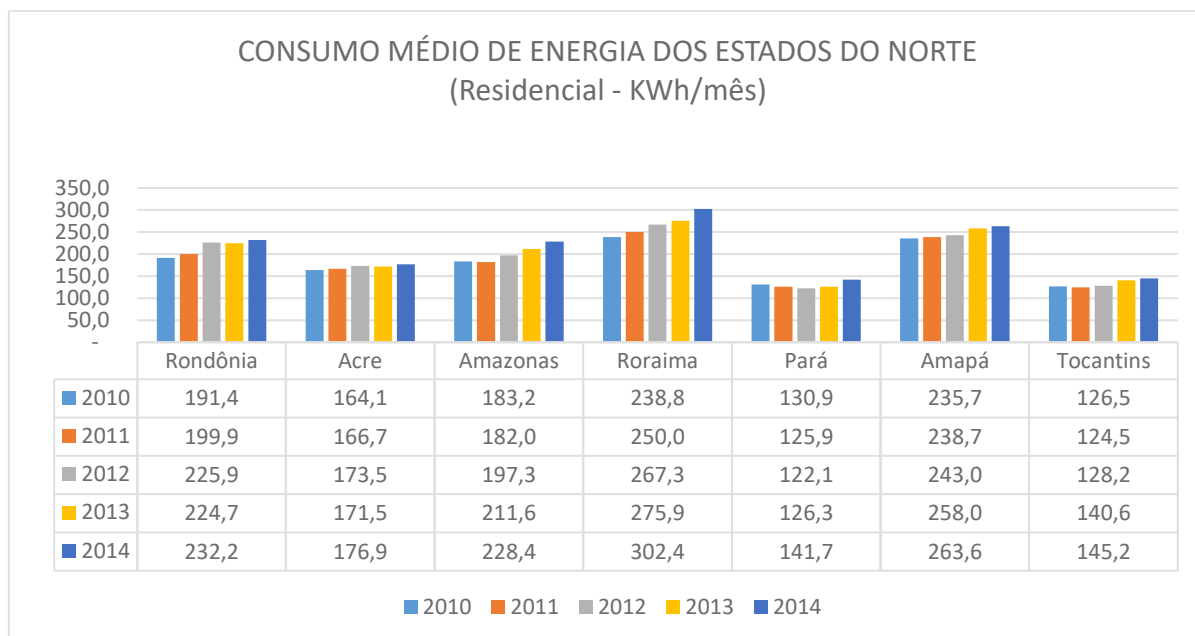


Gráfico 10 - Consumo Médio de Energia - Norte
Fonte: EPE (Dados) Elaborado pelo autor

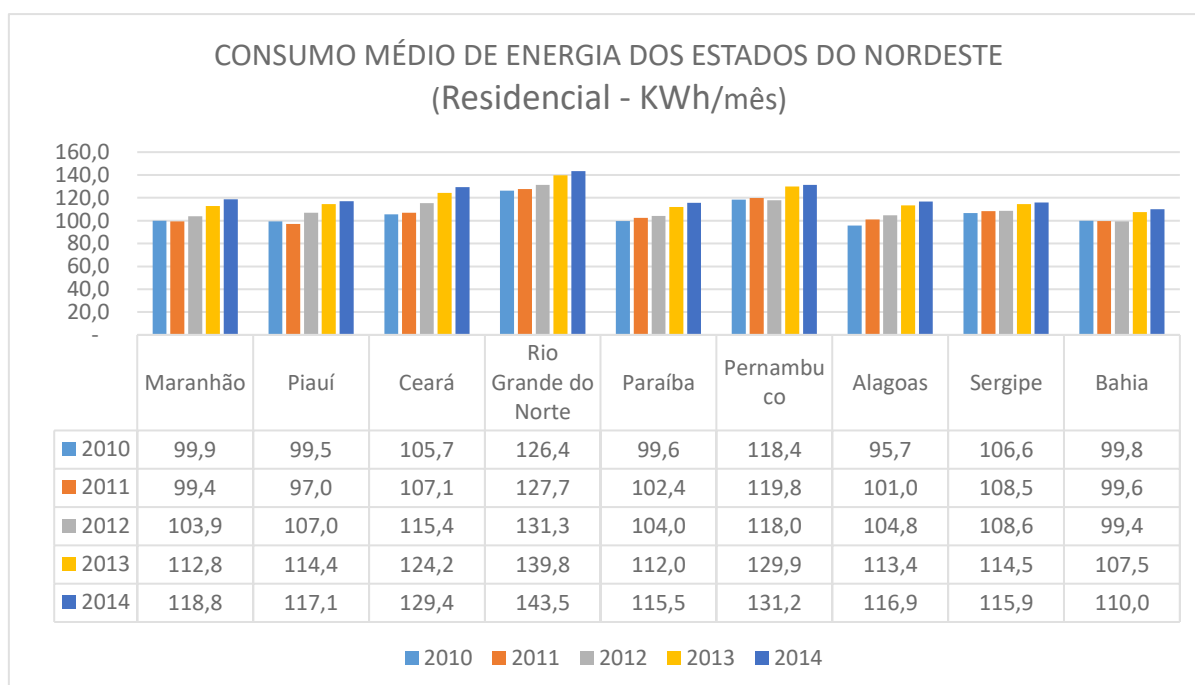


Gráfico 11 - Consumo Médio de Energia - Nordeste
Fonte: EPE (Dados) Elaborado pelo autor

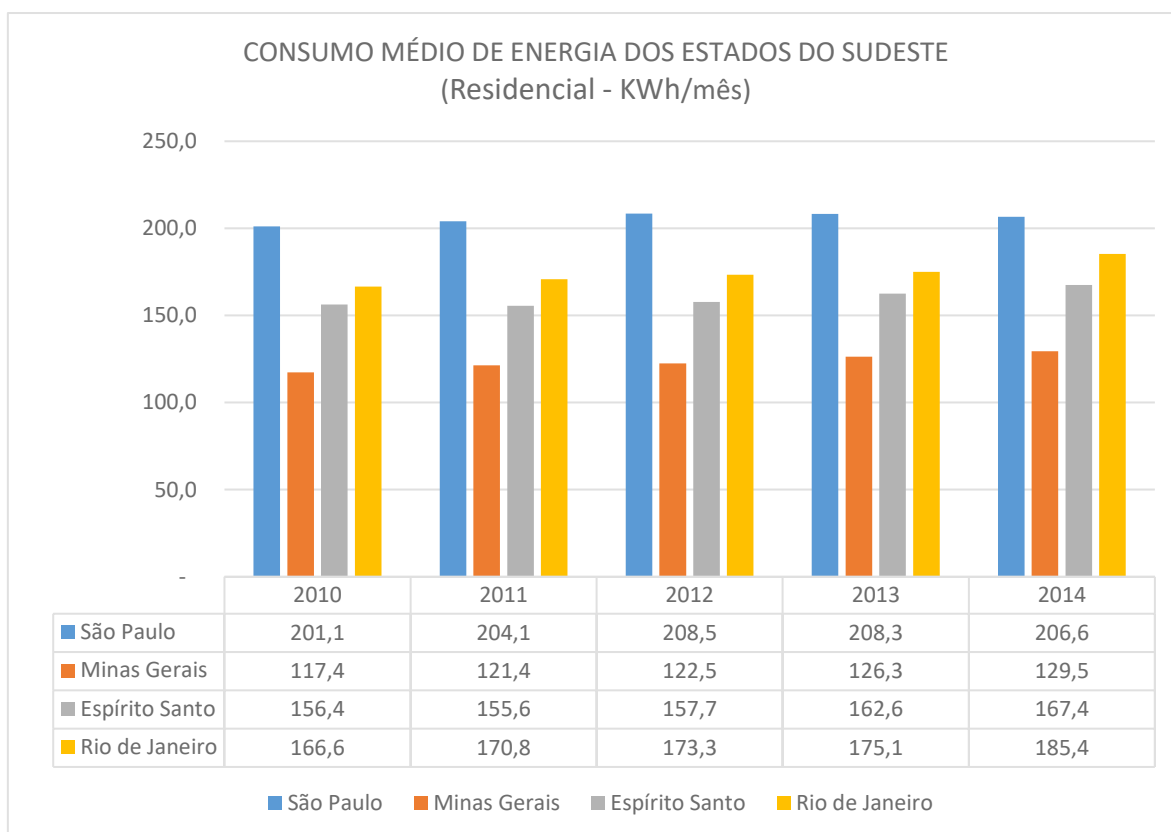


Gráfico 12 - Consumo Médio de Energia - Sudeste
Fonte: EPE (Dados) Elaborado pelo autor

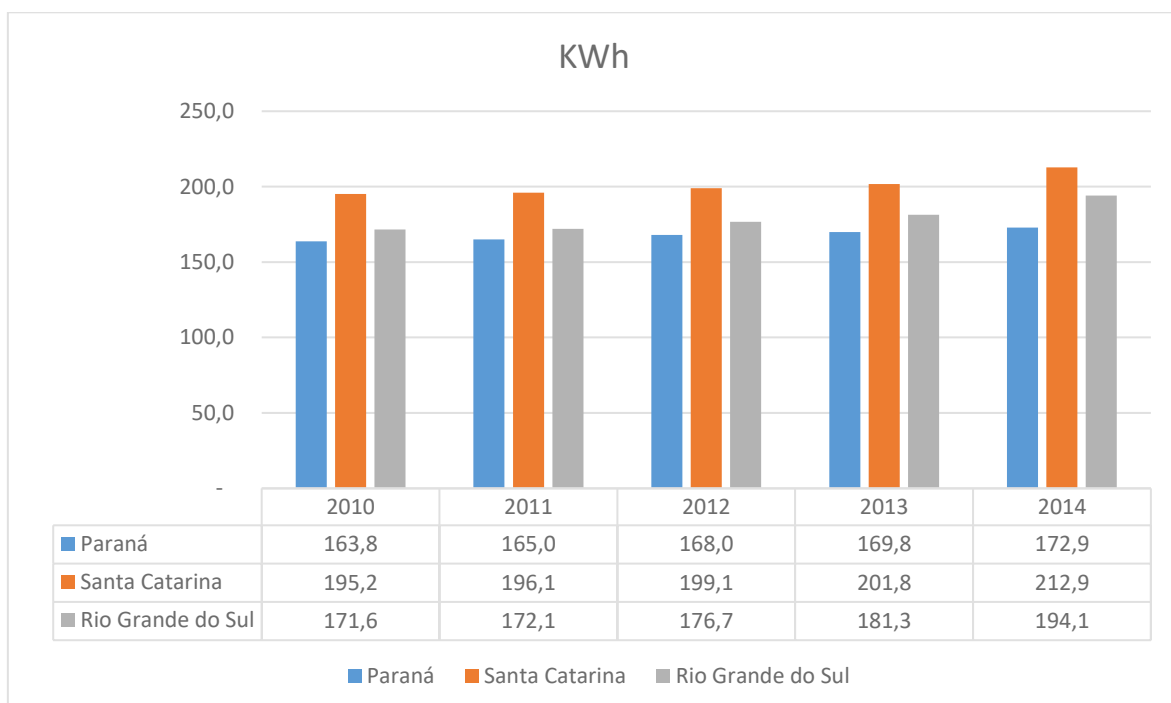


Gráfico 13 - Consumo Médio de Energia - Sul
Fonte: EPE (Dados) Elaborado pelo autor

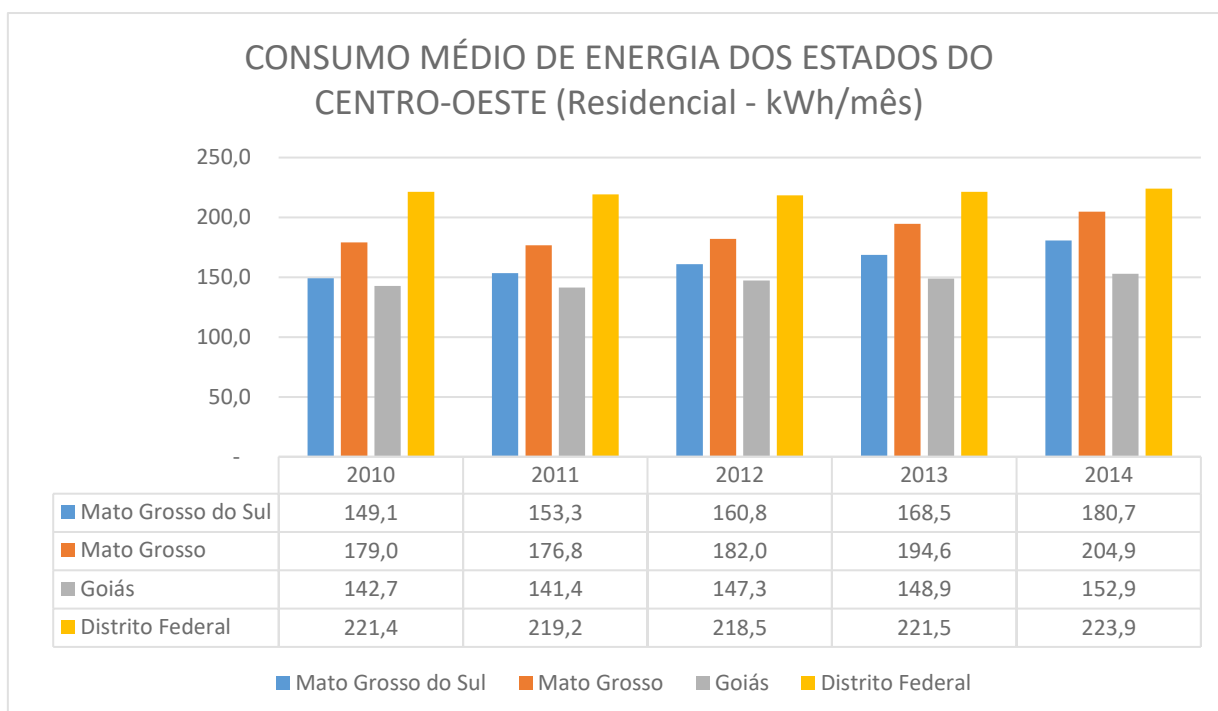


Gráfico 14 - Consumo Médio de Energia - Centro-Oeste
 Fonte: EPE (Dados) Elaborado pelo autor

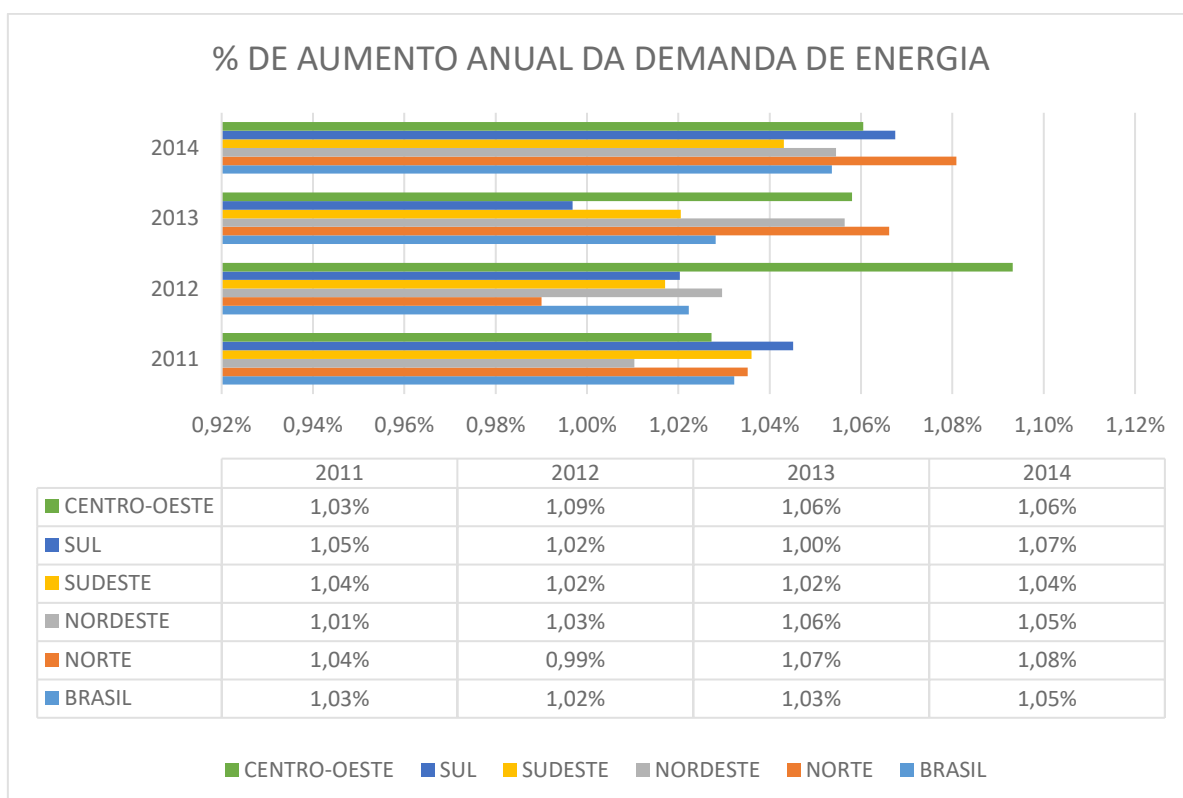


Gráfico 15 - % De Aumento da Demanda de Energia - Base 2010
 Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme observamos nos gráficos apresentados, cada estado e região apresenta consumos de energia diferentes, entretanto, tendo como base o ano de 2010 e baseado nos dados fornecidos pela EPE, foi possível compilar uma tabela de crescimento percentual da demanda de energia elétrica entre os anos 2011 e 2014 (gráf. 15), que confirma uma expansão homogênea de um por cento sobre o consumo em média, sem variações expressivas. É possível observar que esse aumento homogêneo independe do volume de consumo e do desenvolvimento das regiões, mesmo considerando-se que há uma variação de cerca de 780% entre os valores totais de consumo das regiões observadas. Portanto, questões como tarifamento, custos de manutenção, impostos e encargos observados nas tabelas 6 e 7 desta dissertação são considerados como mecanismos que trazem ônus às classes menos favorecidas, ônus estes que tendem a se dilatar gradualmente, impactando o seu desenvolvimento social e econômico no longo prazo. Por esse motivo é necessário que na elaboração do plano de financiamento da energia fotovoltaica haja um dispositivo de tarifação conforme a faixa de consumo, semelhante ao qual Pereira (2007) discorre:

O que o modelo de tarifação segundo faixa de consumo faz é deslocar à direita famílias de menor consumo e com isso induzir ganhos de qualidade de vida. Este modelo foi elaborado na época da crise de abastecimento de energia elétrica e tinha por objetivo incentivar a economia de energia via tarifa. No entanto, este modelo além de promover um uso mais racional de energia elétrica no setor residencial conforme se pode observar no Capítulo III, também proporcionou uma distribuição de renda quando se analisa pelas classes de renda. (PEREIRA, 2007.)

4.1.3 CUSTOS DE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE SFV - BRASIL

Para que fosse possível considerar o custo real de uma instalação que supra a média de consumo nacional de cerca de 168KWh/mês, com margem de majoramento de onze por cento, foi solicitado um orçamento de um sistema fotovoltaico que seja capaz de gerar 186KWh/mês, a uma empresa de engenharia “A”, que realiza a instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, conforme a tabela 8:

Também foi possível encontrar informações sobre custos por meio do sítio digital Portal Solar, Simulador, que informa o preço médio para o sistema em estudo na tabela 9:

Tabela 8 - Orçamento Empresa "A"

- Capacidade do sistema (Potência): 1,59 kW
- Área ocupada pelo sistema: 12 a 14 m²
- Emissões de CO2 evitadas: 584 Kg/ano
- Geração fotovoltaica: 2.223 KWh/ano
- Investimento total (projeto, equipamentos, instalação): R\$15.900,00

Tabela 9 - Preço Médio - Portal Solar

- Para atender a sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de: 1,47 KWp. (Ou potência instalada);
- O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de: R\$ 11.025,00 até R\$ 14.406,00;
- Quantidade de placas fotovoltaicas: 6 de 260 Watts;
- Produção anual de energia 2232 KWh/ano aproximadamente;
- Área mínima ocupada pelo sistema: 11,77 metros quadrados aprox.;
- Peso médio por metro quadrado: 15 quilogramas / metro quadrado;
- Geração mensal de energia: 186 KWh/mês aproximadamente.

Segundo um fabricante de equipamentos fotovoltaicos com fornecimento no Brasil que, por questões de confidencialidade e ética, não será revelada, a potência, a insolação e os custos de fornecimento e instalação dos sistemas fotovoltaicos, com configuração mínima para atender um consumo mensal de 186KWh, sofrem variações entre as regiões, como se vê nos gráficos 16 e 17.

Ainda segundo esse fabricante, os custos médios regionais totais brasileiros de instalação de sistemas fotovoltaicos se dão como ilustrado no gráfico 18:

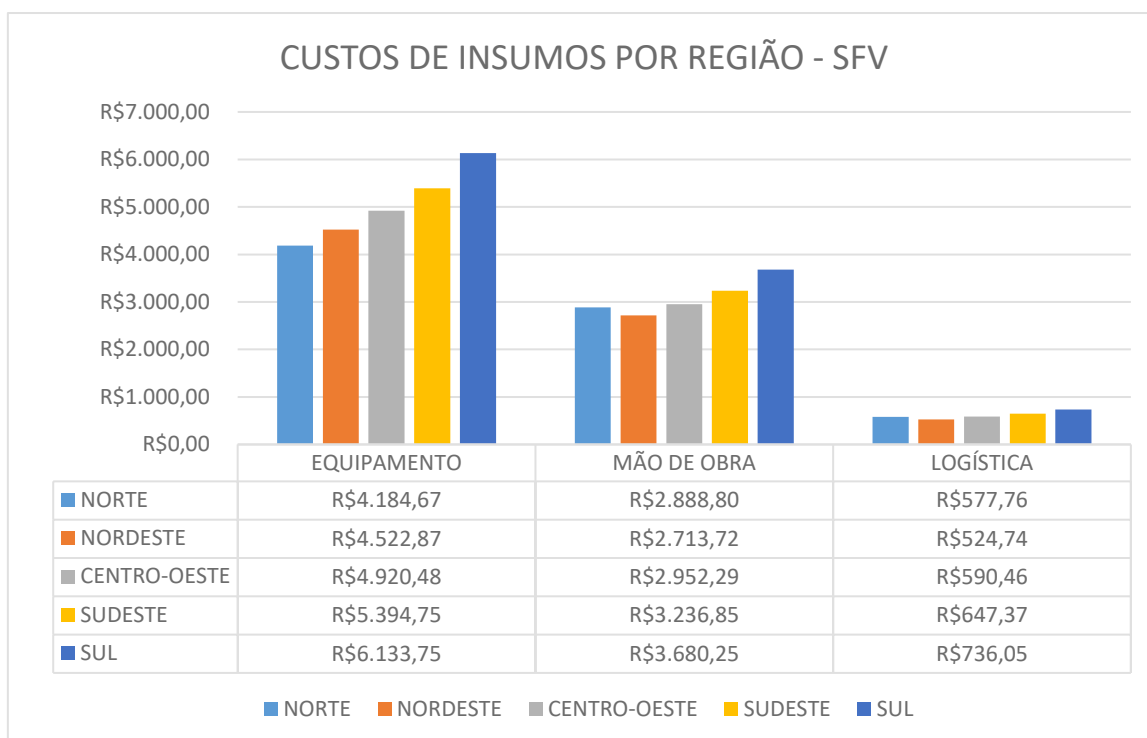


Gráfico 16 - Custos de Insumos por Região - SFV
 Fonte: (Fabricante internacional que fornece no Brasil). Elaborado pelo autor

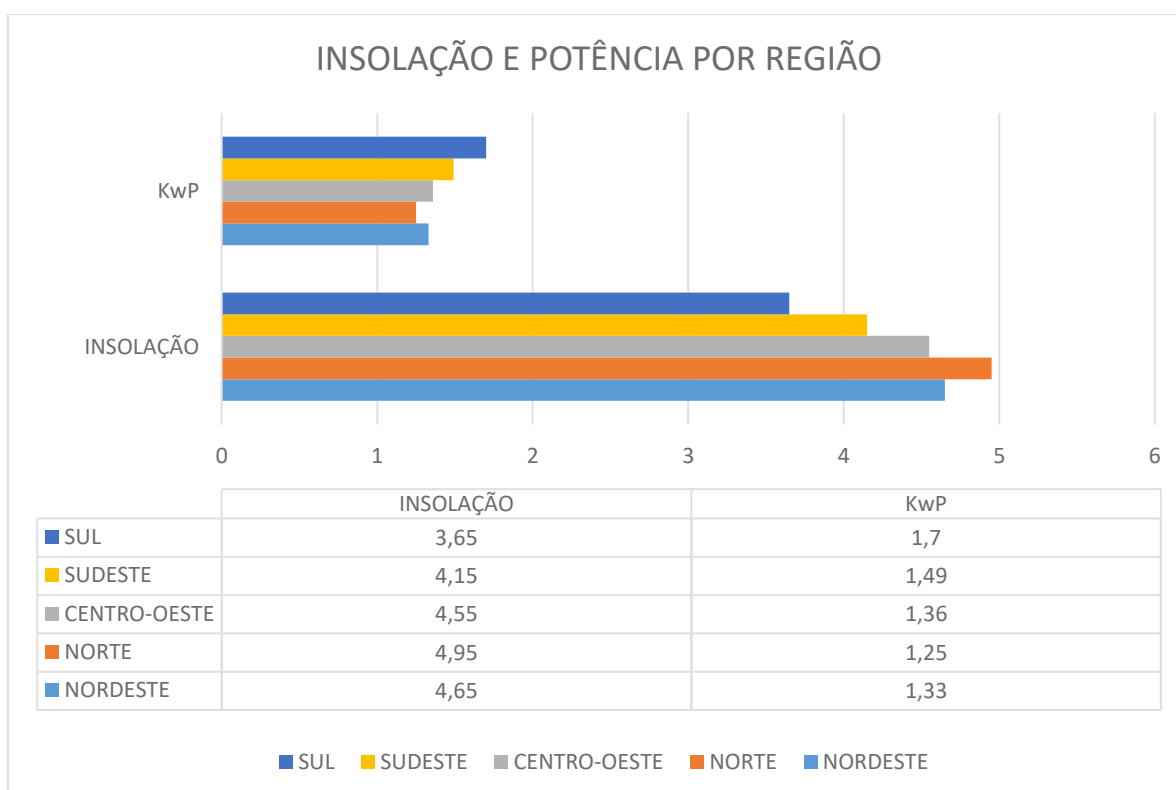
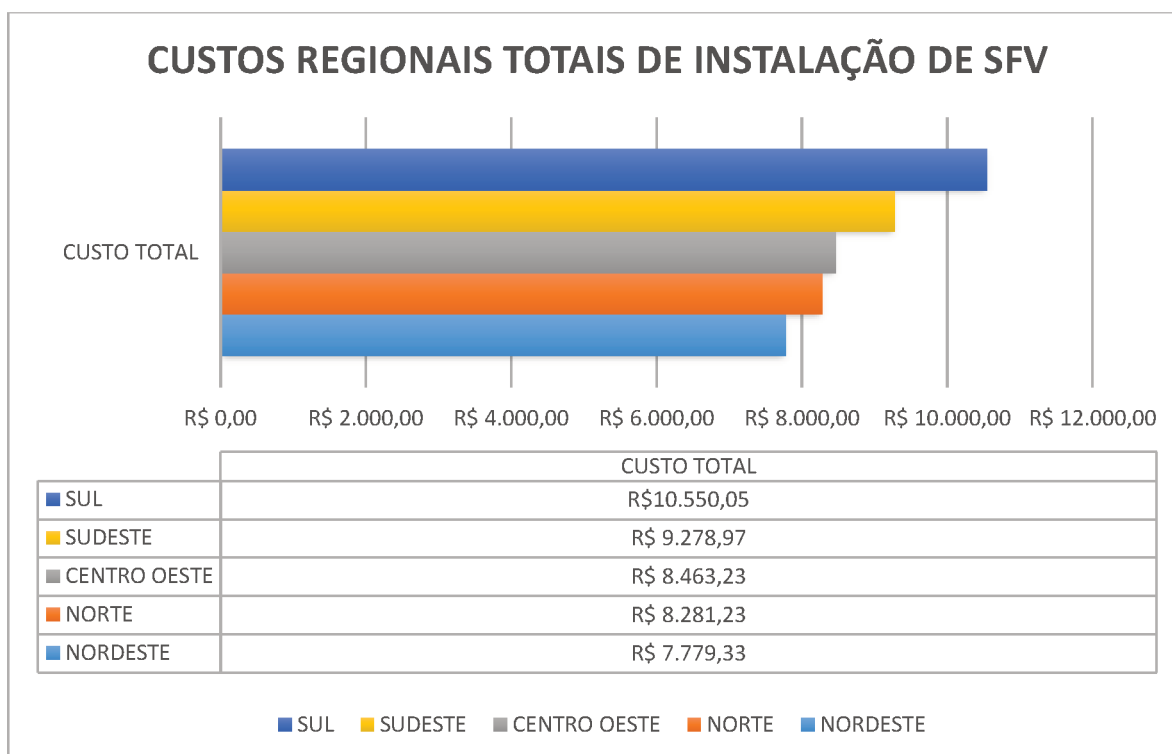


Gráfico 17 - Insolação e Potência por Região
 Fonte: (fabricante não autorizou a divulgação da fonte). Elaborado pelo autor



*Gráfico 18 - Custos Regionais Totais de Instalação de SFV
Fonte: (fabricante não autorizou a divulgação da fonte). Elaborado pelo autor*

4.1.4 UHE BELO MONTE vs SFV DISSEMINADO

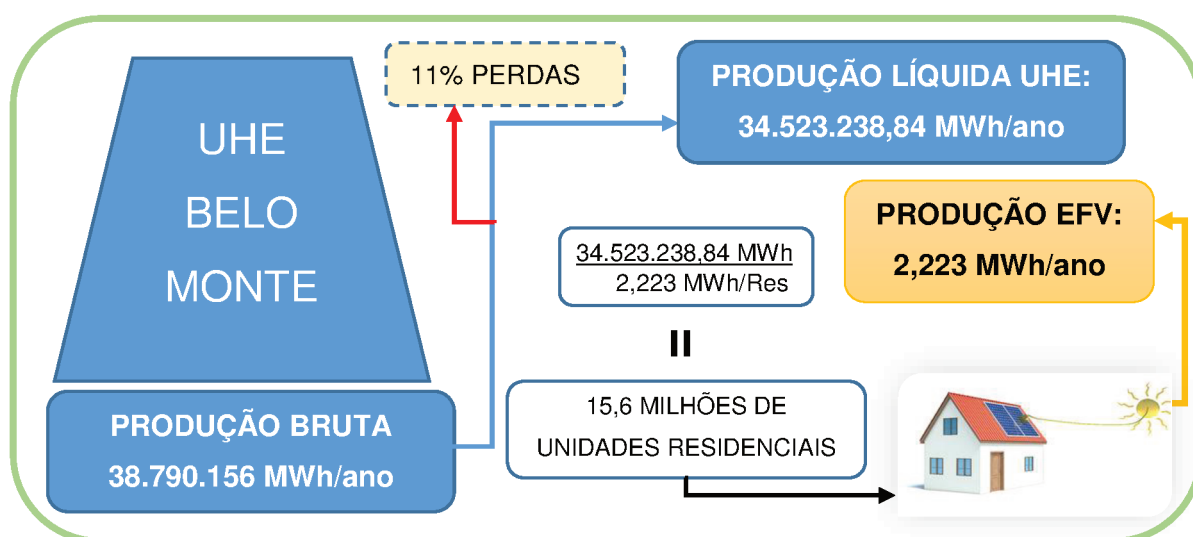
Em comparação direta, pode-se avaliar qual sistema consome mais investimento e/ou qual será mais eficiente. Para se chegar em um resultado comparativo, serão necessárias algumas considerações. Como possuímos o custo de construção da UHE de Belo Monte e de instalação de EFV de uma residência média, para compatibilizarmos estes valores, será necessário encontrar o número de residências que serão capazes de produzir a energia da UHE de Belo Monte. Face à grande discrepância entre as capacidades produtivas das tecnologias em estudo, é pertinente considerar que o número de residências seja expressivo, de modo a que a confrontação entre estas tecnologias seja compatível.

De acordo com Andrade et al. (2010), o cenário residencial de baixa renda projetado para os próximos 25 anos corresponde a um crescimento de 54%, com previsão de chegar a 46 milhões de moradias. Suas ponderações estão fundamentadas nos dados do Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030 - EPE,

2007) e corroborados pelo documento Demanda de Energia 2050 (EPE, 2014) componente da PNE 2050, que detalha:

Analisando a situação habitacional, o elevado déficit de unidades residenciais mostra um considerável espaço de crescimento a ser ocupado pelo setor de construção civil no Brasil. Além disso, dada a transição demográfica em curso, existe uma tendência de crescimento do número de famílias num ritmo maior que a expansão demográfica. Dessa forma, espera-se que a oferta de novas residências reduza a proporção de moradias precárias, os índices de coabitação, além de atender às novas necessidades. (EPE, 2014)

Com estas informações podemos realizar a equalização das produções energéticas das tecnologias em tela, como se vê na figura 18:



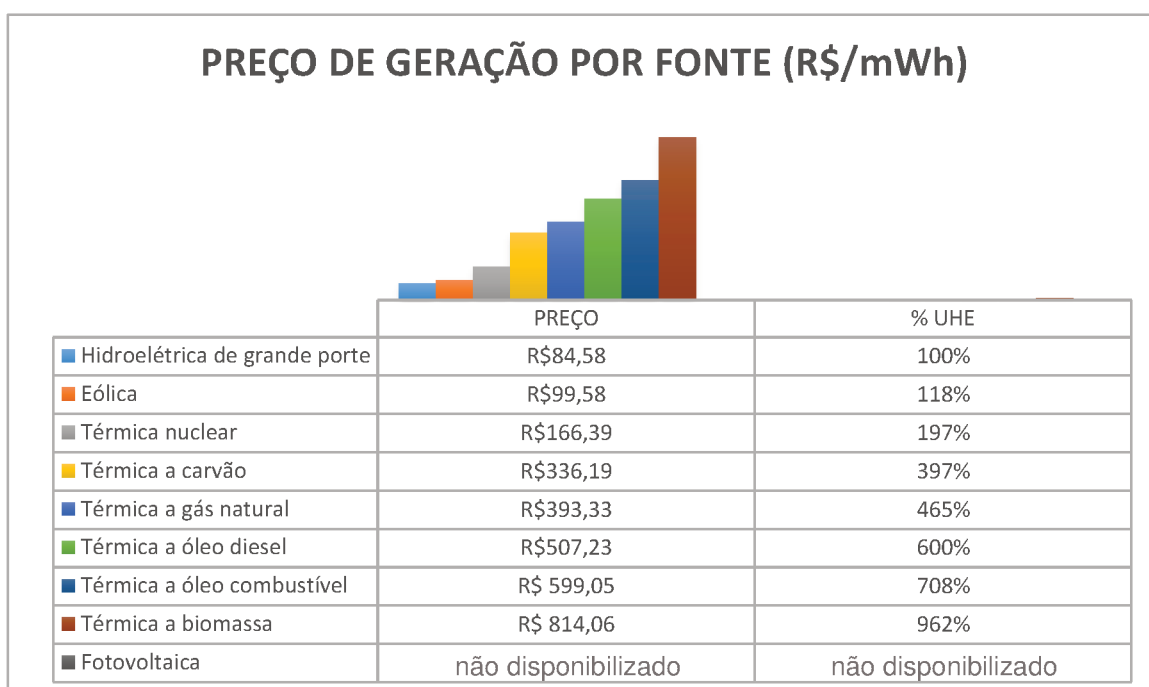
*Figura 18 - Residências com EFV Necessárias para Suprir UHE Belo Monte.
Elaborado pelo autor*

Portanto, são necessárias 15 milhões, quinhentos e trinta mil e vinte duas residências com instalações fotovoltaicas para gerar a mesma quantidade de energia que a usina hidrelétrica de Belo Monte produz. Diante deste número, como as projeções da construção civil (ANDRADE et al., 2010) apontam a construção de aproximadamente 46 milhões de residências, há a possibilidade de expansão da oferta de energia em cerca de três UHEs como a de Belo Monte, apenas com instalações de geradoras de energia fotovoltaica. Entretanto, é preciso averiguar se o alto custo de instalação de SFV em tantas residências poderia inviabilizar o projeto. Considerando-se que, com base no gráfico 18, a média do custo nacional de

instalação de um SFV para residência média é de R\$8.871,00, o investimento total seria:

15.530.022 residências x R\$8.871 = R\$137,8 bilhões

Portanto, para que seja possível produzir energia solar suficiente para suprir o que uma hidrelétrica como a de Belo Monte produz, serão necessários investimentos na ordem de cento e trinta e oito bilhões de reais. Até o presente momento, a UHE de Belo Monte já consumiu cerca de R\$31 bilhões. Assim sendo, será necessário investir valor de aproximadamente 450% do valor de uma Belo Monte. Entretanto, apesar de esses números conduzirem à uma conclusão de que não vale a pena investir tanto dinheiro no sistema fotovoltaico, é preciso ponderar sobre algumas decisões realizadas pelo governo federal, conforme ilustra uma pesquisa do Senado elaborada por Tancredi e Abbud (2013). Vale ressaltar que atualmente, conforme verificado no gráfico 1 do item 2.1 desta dissertação, aproximadamente 30% da geração de energia é suprida por usinas termoeletricas que geram muita poluição.



*Gráfico 19 - Preço de Geração por Fonte (R\$/MWh)
Fonte: Tancredi e Abbud (2013) - Elaborado pelo autor*

É importante comparar esse tipo de geração em função da variação de custo, que é extrema, em relação ao custo da energia hidráulica, se considerarmos o tão expressivo percentual que esse tipo de energia representa na matriz energética brasileira. Assim sendo, de acordo com Tancredi e Abbud (2013) e conforme o gráfico 19, é possível observar que os preços por MWh (R\$/MWh) entre as fontes térmicas e a fonte hidráulica possuem grandes diferenças.

Indo adiante, no gráfico 20, temos a composição produtiva nacional entre as fontes termoelétricas que juntas, compõe 33% da geração no Brasil:

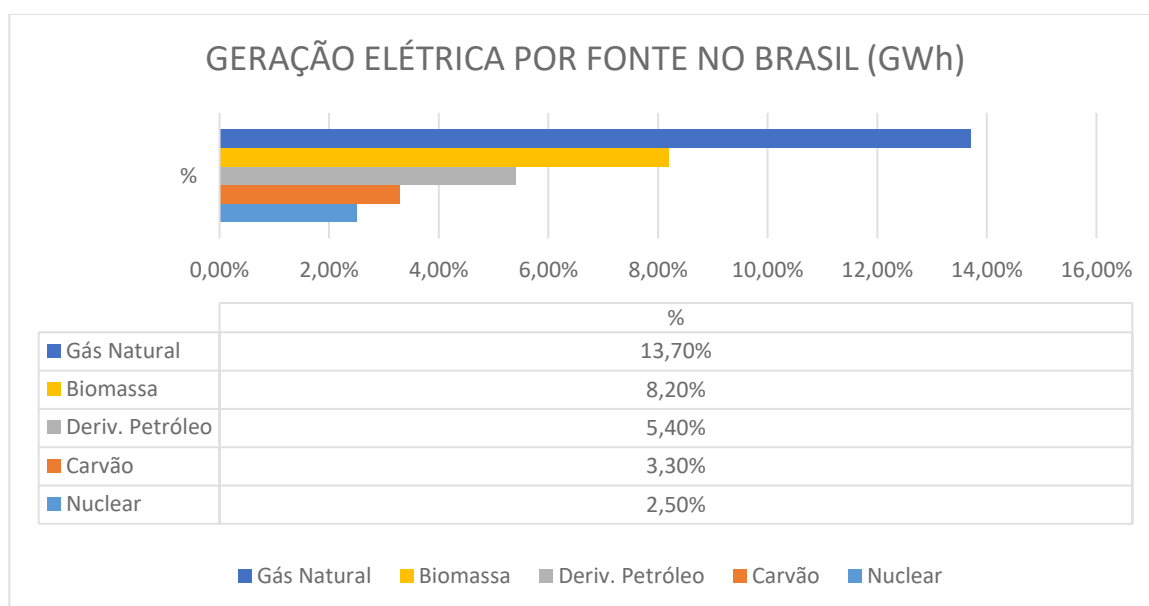


Gráfico 20 - Geração Elétrica por Fonte no Brasil
 Fonte: Balanço Energético Nacional - (EPE 2016) - Elaborado pelo autor.

Portanto, com base nos gráficos 19 e 20, é possível inferir que o custo da energia elétrica brasileira está sofrendo grandes distorções por conta da decisão de se investir em geradoras termoelétricas e a conta dessa decisão está sendo repassada para a população. Se considerarmos apenas a geração por Gás Natural, ela custa 465% mais caro que a energia hidráulica e ela representa 13,7% da energia gerada na matriz energética brasileira garantindo um primeiro lugar no ranking produtivo nacional. Em segundo lugar desse ranking encontramos a energia gerada pela queima de biomassa, com 8,2% do total e custando abissais 962% do preço de produção de uma UHE Belo Monte, que vende sua energia a meros R\$84,58/MWh.

Os outros insumos para geração térmica possuem valores menores que a biomassa, mas, ainda assim, são valores espantosos, variando entre 700% e 400% do preço da energia hidráulica. A pergunta elaborada por Tancredi e Abbud (2013) em sua pesquisa financiada pelo Senado Federal faz muito sentido: “*Por que o Brasil está trocando as hidrelétricas e seus reservatórios por energia mais cara e poluente?*”

Entretanto, isso não significa que a energia térmica é uma grande vilã. Segundo LAMAS e GIACAGLIA (2013), há grande potencial de investimento no uso de biomassa e gás natural no setor agrícola. Ainda assim, cabem algumas considerações relativas ao uso de energia fotovoltaica, como por exemplo, o seu custo. A energia FV não é gerada de forma totalmente gratuita. Para que um SFV possa atuar, com eficiência, e com baixo custo de instalação, é preciso que este sistema esteja interligado à rede de distribuição. À vista disso, como a distribuidora precisa manter um relógio e o fornecimento constante de energia durante os períodos de sombra e, além disso, distribuir a energia excedente gerada durante os períodos de insolação, precisa existir uma cobrança chamada Taxa ou Custo de Disponibilidade. Essa cobrança se dará, de acordo com a Resolução Normativa nº 414 (ANEEL, 2017), da seguinte forma (tabela 10):

Tabela 10 - Resolução Normativa 414 - ANEEL - Artigo 98

Art. 98.

O custo de disponibilidade do sistema elétrico, aplicável ao faturamento mensal de consumidor responsável por unidade consumidora do grupo B, é o valor em moeda corrente equivalente a:

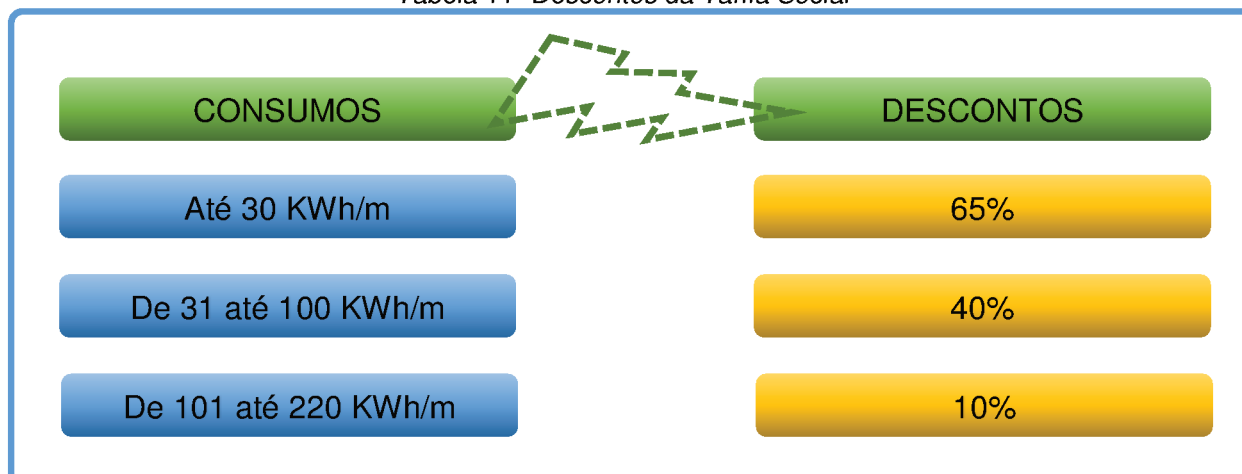
- I 30 KWh, se monofásico ou bifásico a 2 (dois) condutores;
- II 50 KWh, se bifásico a 3 (três) condutores; ou
- III 100 KWh, se trifásico.

Fonte - ANEEL, 2017

Outro ponto importante se trata do parágrafo segundo desse artigo, que informa que:

Para as unidades consumidoras classificadas nas Subclasses Residencial Baixa Renda devem ser aplicados os descontos no custo de disponibilidade, referentes ao consumo de energia elétrica definidos nesta resolução. (ANEEL, 2017).

Tabela 11- Descontos da Tarifa Social



Fonte - Brasil, (2010). Elaborado pelo autor.

Com base nessa informação, foi, então, necessário observar a Lei 12.212 (BRASIL, 2010), que trata da Tarifa Social, em seu primeiro artigo, para averiguar os descontos para as classes de consumo, conforme a tabela 11. Portanto, podemos considerar que o custo ou preço da energia fotovoltaica, desconsiderados os custos de aquisição, instalação e manutenção desse sistema, terá a composição da tabela 11, baseada nos preços praticados pelas distribuidoras. Como exemplo podemos usar a tarifa praticada pelas AES São Paulo, nas simulações das tabelas 13 e 14, com base nos dados oriundos da tabela 12:

Tabela 12 - Tarifas de Energia - AES Eletropaulo

| TARIFAS PARA O FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.214 DE 28/03/2017 DA ANEEL - VÁLIDAS A PARTIR DE 01/04/2017. | | |
|--|---|--------------------------------|
| Tarifas aplicadas a clientes em Alta e Média Tensão de fornecimento - Grupo A de acordo com o Sistema de Bandeiras Tarifárias com as premissas da REN ANEEL nº 626 de 30 de setembro de 2014 | | |
| Tarifas Aplicadas a clientes atendidos em Baixa Tensão (Grupo B) | | |
| MODALIDADE TARIFÁRIA CONVENCIONAL | | |
| SUBGRUPO / CLASSE / SUBCLASSE (R\$/KWh) | Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) (R\$/KWh) | Tarifa de Energia TE (R\$/KWh) |
| B1 - RESIDENCIAL | 0,18041 | 0,16832 |
| B1 - RESIDENCIAL - BAIXA RENDA | | |
| Consumo mensal até 30KWh | 0,04640 | 0,05891 |
| Consumo mensal entre 31 e 100KWh | 0,07954 | 0,10099 |
| Consumo mensal entre 101 e 220KWh | 0,11930 | 0,15149 |
| Consumo mensal superior a 220KWh | 0,13256 | 0,16832 |

Fonte: AES Eletropaulo (2017)

Tabela 14 - Simulação de Consumo Residencial - Normal

| CONSUMO RESIDENCIAL - NORMAL | FATURA (Bandeira Vermelha) |
|------------------------------|----------------------------|
| 50 KWh/mês | R\$20,84 |
| 100 KWh/mês | R\$47,75 |
| 200 KWh/mês | R\$95,50 |

Fonte AES (2017) - Elaborado pelo autor.

Tabela 13 - Simulação de Consumo Residencial - Baixa Renda

| CONSUMO RESIDENCIAL - BAIXA RENDA | FATURA (Bandeira Vermelha) |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 50 KWh/m | R\$7,78 |
| 100 KWh/m | R\$21,67 |
| 200 KWh/m | R\$58,87 |

Fonte AES (2017) - Elaborado pelo autor.

A partir do momento em que temos uma fatura mínima, com base no custo de disponibilidade de uma residência com tarifamento normal, será possível calcular a diferença de valor que a residência passará a economizar mensalmente com a energia fotovoltaica.

Assim sendo, pode-se considerar uma residência de classe normal, que precise consumir 200 KWh/mês, conforme exemplo da figura 19:



Figura 19 - Exemplo de economia com o uso do SFV conectado à rede.
Elaborado pelo autor.

O quanto essa economia de setenta e quatro reais e sessenta e seis centavos representa, sendo explorada em mais de quinze e meio milhões residências?

Essa é uma conta bem simples:

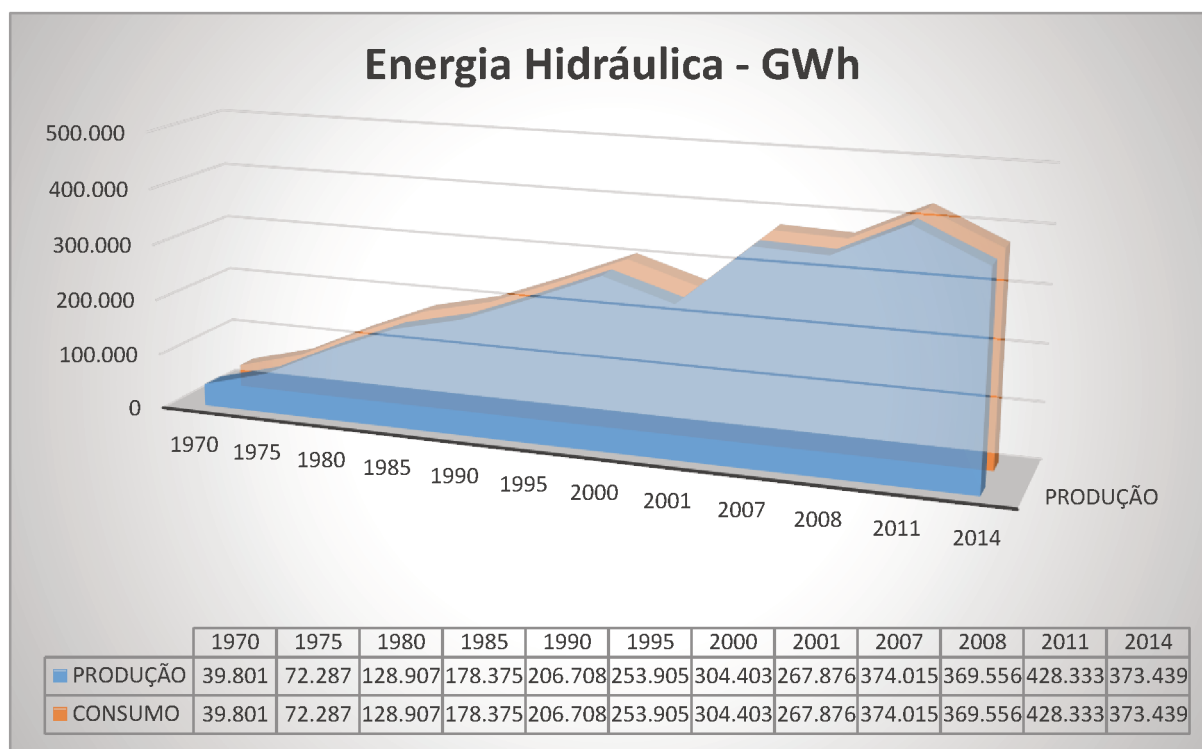
$$15.530.022 \times R\$74,66 = R\$ 1.159.471.442,52$$

Representa uma economia de 1,15 Bilhões de Reais mensais.

4.2 PARÂMETRO SOCIAL

A energia elétrica é, conforme Goldemberg (1998) afirma, um componente indissociável da evolução dos indicadores sociais, educativos e produtivos de uma nação em pleno desenvolvimento. Quando sua oferta é consumida em sua totalidade, conforme ilustrado no gráfico 21, é impreterível ponderar que o desenvolvimento social máximo admissível tenha sido comprometido, na proporção da ausência de

produção extra ou, ainda, na perda de produtividade por deficiências da geração ou transmissão.



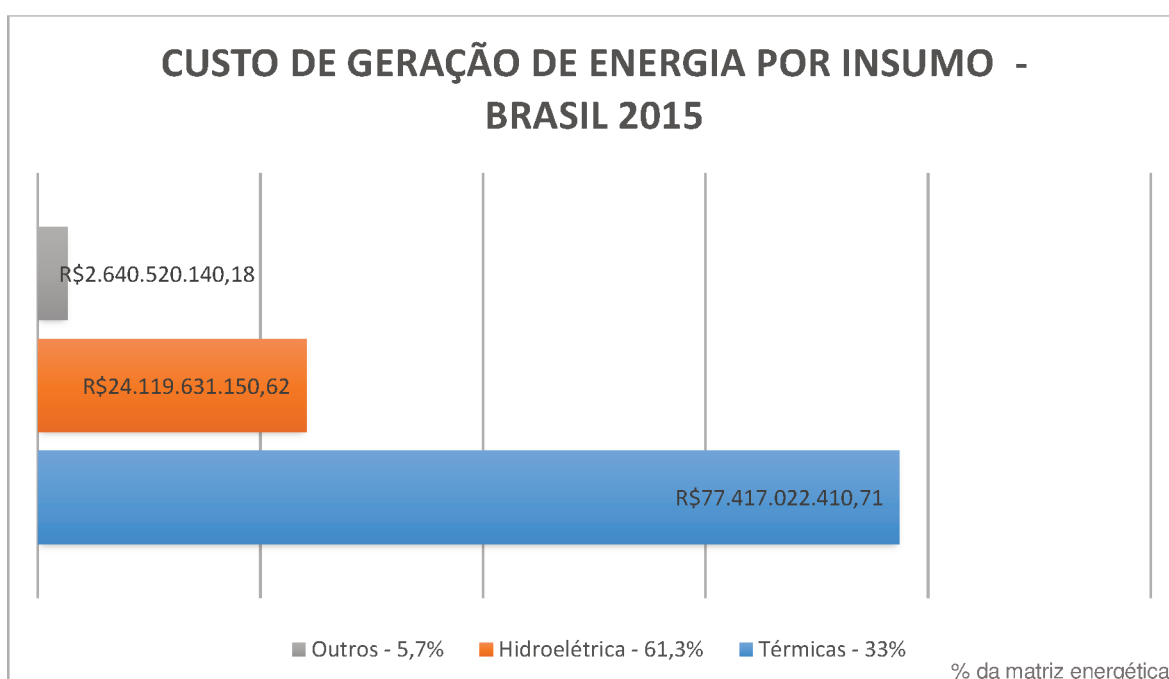
*Gráfico 21 - Produção vs Consumo - Energia Hidráulica
Fonte: Balanço Energético Nacional - (EPE 2016) - Elaborado pelo autor.*

4.2.1 A TARIFA SOCIAL E SUA POSSÍVEL PERDA DE EFEITO

Mesmo que a tarifa social (BRASIL, 2010) desempenhe efeitos profícuos nas classes menos favorecidas, é preciso manter um olhar rigoroso sobre os aspectos que possam interferir e/ou reduzir as oportunidades de desenvolvimento social de uma nação. Também é possível observar, no gráfico 21, que, a partir da década de 2000, a produção de energia brasileira não cresceu de forma consistente e, como tudo o que foi produzido foi consumido, e ainda fora necessária a ampliação da oferta através da produção por termelétricas, é muito provável que a produção tenha se dado aquém do necessário. Conforme ilustração do item 3.2 deste trabalho, o encarecimento da energia e a imposição de restrições ao consumo humano de água, apesar de serem fatores que conspiram contra o desenvolvimento social, são aspectos contumazes no diário brasileiro. E ambos são consequências, respectivamente, da opção pelo uso de

sistemas de geração de energia termelétrica e da regulação das águas nas reservas hidráulicas para fins de geração.

Os dados (EPE, 2016) mais recentes sobre o consumo brasileiro total de energia informam que, no ano de 2015, foram consumidos quatrocentos e sessenta e cinco mil e duzentos e três GWh e, conforme observado no item 4.1.4 desta pesquisa, as termelétricas representam cerca de 33% do consumo nacional distribuídos conforme o gráfico 19. Com base nestas informações obteve-se o gráfico 22.



*Gráfico 22 - Custo de Geração de Energia por Insumo
Fonte: Tancredi e Abbud (2013) - Elaborado pelo autor*

O gráfico 22 faz uma comparação dos gastos com energia e apresenta o peso financeiro das tecnologias nas quais a matriz elétrica nacional está fundamentada. Em termos de representatividade, a energia termelétrica assume cerca de 33% da geração nacional. Porém, após análise do gráfico, observa-se que, em termos financeiros, ela três vezes mais caro que a energia hidráulica que, por sua vez, produz o dobro da energia sustentando cerca de sessenta por cento da matriz energética em estudo. Com um cenário como esse, pode-se inferir que a fatura de energia paga pelo brasileiro possui distorções, conforme apresenta-se na figura 20.

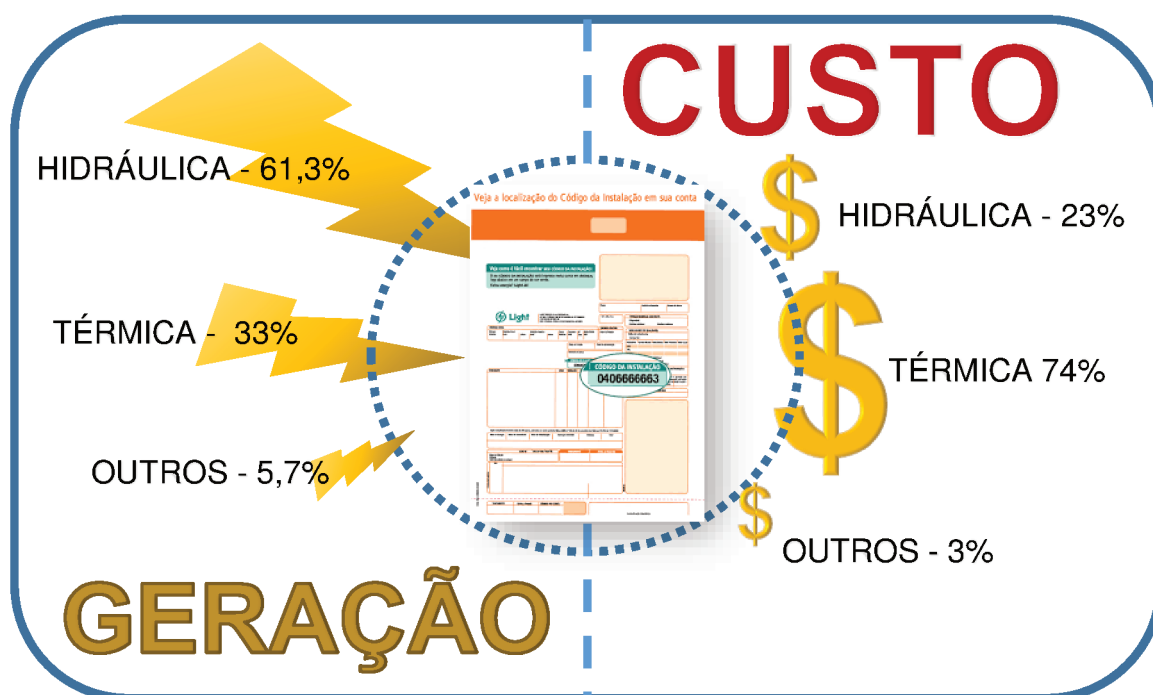


Figura 20 - Distorções da conta de luz brasileira
Elaborado pelo autor

De acordo com a figura 20 e, de uma forma bastante simplificada, o brasileiro paga setenta e quatro por cento da fatura para remunerar trinta e três por cento da energia térmica gerada, e paga mais vinte e três por cento da fatura para remunerar sessenta e um por cento da hidráulica, e paga também três por cento da fatura para remunerar pouco menos de seis por cento da geração por outras fontes de energia. Em um cenário desses, é inegável que a conta de energia elétrica brasileira pode ser diferente, se a energia térmica for eliminada da fatura. Portanto, o incremento do dispêndio devido ao uso de fontes termelétricas pressiona o desenvolvimento social brasileiro, de forma negativa, por meio do decréscimo da renda do trabalhador, com fins de custear deficiências resultantes de decisões públicas, de curto prazo, equivocadas.

4.2.2 CIDADES OPERÁRIAS ISOLADAS

Conforme relatado no item 2.2 deste trabalho, as usinas hidrelétricas de grande porte deixam para trás cidades de milhares de operários que ali trabalharam por anos, mas que, por conta do fim das atividades laborais, tornam-se desempregados e embarçados em circunstâncias de risco. Os problemas sociais têm início nos erros de julgamento do planejamento da obra que muitas vezes desconsideram, conforme

relatam Junk e Mello (1990), dentre outros fatores, a translocação de populações, a incapacidade de readaptação dos operários, a criminalidade, os riscos de doenças tropicais e de ataques de animais.

4.2.3 SILVÍCOLAS

Outro problema resultante da construção de UHEs, nas regiões mais extremas do país, são os estorvos causados às tribos e comunidades indígenas que, mesmo sendo protegidos pela Lei nº 6.001 (BRASIL, 1973), em seu artigo segundo, inciso nove, são obrigados a abrir mão de áreas de reservas florestais. Sob essa circunstância, os índios são obrigados a sofrer deslocamentos que prejudicam a segurança material e psicológica de seus membros, com problemas sociais gerados a partir de readaptação forçada e da perda de identidade sociocultural, durante o processo.

4.3 PARÂMETRO AMBIENTAL

Neste capítulo é imprescindível que seja lançada uma luz sobre os impactos ambientais que as geradoras termelétricas causam. De acordo com o que Inatomi et al. (2005) afirma, termelétricas são sistemas que, sendo instaladas próximas a fontes ou cursos de água, podem interferir junto à fauna e flora desses ecossistemas por meio do incremento da temperatura da água, a julgar pelo fato de que o sistema gerador aquece a água para gerar vapor e criar potencial elétrico. Isso acontece pelo fato de que o vapor, quando termina seu trabalho sobre a turbina, é reconduzido ao seu local primário, levando consigo o calor do processo. Outrossim, ainda segundo Inatomi et al. (2005):

A utilização maciça desses recursos, além de provocar o esgotamento dessas fontes energéticas, é a maior responsável pela emissão de gases tóxicos e poluentes, que alteram o clima mundial, acidificam águas e causam danos à saúde (INATOMI et al., 2005).

Tancredi e Abbud (2013) mencionam, em sua pesquisa, que as usinas hidrelétricas vêm sendo alvo de constantes ataques em função dos diversos problemas gerados como a degradação do meio ambiente, entre outros problemas.

Em sua pesquisa há destaque para o fato de que as últimas usinas construídas vêm acompanhando um perfil de projeto consonante com o represamento a fio d'água. Trata-se de um tipo de projeto que possui como característica a capacidade produtiva minorada objetivando-se a eliminação do represamento ou abraçando uma menor área de alagamento, com um menor estoque de água.

A UHE de Belo Monte é uma representante desse tipo de sistema. E mesmo tendo seguido essa linha de projeto, conforme David (2013) expõe, na usina de Belo Monte permaneceram os conflitos sociais e ambientais, independentemente da redução da capacidade de produção em até quarenta por cento da capacidade total do projeto inicial.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A necessidade fulcral de se viabilizar o desenvolvimento de um país não pode ser justificativa para que sejam aceitas consequências ou repercussões que, mesmo no longo prazo, interfiram no próprio desenvolvimento desse país. Decisões políticas e estratégicas não podem passar ao largo de um olhar crítico da ciência, olhar esse que tenha como função, antecipar possíveis perturbações econômicas, sociais e ambientais. Durante a pesquisa foram encontrados diversos problemas que se situam exatamente dentro desse contexto. Quando Tancredi e Abbud (2013) denunciam as distorções do uso indiscriminado de energia termoelétrica, fica evidente que a conta é paga pela sociedade, gerando prejuízos financeiros e, além disso, percebe-se que esta distorção prejudica os três parâmetros que embasam o norte desta pesquisa, o Parâmetro Econômico, Social e Ambiental, considerando-se o grande dispêndio de dinheiro, a concentração de renda que as usinas termoelétricas geram e o fato de que esse tipo de geração é extremamente poluente.

Entretanto, a necessidade de aumentar a produção de energia persiste. Não apenas pelos dados verificados no gráfico 15 (pág. 78), que trata da porcentagem de aumento anual da demanda de energia brasileira, onde observa-se o consistente aumento de um por cento ao ano, independentemente da região, mas, também, pelo aumento natural do número de residências verificado por Andrade et al. (2010), e fundamentado pelo documento Demanda de Energia 2050 (EPE, 2014). Portanto, ainda serão necessários muitos investimentos em geração de energia. Considerando

o atual leque de possibilidades, dentre elas, a energia nuclear, é preciso ter cuidado extra em relação à essa tecnologia, já que mesmo com tantos cuidados dispensados, o Japão sofreu, e ainda sofre as consequências de um desastre nuclear. O maior problema consiste na geração e no armazenamento do lixo atômico, que consome grandes cuidados em seu armazenamento, que deverá ser permanente, gerando, permanentemente, custos indispensáveis à sua manutenção e segurança. Seguindo para outra opção, os sistemas de geração eólica possuem suas qualidades, no entanto, conforme verificado no item 2.3 desta pesquisa, existem grandes problemas na entrega dessa energia, pois ela depende da construção de sistemas de transmissão.

Alguns destes sistemas foram embargados por suspeitas de desvio de dinheiro, gerando grandes prejuízos aos consumidores, já que essa energia gerada e não consumida está sendo paga, conforme definido pelos contratos de construção das usinas eólicas. Além disso, estes sistemas participam dos problemas de perdas técnicas e não técnicas, onde até onze por cento dessa energia é desperdiçada por diversos fatores, e também dos custos e encargos concernentes a qualquer energia comercializada no Sistema Interligado e, inclusive, da mudança de bandeiras de cobrança, que impõe mais custos ao consumidor. Todos estes custos impactam negativamente sobre o desenvolvimento social, conforme Goldemberg (1999) alerta.

Outro problema consiste nos impactos ambientais causados pela construção de centenas de quilômetros de linhas de transmissão, que obrigam a construção de estradas e pontos de apoio para a sua manutenção. Finalmente, considerando-se as usinas hidrelétricas como uma possível solução, entra-se na questão do tempo e energia gastos na aprovação e implementação destes tipos de sistemas. A usina de Belo Monte gastou mais de trinta anos para chegar ao fim, gerando grandes custos de estudos de viabilidade, pesquisa "in loco", projetos, estudos de impactos ambientais e licenciamento, de planejamento, e grande dispêndio financeiro. Ela também foi responsável, conforme observado ao longo desta pesquisa, pela geração de grandes problemas econômicos, sociais e ambientais e, mesmo assim, não é capaz de entregar a energia projetada inicialmente, por conta das alterações do projeto inicial para um sistema de geração a fio d'água.

É importante ressaltar o resultado teórico, descrito no item 4.1.4 deste trabalho, da economia mensal possível de ser gerada (1,15 bilhões de Reais) a partir da

aplicação de sistemas fotovoltaicos em pouco mais de quinze e meio milhões de residências, em relação ao custo sem a geração fotovoltaica. Partindo desse número, pode-se inferir que o resultado é perfeitamente compatível com o custo de instalação de SFV (137,8 bilhões de Reais) sobre mais de quinze e meio milhões de residências e disponibilizando a energia de uma usina hidrelétrica como a de Belo Monte em poucos anos e de forma gradual, sem impactos econômicos, sociais e ambientais. Essa economia, de pouco mais de setenta e quatro reais, é obtida em apenas um mês. Portanto, é possível planejar a restituição deste valor aos cofres públicos, por meio de uma cobrança mensal, dentro da fatura, somada à taxa de disponibilidade. Tais valores podem, em casos especiais, ainda, serem divididos em poucas parcelas, de acordo com as necessidades dos beneficiários, podendo-se aplicar uma taxa de juros baseada na SELIC e atualizar os valores pela inflação. Entretanto, por ser tratar de um programa de benefícios, será considerado que não haverá taxa de retorno sobre o investimento. Baseado neste cenário, é possível apresentar a comparação entre a UHE de Belo Monte e um Sistema de Geração Fotovoltaico Disseminado:

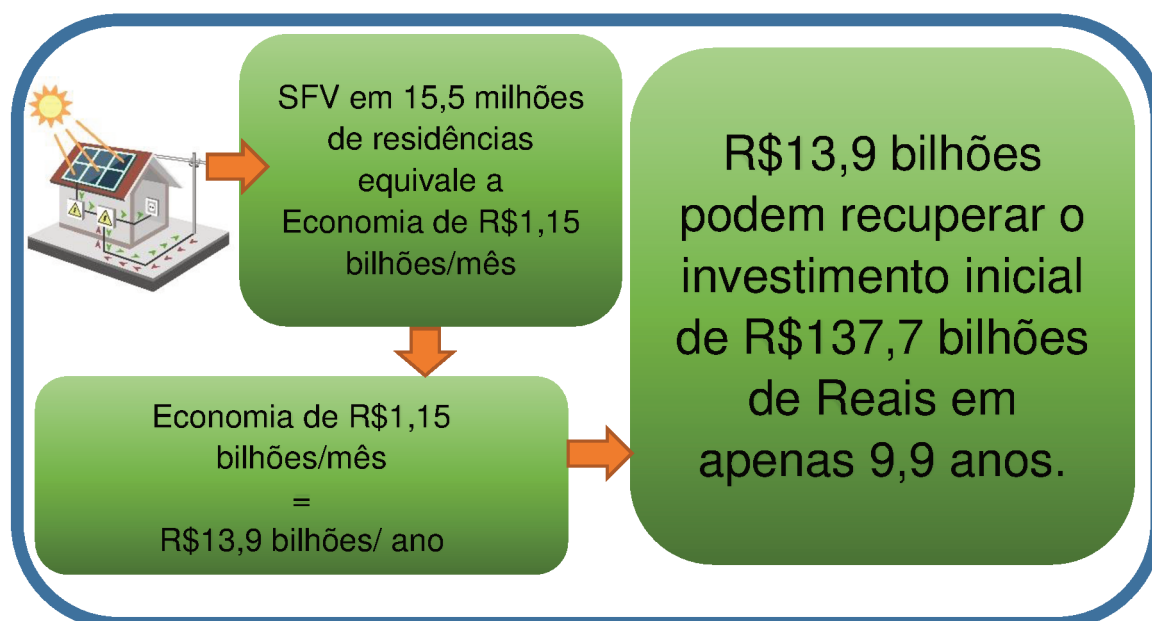


Figura 21 - Resultado SFV versus UHE Belo Monte.
Elaborado pelo autor.

Conforme a figura 21 demonstra, **é possível, no prazo de dez anos, recuperar o investimento em sistemas fotovoltaicos que produzam o que uma UHE de Belo Monte produz.**

6 CONCLUSÃO

Com base nas considerações e resultados obtidos nesta pesquisa, resta claro que o investimento disseminado em sistemas de geração de energia fotovoltaica, associado a empreendimentos sociais como o Programa Minha Casa Minha Vida, **mas não necessariamente restrito a eles**, é perfeitamente viável nas esferas econômica, social e ambiental.

Também é possível observar que o investimento simultâneo neste sistema de geração, em todas as regiões do Brasil, poderá **gerar uma grande distribuição de renda**, por meio da criação de milhares de empregos diretamente relacionados à sua instalação e posterior manutenção.

Além disso, os consumidores beneficiados terão o **aumento da capacidade real do seu poder compra**, imediatamente após terminarem de restituir os valores referentes à instalação dos sistemas fotovoltaicos, na forma e valor da economia gerada pelo SFV. Isso representa, ao final do processo de instalação das unidades fotovoltaicas no Programa Minha Casa Minha Vida já entregues, **uma economia anual de quase quatorze bilhões de Reais que, após a restituição aos cofres públicos, serão lançados na economia.**

Finalmente, como último resultado, a combinação de investimentos na geração de energia solar, concomitantemente à construção de novas residências, fará **reduzir a crescente demanda por sistemas de transmissão** e, também, a **redução da própria demanda de energia**, que será atendida no instante da entrega das chaves de residências equipadas com sistemas fotovoltaicos.

SUGESTÃO PARA TRABALHO FUTURO

A presente pesquisa tratou de diversas tecnologias de geração, dentre elas a energia hidráulica, um sistema que, apesar de ser renovável, apresenta muitos desafios. Entretanto, é importante ressaltar que o valor dessa tecnologia para o Brasil é imenso, haja vista o quanto ela representa, em termos de geração, em sua matriz energética. Com base nessas considerações e, observando as diversas potencialidades e sugestões possíveis, uma proposta para estudo futuro pôde ser elencada.

Trata-se de uma pesquisa sobre a conjugação de dois sistemas de geração de energia, a usina hidrelétrica e a usina fotovoltaica, sendo que uma delas trata a outra como uma bateria para acúmulo de energia potencial. Uma usina hidrelétrica implica em grandes extensões de área alagada e uma parte da sugestão de pesquisa considera analisar o uso de parte dessa área como base para a instalação de uma usina de energia fotovoltaica flutuante. A energia gerada por este sistema será responsável por bombear mecanicamente a água acumulada em uma bacia separada para este fim, posterior às turbinas, de volta à represa, devolvendo a água já utilizada na geração, possibilitando-se assim a sua reutilização e, obtendo com isso, a manutenção do estoque de energia e o conseqüente aumento da capacidade de geração, sem que, para isso, ocorra o risco de redução das reservas hidráulicas. A segunda parte da sugestão trata de analisar a possibilidade de geração complementar de energia, a partir deste mesmo sistema que, nos períodos de seca, poderá ajudar a reduzir os riscos de déficit por meio do aumento da capacidade de geração da usina.

REFERÊNCIAS

ABRADEE. **Tarifas de Energia**. [Internet] Agência Canal Energia, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/tarifas-de-energia>>. Acesso em: 02 setembro 2016.

ABREU, A. A. **COMUNICAÇÃO PARTICULAR**. 2016

ADRADA, T.; Mancebo, J.A.; Martineza, C. **Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Organização Das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial – ONU DI Observatório de Energias Renováveis para a América Latina e Caribe. Apostila do módulo teórico, Veduca, 2013.

AES. **Calcule sua conta**. Disponível em: <<https://www.aeseletropaulo.com.br/educacao-legislacao/seguranca/simuladores/conteudo/calcul-sua-conta>> Acesso em: 25 abril 2017.

AES. **Tarifa de energia elétrica**. Disponível em: <<https://www.aeseletropaulo.com.br/para-sua-casa/prazos-e-tarifas/conteudo/tarifa-de-energia-eletrica>> Acesso em: 25 abril 2017.

Alonso, M.C.; García, F.S.; Silva, J.P. (2013). **Energia Solar Fotovoltaica**. Organização Das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial – ONU DI Observatório de Energias Renováveis para a América Latina e Caribe. Apostila do módulo teórico, Veduca, 2013.

ANDRADE, F.; ASSIS, E.; PINHEIRO, R. **Consumo de energia em edificações de baixa renda no Brasil**. XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 2010.

ANEEL. **Novas regras para geração distribuída entram em vigor**. Agência Nacional de Energia Elétrica. [Internet] Disponível em:

<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=9086&id_area=90 11/04/2016>. Acesso em: 30 maio 2016.

ANEEL. **ENERGIA SOLAR**. Agência Nacional de Energia Elétrica. [Internet]. Disponível em: < [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar(3).pdf)>. Acesso em: 11 maio 2017.

ANEEL. **Perdas de Energia**. ESPAÇO DO CONSUMIDOR. Agência Nacional de Energia Elétrica. [Internet] Disponível em:
<<http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=801&idPerfil=4>>. Acesso em: 30 maio 2016.

ANEEL. **Relatório de Monitoramento Conjunto da Implantação de Instalações de Geração e de Transmissão ABRIL/JUNHO de 2016**. [Internet]: Agência Nacional de Energia Elétrica – Monitora GT. Disponível em:
<<http://www.aneel.gov.br/documents/655816/14802292/MonitoraGT+Abril+Junho+2016/456071d7-59e2-4595-88f8-7b028d618aa5>>. Acesso em: 26 agosto 2016.

ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA. Nº 414, DE 09 DE SETEMBRO DE 2010, Agência Nacional de Energia Elétrica**. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em, 25 abril 2017.

ATLAS SOLARIMÉTRICO DO BRASIL. **Banco de dados solarimétricos**. Coordenador: Tiba C. et al. Recife: UFPE, 2000.

BRASIL. **Programa" Minha casa, minha vida**. Governo Federal, SL, 2009.

BRASIL, PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA. **Saiba Mais Sobre o Minha Casa Minha Vida**. [Internet] Disponível em:
<<http://www.minhacasaminhavid.gov.br/sobre-o-programa.html> >. Acesso em: 21 junho 2016.

BRASIL. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA DOS ESTADOS UNIDOS DO BRASIL**, de 16 de julho de 1934. Dispõe sobre a organização federal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao34.htm>.

Acesso em: 15 novembro 2016

BRASIL. **Decreto 24.643 DO CÓDIGO DE ÁGUAS**, de 10 de julho de 1934. Dispõe sobre o poder público de controlar e incentivar o aproveitamento industrial das águas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>.

Acesso em: 6 novembro 2016.

BRASIL. **Em sete anos, Minha Casa Minha Vida entrega mais de 1.000 casas por dia**. INFRAESTRUTURA Disponível em:

<<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/03/em-sete-anos-minha-casa-minha-vida-entrega-mais-de-1-000-casas-por-dia>> Acesso em: 25 abril 2017.

BRASIL. **Lei 12.212**, de 20 de Janeiro de 2010. Dispõe sobre a Tarifa Social de Energia Elétrica; altera as Leis nos 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.925, de 23 de julho de 2004, e 10.438, de 26 de abril de 2002; e dá outras providências.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12212.htm>. Acesso em: 25 abril 2017.

BRASIL. **Lei 6938 DA POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 6 novembro 2016.

BRASIL. **LEI Nº 6.001**. De 19 de dezembro de 1973. Regula a situação jurídica dos índios ou silvícolas e das comunidades indígenas, e dá outras providências.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 27 abril 2017.

CAMARGO J. R.; GRANDINETTI, F.J.; NOHARA, E. L. **SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: Conceitos, Inovação e Aplicações**. Taubaté – SP: Editora Universitária da Universidade de Taubaté; Editora e Livraria Cabral Universitária, 2016.

CAMPOS, Alexandre de. **Gerenciamento pelo lado da demanda: um estudo de caso. 2004**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CEF. Caixa Econômica Federal, Programas de Habitação. **Minha Casa Minha Vida – Entidades**. [Internet] Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programas_habitacao/entidades/entidades.asp>. Acesso em: 16 junho 2016.

CEF. Caixa Econômica Federal. **Feirão da Caixa**. [Internet] Disponível em: <<http://www.feiraodacaixa2016.com.br/cadastro-minha-casa-minha-vida-2013>>. Acesso em: 21 junho 2016.

CERAGIOLI, P. C. **Manual de energia solar fotovoltaica**. São José dos Campos: Siemens, 1997.

CGEE. **Energia solar fotovoltaica no Brasil: Subsídios para tomada de decisão: Série Documentos Técnicos 2** Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

COUNTRYMETERS. **População**. [Internet] Disponível em: <<http://countrymeters.info/pt/>>. Acesso em: 30 maio 2016.

DAVID, S. M. G. R. **Geração de energia elétrica no Brasil: uma visão legal-regulatória sobre riscos para o desenvolvimento da atividade e mecanismos de incentivo estabelecidos pelo poder público**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2013.

DAVID, S. M. G. R. **Geração de energia elétrica no Brasil: uma visão legal-regulatória sobre riscos para o desenvolvimento da atividade e mecanismos de incentivo estabelecidos pelo poder público**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2013.

EPE. **Anuário Estatístico de energia Elétrica 2015**. Empresa de Pesquisa Energética. [Internet] Disponível em:
<<http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx>>. Acesso em: 15 agosto 2016.

EPE. **Anuário Estatístico de energia Elétrica 2016**. Empresa de Pesquisa Energética. [Internet] Disponível em:
<<http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx>>. Acesso em: 18 abril 2017.

EPE. **Balanco Energético Nacional**. Empresa de Pesquisa Energética. [Internet] Disponível em:
<<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioSintese.aspx?anoColeta=2015&anoFimColeta=2014>>. Acesso em: 30 maio 2016.

EPE. PNE 2030 - **Plano Nacional de Energia**. Rio de Janeiro, 2007.

EPE. PNE 2050 - **Plano Nacional de Energia**. Rio de Janeiro, 2014.

EPE. **PROJETO DA USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE FATOS E DADOS Fevereiro 2011**. Empresa de Pesquisa Energética. [Internet] Disponível em:
<<http://www.epe.gov.br/leiloes/Paginas/Leil%C3%A3o%20UHE%20Belo%20Monte/EPEdisponibilizaFatosedadosPerguntasFrequentessobreBeloMonte.aspx?CategoriaID=6637>>. Acesso em: 10 Setembro 2016.

FEDRIGO, N. S.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. **Usos Finais de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro**. ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 10, p. 367-376, 2009.

FELITTI, F. **Alemanha bate recordes de produção de energia solar**. [Internet] GALILEU. Disponível em:
<<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI314126-18537,00-ALEMANHA+BATE+RECORDES+DE+PRODUCAO+DE+ENERGIA+SOLAR.htm>>. Acesso em: 06 junho 2016.

FLEURY, L. C. **Disputas cosmopolíticas e conflito ambiental na Amazônia brasileira, a partir da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte**. IV REUNIÃO DE ANTROPOLOGIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, v.1 n.1, 2014, Campinas. Anais.

FOLHA DE SÃO PAULO. **A Batalha de Belo Monte**. [Internet] Jornal Folha de São Paulo Disponível em: <<http://arte.folha.uol.com.br/especiais/2013/12/16/belo-monte/?cmpid=menulate>>. Acesso em: 30 maio 2016.

FORSTER, N.; ROCKART, J. **Critical Success Factors: An Annotated Bibliography**. Working Paper no. 191. Center for Information Systems Research, Sloan School of Management. Massachusetts Institute of Technology. June 1989.

FURNAS. **Relatório de Sustentabilidade 2014**. [Internet]: Eletrobrás Furnas. Disponível em: <<http://www.furnas.com.br/frmPURelatorioSocioAmbiental.aspx>>. Acesso em: 24 maio 2016.

GOLDEMBERG, J. **Energia e desenvolvimento**. Estudos Avançados, Universidade de São Paulo, 1998.

GOMES, C. **Revolução Industrial**. [Internet]: Info Escola. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/historia/revolucao-industrial>>. Acesso em: 23 maio 2016.

GOULART A. **Nível da represa Billings preocupa comércio local.** [Internet]: Rudge Ramos Online - Universidade Metodista. Disponível em: <<http://www.metodista.br/rroonline/rrojornal/nivel-da-represa-billings-preocupa-comercio-local>>. Acesso em: 24 maio 2016.

GOVERNO DE MINAS GERAIS, FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Minha Casa, Minha Vida deu certo? Veja pontos positivos e negativos.** [Internet] Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/fjp-na-midia/3550-19-6-2016-minha-casa-minha-vida-deu-certo-veja-pontos-positivos-e-negativos>>. Acesso em: 21 junho 2016.

IBGE, **Censo Demográfico.** Disponível em< [http://www. Censo 2010. ibge. gov. br/](http://www.Censo2010.ibge.gov.br/)>. Acesso em, v. 13, n. 06, p. 2013, 2011.

IBGE. **Projeção da População do Brasil e das Unidades da Federação.** [Internet] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao>>. Acesso em: 30 maio 2016.

INATOMI, T. A. H; UDAETA, M. E. M. **Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos.** In: III Workshop Internacional Brasil-Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. 2005.

JUNK, W. J.; MELLO, J. A. S. **Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira.** Estudos avançados, v. 4, n. 8, p. 126-143, 1990.
LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. **Eficiência Energética.** São Paulo: PW Editores, 1997.

LAMAS, W. Q.; GIACAGLIA, G. E. O. **The Brazilian energy matrix: Evolution analysis and its impact on farming.** Energy policy, v. 63, p. 321-327, 2013.

LIMA, J. L. **Políticas de governo e desenvolvimento do setor de energia elétrica: do Código de Aguas à crise dos anos 80, 1934-1984.** Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, Memória da Eletricidade, 1995.

MALAGUTI, G. A. **Regulação do setor elétrico brasileiro: da formação da indústria de energia elétrica aos dias atuais.** Economia–Texto para Discussão–254. Universidade Federal Fluminense, 2009.

MIGUEL, P. A. C. et al. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução.** Revista Produção, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Programa Minha Casa Minha Vida.** [Internet] Disponível em: <http://www.sedhab.df.gov.br/mapas_sicad/conferencias/programa_minha_casa_minha_vida.pdf>. Publicação de caderno. Acesso em: 16 junho 2016.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Secretaria Nacional de Habitação.** [Internet] Disponível em: < <http://www.cidades.gov.br/habitacao-cidades>>. Acesso em: 20 junho 2016.

MME. **Energia de Belo Monte já chega às casas dos consumidores.** [Internet]: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/04/energia-de-belo-monte-ja-chega-as-casas-dos-consumidores>>. Acesso em: 24 agosto 2016.

MORESI, E. **METODOLOGIA DA PESQUISA.** PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM GESTÃO DO CONHECIMENTO E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. Universidade Católica de Brasília, 2003.

MOURA, R. L. S. da M. **Estudo do eco-bairro de Vauban, em Freiburg, Alemanha. Contributos para a definição de um modelo participativo com**

vista à disseminação de eco-bairros em Portugal. 2010. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura de Lisboa.

ONS. **Relatório Anual 2014.** [Internet]: Operador Nacional do Sistema Elétrico. Disponível em:
<http://www.ons.org.br/biblioteca_virtual/publicacoes_relatorios_anuais.aspx>. Acesso em: 24 maio 2016.

ONS. **Relatório da Administração e as Demonstrações Financeiras do exercício 2015.** [Internet]: Operador Nacional do Sistema Elétrico. Disponível em:
<http://www.ons.org.br/biblioteca_virtual/publicacoes_relatorios_anuais.aspx>. Acesso em: 24 maio 2016.

PEREIRA R. **Orçado em R\$16 bilhões, custo da usina de Belo Monte já supera os R\$30 bilhões.** [Internet] Jornal O Estadão. Disponível em:
<<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,orcado-em-r-16-bilhoes-custo-da-usina-de-belo-monte-ja-supera-os-r-30-bilhoes,153398e>>. Acesso em: 30 maio 2016.

PEREIRA, A. P. DE A. **CONSUMO RESIDENCIAL DE ENERGIA E DESENVOLVIMENTO HUMANO.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Itajubá. 2007.

PORCIONATO, G. L. **Programa Minha Casa Minha Vida: a construção social de um mercado.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências e Letras. Araraquara. 2016.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. **A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica.** Ciência & Educação (Bauru), v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

RESENDE T. **Perdas na distribuição: baixa tensão, altos prejuízos.** [Internet] Agência Canal Energia, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <
<http://www.abradee.com.br/imprensa/artigos-e-releases/1018-perdas-na-distribuicao-baixa-tensao-altos-prejuizos-reportagem-especial-canal-energia>>. Acesso em: 30 agosto 2016.

RODRIGUES, S. **Alemanha, Deutschland, Germany: um país, muitos nomes.** [Internet] Veja. Disponível em:
<<http://veja.abril.com.br/blog/sobrepalavras/consultorio/alemanha-deutschlandgermany-um-pais-muitos-nomes/>>. Acesso em: 06 junho 2016.

SALAMONI, I. T. et al. **Metodologia para cálculo de geração fotovoltaica em áreas urbanas aplicada a Florianópolis e Belo Horizonte.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, 2004.

SALAZAR, J. P. L. C. et al. **Economia de energia e redução do pico da curva de demanda para consumidores de baixa renda por agregação de energia solar térmica,** 2004.

SEM. **Falta de transmissão ainda provoca desperdício de geração eólica no NE e consumidor paga a conta.** [Internet]: GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, SECRETARIA DE MINAS E ENERGIA. Disponível em:
<<http://www.energia.sp.gov.br/2016/05/falta-de-transmissao-ainda-provoca-desperdicio-de-geracao-eolica-no-ne-e-consumidor-paga-a-conta/>>. Acesso em: 30 agosto 2016.

SIMÕES, MDLN. **Identidade Cultural e Expressões Regionais.** Ilhéus: Editus, 2006.

SOLAR, **Simulador.** Disponível em: <<http://www.americadosol.org/simulador/>>. Acesso em: 19 abril 2017.

SOLAR, **Simulador**. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/calculo-solar>>. Acesso em: 24 Abril 2017.

TANCREDI, M.; ABBUD, O. A. **Por que o Brasil está trocando as hidrelétricas e seus reservatórios por energia mais cara e poluente?** Núcleo de Estudos e Pesquisas do Senado, 2013.

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

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Termelétrica: Gás Natural, Biomassa, Carvão e Nuclear**. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

VALLÊRA, A. M.; BRITO, M. C. **Meio século de história fotovoltaica**. Gazeta da Física - Portugal, v. 29, 2006.

VARELLA, F. K. O. M.; CAVALIERO, Carla Kazue Nakao; SILVA, E. P. **Energia solar fotovoltaica no Brasil: Incentivos regulatórios**. Revista Brasileira de Energia, v. 14, n. 1, p. 9-22, 2008.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Bookman editora, 2015.

ANEXOS

ANEXO A - MONTANTES E DESPESAS DE PERDAS DE ENERGIA

Tabela 15 - Montantes e Despesas de Perdas de Energia

| Distribuidora | Mercado (Cativo + Livre) | Perdas | Mercado + Perdas | Perdas Não Técnicas | Perdas Técnicas | Perdas Rede Básica | Perdas Totais |
|------------------|--------------------------|-----------|------------------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|
| LIGHT | 29.173.047 | 8.434.377 | 37.607.424 | 1.072.616 | 366.123 | 105.518 | 1.544.256 |
| CEMIG | 43.878.282 | 5.784.087 | 49.662.370 | 248.639 | 655.890 | 79.044 | 983.573 |
| ELETROPAULO | 45.750.136 | 5.626.809 | 51.376.946 | 362.561 | 434.502 | 150.483 | 947.546 |
| CPFL PAULISTA | 31.527.638 | 3.397.700 | 34.925.338 | 123.102 | 397.129 | 100.891 | 621.121 |
| COPEL | 29.692.039 | 3.017.158 | 32.709.197 | 80.338 | 368.118 | 94.136 | 542.592 |
| CELPA | 7.965.534 | 3.032.761 | 10.998.295 | 245.366 | 157.009 | 33.506 | 435.881 |
| CELESC | 23.245.077 | 2.201.978 | 25.447.055 | 53.983 | 308.404 | 63.917 | 426.304 |
| AMPLA | 11.601.443 | 2.619.045 | 14.220.488 | 200.728 | 185.922 | 39.171 | 425.821 |
| CELPE | 13.565.275 | 2.582.516 | 16.147.791 | 155.822 | 191.060 | 42.558 | 389.440 |
| COELBA | 18.604.360 | 3.010.183 | 21.614.543 | 81.703 | 247.145 | 48.405 | 377.252 |
| CELG | 12.892.661 | 1.884.459 | 14.777.119 | 49.418 | 232.296 | 39.634 | 321.348 |
| ELEKTRO | 16.690.544 | 1.707.516 | 18.398.060 | 45.480 | 170.444 | 98.221 | 314.145 |
| BANDEIRANTE | 15.173.346 | 1.497.522 | 16.670.868 | 93.873 | 131.897 | 37.858 | 263.628 |
| EMT | 8.014.941 | 1.337.895 | 9.352.836 | 66.289 | 178.674 | 15.107 | 260.070 |
| CPFL PIRATININGA | 15.291.573 | 1.270.798 | 16.562.371 | 41.833 | 161.074 | 44.228 | 247.134 |
| CEEE | 8.794.128 | 1.265.817 | 10.059.945 | 77.078 | 119.303 | 39.745 | 236.126 |
| COELCE | 11.356.416 | 1.426.840 | 12.783.256 | 39.479 | 158.281 | 34.551 | 232.311 |
| AMAZONAS | 6.309.519 | 2.053.168 | 8.362.688 | 152.593 | 71.517 | 2.478 | 226.588 |
| ESCELSA | 10.813.781 | 1.271.222 | 12.085.003 | 59.710 | 136.699 | 20.348 | 216.757 |
| AES SUL | 9.361.540 | 1.073.084 | 10.434.623 | 42.200 | 130.566 | 38.843 | 211.609 |
| CEMAR | 5.876.233 | 1.561.370 | 7.437.603 | 88.022 | 91.724 | 19.368 | 199.113 |
| RGE | 9.875.825 | 1.130.933 | 11.006.758 | 34.004 | 132.375 | 24.677 | 191.055 |
| EMS | 5.067.218 | 965.709 | 6.032.927 | 30.247 | 119.135 | 6.891 | 156.273 |
| CEB | 6.800.941 | 853.795 | 7.654.735 | 30.958 | 91.925 | 23.320 | 146.202 |
| CEPISA | 3.224.568 | 948.303 | 4.172.871 | 49.324 | 67.888 | 12.369 | 129.580 |
| CEAL | 3.604.942 | 897.853 | 4.502.794 | 47.146 | 62.033 | 13.049 | 122.228 |
| CERON | 3.037.448 | 704.840 | 3.742.288 | 38.887 | 70.217 | 11.711 | 120.816 |
| COSERN | 5.132.993 | 731.882 | 5.864.875 | 19.975 | 74.843 | 13.621 | 108.440 |
| ENERGISA PB | 4.329.706 | 783.392 | 5.113.098 | 30.220 | 62.494 | 12.094 | 104.809 |
| CEA | 1.018.313 | 529.031 | 1.547.345 | 61.380 | 33.194 | - | 94.574 |

| Distribuidora | Mercado (Cativo + Livre) | Perdas | Mercado + Perdas | Perdas Não Técnicas | Perdas Técnicas | Perdas Rede Básica | Perdas Totais |
|--------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| ENERGISA SE | 3.461.804 | 467.623 | 3.929.427 | 14.959 | 36.399 | 7.881 | 59.239 |
| CELTINS | 2.028.015 | 356.682 | 2.384.697 | 2.149 | 45.496 | 4.320 | 51.965 |
| BOA VISTA ENERGIA | 945.489 | 115.182 | 1.060.670 | 11.263 | 20.760 | - | 32.023 |
| ENERGISA MG | 1.599.152 | 169.240 | 1.768.392 | 1.735 | 26.852 | 2.178 | 30.765 |
| CERR | 111.759 | 106.520 | 218.278 | - | 27.345 | - | 27.345 |
| ELETROACRE | 877.235 | 212.390 | 1.089.624 | 10.567 | 12.991 | 2.657 | 26.215 |
| CPFL STA CRUZ | 1.133.709 | 135.999 | 1.269.708 | 1.246 | 17.982 | 5.667 | 24.895 |
| CAIUA | 1.243.081 | 143.258 | 1.386.339 | 1.607 | 15.487 | 7.735 | 24.828 |
| EDEVP | 940.674 | 107.624 | 1.048.298 | 52 | 12.889 | 5.724 | 18.665 |
| BRAGANTINA | 1.113.295 | 86.795 | 1.200.090 | - | 10.759 | 5.485 | 16.244 |
| SANTAMARIA | 552.380 | 72.122 | 624.502 | 3.966 | 11.307 | - | 15.272 |
| ENERGISA BO | 735.745 | 80.060 | 815.806 | 3.618 | 5.127 | 2.674 | 11.418 |
| CNEE | 628.661 | 62.014 | 690.675 | 21 | 7.313 | 2.505 | 9.839 |
| CSPE | 602.150 | 67.496 | 669.646 | 321 | 6.079 | 3.053 | 9.453 |
| SULGIPE | 357.365 | 50.551 | 407.916 | 1.749 | 6.039 | - | 7.788 |
| CPEE | 342.612 | 50.574 | 393.186 | 776 | 4.356 | 2.050 | 7.181 |
| CJE | 574.127 | 43.656 | 617.783 | 372 | 2.819 | 3.393 | 6.584 |
| IENERGIA | 243.909 | 36.289 | 280.199 | 1.052 | 4.772 | 598 | 6.423 |
| MOCOCA | 236.779 | 34.656 | 271.435 | - | 3.513 | 1.391 | 4.903 |
| DME-PC | 458.822 | 28.857 | 487.679 | 322 | 3.192 | 1.168 | 4.683 |
| ENF | 371.288 | 23.251 | 394.538 | 382 | 4.280 | - | 4.662 |
| COCEL | 308.499 | 17.025 | 325.524 | - | 4.326 | - | 4.326 |
| COOPERALIANÇA | 194.191 | 18.007 | 212.198 | 208 | 3.943 | - | 4.152 |
| ELETROCAR | 181.708 | 15.313 | 197.021 | 217 | 2.685 | - | 2.902 |
| CHESP | 114.159 | 13.521 | 127.680 | - | 2.825 | - | 2.825 |
| DEMEI | 134.717 | 13.864 | 148.581 | 941 | 1.881 | - | 2.822 |
| CFLO | 300.224 | 9.637 | 309.860 | - | 2.448 | - | 2.448 |
| UHENPAL | 65.729 | 9.227 | 74.956 | 37 | 2.128 | - | 2.165 |
| HIDROPAN | 115.539 | 6.183 | 121.722 | - | 1.234 | - | 1.234 |
| EFLUL | 102.072 | 3.593 | 105.664 | - | 832 | - | 832 |
| MUXFELDT | 61.199 | 3.130 | 64.329 | 108 | 513 | - | 621 |
| FORCEL | 56.188 | 1.863 | 58.052 | - | 442 | - | 442 |
| JOACESA | 16.784 | 710 | 17.494 | - | 164 | - | 164 |
| TOTAL GERAL | 437.878.525 | 66.164.958 | 504.043.483 | 3.780.643 | 5.917.059 | 1.324.218 | 11.021.921 |

Fonte: ANEEL (2016)

ANEXO B – PERCENTUAL REGULATÓRIO DE PERDAS DE ENERGIA

Tabela 16 - Percentual Regulatório de Perdas de Energia

| Empresa | Ano | (1) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Real) | (2) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Real) | (3) Perdas sobre a energia injetada (Real) (1) + (2) | (4) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (5) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (6) Perdas sobre a energia injetada (Regulatório) (5) + (6) |
|-------------|------|--|---|--|---|---|--|
| AES SUL | 2010 | 1,10% | 9,14% | 10,24% | 2,81% | 7,09% | 9,90% |
| AES SUL | 2011 | 1,13% | 8,81% | 9,94% | 2,54% | 7,09% | 9,63% |
| AES SUL | 2012 | 1,22% | 8,37% | 9,59% | 2,32% | 7,09% | 9,41% |
| AES SUL | 2013 | 1,21% | 7,90% | 9,11% | 2,05% | 6,70% | 8,75% |
| AES SUL | 2014 | 0,97% | 7,26% | 8,23% | 2,09% | 6,56% | 8,65% |
| AME | 2010 | 40,32% | 2,05% | 42,37% | 14,39% | 7,71% | 22,10% |
| AME | 2011 | 65,81% | 1,64% | 67,45% | 12,26% | 7,71% | 19,97% |
| AME | 2012 | 37,34% | 1,72% | 39,06% | 12,08% | 7,71% | 19,79% |
| AME | 2013 | 36,08% | 2,50% | 38,58% | 12,86% | 7,72% | 20,58% |
| AME | 2014 | 37,45% | 1,44% | 38,89% | 15,93% | 7,77% | 23,70% |
| AMPLA | 2010 | 13,02% | 7,06% | 20,08% | 11,68% | 7,06% | 18,74% |
| AMPLA | 2011 | 11,41% | 7,06% | 18,47% | 11,30% | 7,06% | 18,36% |
| AMPLA | 2012 | 12,06% | 7,06% | 19,12% | 10,61% | 7,06% | 17,67% |
| AMPLA | 2013 | 11,48% | 7,06% | 18,54% | 10,01% | 7,06% | 17,07% |
| BANDEIRANTE | 2010 | 5,63% | 5,46% | 11,09% | 5,01% | 5,04% | 10,06% |
| BANDEIRANTE | 2011 | 4,74% | 5,54% | 10,28% | 4,66% | 5,02% | 9,68% |
| BANDEIRANTE | 2012 | 4,73% | 5,50% | 10,23% | 4,44% | 4,96% | 9,40% |
| BANDEIRANTE | 2013 | 4,34% | 5,53% | 9,87% | 4,05% | 4,96% | 9,01% |
| BANDEIRANTE | 2014 | 3,94% | 5,54% | 9,48% | 3,75% | 4,96% | 8,71% |
| BOAVISTA | 2010 | 8,06% | 8,07% | 16,14% | 8,53% | 6,62% | 15,14% |
| BOAVISTA | 2011 | 7,71% | 8,07% | 15,78% | 7,36% | 6,62% | 13,98% |
| BOAVISTA | 2012 | 4,20% | 8,07% | 12,27% | 6,18% | 6,62% | 12,79% |
| BOAVISTA | 2013 | 4,24% | 7,89% | 12,12% | 5,24% | 6,69% | 11,93% |
| BOAVISTA | 2014 | 4,49% | 7,04% | 11,53% | 4,40% | 7,04% | 11,44% |
| CAIUA | 2010 | 0,36% | 7,49% | 7,85% | 1,46% | 6,57% | 8,03% |
| CAIUA | 2011 | 0,40% | 7,80% | 8,20% | 1,49% | 6,57% | 8,06% |
| CAIUA | 2012 | 0,40% | 7,48% | 7,88% | 0,97% | 6,63% | 7,60% |
| CAIUA | 2013 | 0,40% | 7,55% | 7,95% | 0,67% | 6,66% | 7,33% |
| CAIUA | 2014 | 0,73% | 7,04% | 7,77% | 0,69% | 6,66% | 7,35% |
| CEA | 2010 | 26,16% | 13,21% | 39,37% | 0,00% | 51,86% | 51,86% |

| Empresa | Ano | (1) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Real) | (2) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Real) | (3) Perdas sobre a energia injetada (Real) (1) + (2) | (4) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (5) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (6) Perdas sobre a energia injetada (Regulatório) (5) + (6) |
|---------|------|--|---|--|---|---|--|
| CEA | 2011 | 28,67% | 11,51% | 40,18% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| CEA | 2012 | 29,98% | 11,73% | 41,71% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| CEA | 2013 | 28,10% | 10,59% | 38,69% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| CEAL | 2010 | 23,09% | 8,42% | 31,51% | 12,19% | 8,42% | 20,61% |
| CEAL | 2011 | 21,53% | 8,42% | 29,95% | 11,24% | 8,42% | 19,66% |
| CEAL | 2012 | 18,52% | 8,42% | 26,94% | 9,69% | 8,42% | 18,11% |
| CEAL | 2013 | 18,90% | 8,42% | 27,32% | 8,99% | 9,23% | 18,21% |
| CEAL | 2014 | 18,26% | 8,42% | 26,68% | 8,58% | 10,34% | 18,92% |
| CEB | 2010 | 4,69% | 8,07% | 12,76% | 3,26% | 9,07% | 12,33% |
| CEB | 2011 | 4,21% | 7,50% | 11,71% | 3,12% | 9,07% | 12,19% |
| CEB | 2012 | 3,67% | 7,47% | 11,14% | 2,78% | 8,26% | 11,03% |
| CEB | 2013 | 2,46% | 8,09% | 10,55% | 2,41% | 7,14% | 9,55% |
| CEB | 2014 | 2,36% | 7,83% | 10,19% | 2,43% | 7,14% | 9,57% |
| CEEE | 2010 | 14,58% | 4,29% | 18,87% | 7,83% | 6,07% | 13,90% |
| CEEE | 2011 | 13,50% | 4,34% | 17,84% | 7,10% | 6,07% | 13,17% |
| CEEE | 2012 | 13,80% | 4,39% | 18,19% | 6,59% | 6,22% | 12,82% |
| CEEE | 2013 | 13,33% | 4,35% | 17,68% | 5,90% | 6,69% | 12,59% |
| CEEE | 2014 | 11,90% | 4,52% | 16,42% | 5,37% | 6,69% | 12,06% |
| CELESC | 2010 | 1,40% | 6,11% | 7,50% | 1,58% | 6,17% | 7,75% |
| CELESC | 2011 | 1,27% | 6,13% | 7,40% | 1,58% | 6,17% | 7,75% |
| CELESC | 2012 | 0,74% | 6,15% | 6,89% | 1,37% | 6,26% | 7,64% |
| CELESC | 2013 | 0,93% | 6,29% | 7,22% | 1,06% | 6,40% | 7,46% |
| CELESC | 2014 | 1,44% | 6,51% | 7,95% | 1,10% | 6,40% | 7,50% |
| CELG | 2010 | 2,31% | 9,46% | 11,77% | 1,96% | 9,26% | 11,23% |
| CELG | 2011 | 2,50% | 9,63% | 12,13% | 1,95% | 9,26% | 11,21% |
| CELG | 2012 | 2,97% | 9,36% | 12,32% | 1,96% | 9,26% | 11,22% |
| CELG | 2013 | 2,81% | 9,67% | 12,48% | 1,94% | 9,30% | 11,25% |
| CELG | 2014 | 3,50% | 9,77% | 13,27% | 1,93% | 9,38% | 11,31% |
| CELPA | 2010 | 20,59% | 9,95% | 30,54% | 15,40% | 9,95% | 25,36% |
| CELPA | 2011 | 21,64% | 9,95% | 31,59% | 15,90% | 10,96% | 26,86% |
| CELPA | 2012 | 24,90% | 10,14% | 35,05% | 17,62% | 12,16% | 29,78% |
| CELPA | 2013 | 23,34% | 12,16% | 35,50% | 17,13% | 12,16% | 29,29% |
| CELPA | 2014 | 19,07% | 12,16% | 31,23% | 16,40% | 12,16% | 28,56% |
| CELPE | 2010 | 6,21% | 8,96% | 15,16% | 7,24% | 8,34% | 15,58% |
| CELPE | 2011 | 7,83% | 8,78% | 16,61% | 6,87% | 8,34% | 15,21% |
| CELPE | 2012 | 10,01% | 9,36% | 19,37% | 6,46% | 8,34% | 14,80% |
| CELPE | 2013 | 8,10% | 9,70% | 17,80% | 6,49% | 8,25% | 14,74% |

| Empresa | Ano | (1) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Real) | (2) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Real) | (3) Perdas sobre a energia injetada (Real) (1) + (2) | (4) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (5) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (6) Perdas sobre a energia injetada (Regulatório) (5) + (6) |
|---------|------|--|---|--|---|---|--|
| CELPE | 2014 | 7,03% | 9,85% | 16,88% | 6,50% | 8,22% | 14,72% |
| CELTINS | 2010 | 3,73% | 10,21% | 13,95% | 6,00% | 10,70% | 16,70% |
| CELTINS | 2011 | 2,07% | 11,87% | 13,94% | 5,45% | 10,70% | 16,15% |
| CELTINS | 2012 | 3,17% | 12,10% | 15,27% | 2,85% | 12,03% | 14,88% |
| CELTINS | 2013 | 2,01% | 12,64% | 14,65% | 0,63% | 13,26% | 13,89% |
| CELTINS | 2014 | 4,24% | 11,67% | 15,92% | 0,63% | 13,26% | 13,89% |
| CEMAR | 2010 | 8,90% | 13,14% | 22,05% | 13,09% | 12,42% | 25,51% |
| CEMAR | 2011 | 9,23% | 11,73% | 20,96% | 11,74% | 12,42% | 24,16% |
| CEMAR | 2012 | 10,05% | 10,66% | 20,71% | 10,32% | 12,42% | 22,73% |
| CEMAR | 2013 | 9,35% | 9,81% | 19,17% | 9,67% | 11,32% | 20,98% |
| CEMAR | 2014 | 8,02% | 9,39% | 17,41% | 9,72% | 9,90% | 19,62% |
| CEMAT | 2010 | 7,90% | 9,84% | 17,74% | 5,15% | 9,86% | 15,01% |
| CEMAT | 2011 | 8,51% | 9,95% | 18,46% | 4,61% | 9,86% | 14,47% |
| CEMAT | 2012 | 6,87% | 10,16% | 17,03% | 4,14% | 9,86% | 14,00% |
| CEMAT | 2013 | 4,84% | 10,22% | 15,07% | 3,67% | 9,90% | 13,57% |
| CEMAT | 2014 | 3,73% | 10,03% | 13,76% | 3,40% | 9,91% | 13,31% |
| CEMIG | 2010 | 1,83% | 10,09% | 11,92% | 2,89% | 9,20% | 12,10% |
| CEMIG | 2011 | 1,43% | 9,43% | 10,86% | 2,89% | 9,20% | 12,09% |
| CEMIG | 2012 | 1,55% | 10,02% | 11,57% | 2,92% | 9,20% | 12,12% |
| CEMIG | 2013 | 1,45% | 9,66% | 11,11% | 2,79% | 8,17% | 10,96% |
| CEMIG | 2014 | 1,55% | 10,28% | 11,83% | 2,93% | 7,84% | 10,77% |
| CEPISA | 2010 | 21,63% | 12,67% | 34,30% | 12,00% | 13,16% | 25,16% |
| CEPISA | 2011 | 20,31% | 12,68% | 33,00% | 11,45% | 13,16% | 24,61% |
| CEPISA | 2012 | 17,64% | 12,72% | 30,36% | 9,85% | 13,16% | 23,01% |
| CEPISA | 2013 | 16,42% | 13,23% | 29,66% | 8,13% | 12,81% | 20,94% |
| CEPISA | 2014 | 3,00% | 2,73% | 5,73% | 9,38% | 12,17% | 21,55% |
| CERON | 2010 | 23,43% | 6,07% | 29,50% | 10,51% | 12,74% | 23,25% |
| CERON | 2011 | 15,72% | 12,77% | 28,49% | 9,43% | 12,74% | 22,16% |
| CERON | 2012 | 12,11% | 12,74% | 24,85% | 8,44% | 12,74% | 21,18% |
| CERON | 2013 | 13,90% | 12,74% | 26,64% | 7,48% | 12,45% | 19,93% |
| CERON | 2014 | 11,34% | 12,74% | 24,08% | 6,81% | 11,15% | 17,96% |
| CERR | 2010 | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| CERR | 2011 | NA | NA | #VALOR! | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| CERR | 2012 | NA | NA | #VALOR! | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| CERR | 2013 | NA | NA | #VALOR! | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| CFLO | 2010 | 0,42% | 2,71% | 3,13% | 0,00% | 2,56% | 2,56% |
| CFLO | 2011 | 0,00% | 2,27% | 2,27% | 0,00% | 2,56% | 2,56% |

| Empresa | Ano | (1) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Real) | (2) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Real) | (3) Perdas sobre a energia injetada (Real) (1) + (2) | (4) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (5) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (6) Perdas sobre a energia injetada (Regulatório) (5) + (6) |
|---------|------|--|---|--|---|---|--|
| CFLO | 2012 | 0,42% | 2,74% | 3,16% | 0,00% | 3,06% | 3,06% |
| CFLO | 2013 | 0,31% | 3,11% | 3,42% | 0,00% | 3,11% | 3,11% |
| CFLO | 2014 | 0,26% | 3,52% | 3,77% | 0,00% | 3,11% | 3,11% |
| CHESP | 2010 | 0,40% | 11,06% | 11,46% | 0,59% | 9,04% | 9,63% |
| CHESP | 2011 | 2,16% | 8,15% | 10,31% | 0,58% | 9,04% | 9,63% |
| CHESP | 2012 | 1,50% | 8,78% | 10,27% | 0,37% | 9,59% | 9,96% |
| CHESP | 2013 | 0,81% | 10,12% | 10,93% | 0,00% | 10,59% | 10,59% |
| CHESP | 2014 | 0,90% | 9,91% | 10,81% | 0,00% | 10,59% | 10,59% |
| CJE | 2010 | 0,77% | 3,71% | 4,48% | 0,40% | 4,56% | 4,97% |
| CJE | 2011 | 1,05% | 3,70% | 4,74% | 0,42% | 4,56% | 4,99% |
| CJE | 2012 | 0,48% | 3,61% | 4,09% | 0,42% | 3,25% | 3,67% |
| CJE | 2013 | 0,15% | 3,66% | 3,80% | 0,40% | 3,14% | 3,54% |
| CJE | 2014 | 0,37% | 3,69% | 4,06% | 0,42% | 3,14% | 3,56% |
| CLFM | 2010 | 1,54% | 7,79% | 9,33% | 0,18% | 9,58% | 9,75% |
| CLFM | 2011 | 1,46% | 7,71% | 9,17% | 0,18% | 9,58% | 9,75% |
| CLFM | 2012 | 0,96% | 7,76% | 8,72% | 0,01% | 9,50% | 9,51% |
| CLFM | 2013 | 1,48% | 7,74% | 9,22% | 0,00% | 9,49% | 9,49% |
| CLFM | 2014 | 1,84% | 7,70% | 9,54% | 0,00% | 9,49% | 9,49% |
| CLFSC | 2010 | 1,02% | 7,70% | 8,72% | 1,34% | 9,15% | 10,50% |
| CLFSC | 2011 | 1,35% | 7,51% | 8,86% | 1,24% | 9,15% | 10,39% |
| CLFSC | 2012 | 1,84% | 7,43% | 9,27% | 0,61% | 8,03% | 8,64% |
| CLFSC | 2013 | 2,09% | 7,22% | 9,31% | 0,54% | 7,93% | 8,47% |
| CLFSC | 2014 | 0,00% | 7,71% | 7,71% | 0,54% | 7,93% | 8,47% |
| CNEE | 2010 | 0,65% | 7,21% | 7,86% | 0,27% | 8,03% | 8,31% |
| CNEE | 2011 | 0,72% | 6,57% | 7,29% | 0,28% | 8,03% | 8,31% |
| CNEE | 2012 | 0,72% | 8,19% | 8,91% | 0,11% | 7,24% | 7,35% |
| CNEE | 2013 | 0,72% | 7,26% | 7,98% | 0,02% | 6,83% | 6,85% |
| CNEE | 2014 | 0,08% | 8,34% | 8,41% | 0,01% | 6,83% | 6,84% |
| COCEL | 2010 | 1,37% | 4,57% | 5,94% | 0,06% | 7,00% | 7,06% |
| COCEL | 2011 | 1,16% | 4,16% | 5,32% | 0,06% | 7,00% | 7,06% |
| COCEL | 2012 | 1,27% | 4,52% | 5,79% | 0,02% | 5,95% | 5,97% |
| COCEL | 2013 | 0,95% | 3,80% | 4,75% | 0,00% | 5,23% | 5,23% |
| COCEL | 2014 | 1,70% | 5,79% | 7,49% | 0,00% | 5,23% | 5,23% |
| COELBA | 2010 | 3,18% | 10,04% | 13,21% | 6,12% | 10,00% | 16,11% |
| COELBA | 2011 | 3,48% | 10,16% | 13,64% | 6,01% | 10,00% | 16,01% |
| COELBA | 2012 | 5,66% | 10,18% | 15,84% | 5,91% | 10,00% | 15,90% |
| COELBA | 2013 | 3,80% | 10,27% | 14,08% | 3,79% | 9,62% | 13,41% |

| Empresa | Ano | (1) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Real) | (2) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Real) | (3) Perdas sobre a energia injetada (Real) (1) + (2) | (4) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (5) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (6) Perdas sobre a energia injetada (Regulatório) (5) + (6) |
|----------------|------|--|---|--|---|---|--|
| COELBA | 2014 | 4,42% | 10,17% | 14,60% | 3,05% | 9,49% | 12,54% |
| COELCE | 2010 | 1,73% | 9,51% | 11,23% | 3,42% | 7,73% | 11,15% |
| COELCE | 2011 | 1,65% | 9,23% | 10,89% | 2,32% | 8,66% | 10,98% |
| COELCE | 2012 | 1,65% | 10,18% | 11,83% | 1,88% | 8,96% | 10,84% |
| COELCE | 2013 | 1,63% | 10,08% | 11,71% | 1,88% | 8,96% | 10,84% |
| COELCE | 2014 | 1,86% | 10,26% | 12,12% | 1,90% | 8,96% | 10,86% |
| COOPERALIANÇA | 2010 | 1,97% | 7,88% | 9,85% | 0,47% | 7,61% | 8,08% |
| COOPERALIANÇA | 2011 | 2,02% | 8,06% | 10,08% | 0,44% | 7,61% | 8,05% |
| COOPERALIANÇA | 2012 | 1,90% | 7,59% | 9,49% | 0,43% | 7,61% | 8,04% |
| COOPERALIANÇA | 2013 | 1,55% | 6,22% | 7,77% | 0,46% | 7,78% | 8,23% |
| COOPERALIANÇA | 2014 | 1,46% | 5,82% | 7,28% | 0,42% | 8,06% | 8,48% |
| COPEL | 2010 | 1,67% | 6,70% | 8,37% | 1,31% | 7,43% | 8,74% |
| COPEL | 2011 | 1,60% | 6,52% | 8,12% | 1,32% | 7,43% | 8,75% |
| COPEL | 2012 | 2,17% | 6,48% | 8,65% | 1,36% | 6,94% | 8,30% |
| COPEL | 2013 | 1,62% | 6,58% | 8,20% | 1,36% | 6,58% | 7,94% |
| COPEL | 2014 | 1,88% | 6,22% | 8,10% | 1,27% | 6,58% | 7,85% |
| COSERN | 2010 | 2,97% | 8,81% | 11,78% | 3,36% | 8,18% | 11,54% |
| COSERN | 2011 | 0,46% | 10,44% | 10,90% | 3,28% | 8,18% | 11,46% |
| COSERN | 2012 | 2,81% | 8,69% | 11,50% | 3,22% | 8,18% | 11,40% |
| COSERN | 2013 | 1,83% | 8,82% | 10,65% | 2,41% | 8,61% | 11,02% |
| COSERN | 2014 | 1,66% | 8,54% | 10,21% | 2,18% | 8,75% | 10,93% |
| CPEE | 2010 | 0,70% | 9,10% | 9,81% | 2,33% | 7,71% | 10,04% |
| CPEE | 2011 | 2,33% | 8,46% | 10,79% | 2,35% | 7,71% | 10,05% |
| CPEE | 2012 | 0,57% | 9,40% | 9,98% | 1,45% | 8,07% | 9,52% |
| CPEE | 2013 | 2,67% | 8,74% | 11,42% | 1,38% | 8,10% | 9,48% |
| CPEE | 2014 | 2,80% | 8,55% | 11,36% | 1,44% | 8,10% | 9,54% |
| CPFL-Paulista | 2010 | 2,37% | 6,32% | 8,68% | 3,06% | 6,37% | 9,43% |
| CPFL-Paulista | 2011 | 2,40% | 5,84% | 8,24% | 3,09% | 6,37% | 9,46% |
| CPFL-Paulista | 2012 | 2,05% | 5,88% | 7,93% | 3,11% | 6,37% | 9,48% |
| CPFL-Paulista | 2013 | 1,98% | 5,70% | 7,67% | 2,17% | 6,33% | 8,50% |
| CPFL-Paulista | 2014 | 3,30% | 5,90% | 9,20% | 1,92% | 6,32% | 8,24% |
| CPFL-Piratinga | 2010 | 1,84% | 5,01% | 6,85% | 1,30% | 6,28% | 7,57% |
| CPFL-Piratinga | 2011 | 0,94% | 4,89% | 5,83% | 1,28% | 5,91% | 7,19% |
| CPFL-Piratinga | 2012 | 1,43% | 4,85% | 6,27% | 1,28% | 4,79% | 6,07% |
| CPFL-Piratinga | 2013 | 1,62% | 4,80% | 6,42% | 1,33% | 4,79% | 6,12% |
| CPFL-Piratinga | 2014 | 2,08% | 4,29% | 6,38% | 1,40% | 4,79% | 6,19% |
| CSPE | 2010 | 0,34% | 8,12% | 8,46% | 1,24% | 7,08% | 8,32% |

| Empresa | Ano | (1) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Real) | (2) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Real) | (3) Perdas sobre a energia injetada (Real) (1) + (2) | (4) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (5) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (6) Perdas sobre a energia injetada (Regulatório) (5) + (6) |
|---------|------|--|---|--|---|---|--|
| CSPE | 2011 | 0,64% | 8,22% | 8,86% | 1,26% | 7,08% | 8,34% |
| CSPE | 2012 | 0,54% | 7,99% | 8,53% | 0,48% | 6,73% | 7,21% |
| CSPE | 2013 | 0,80% | 7,53% | 8,33% | 0,38% | 6,70% | 7,08% |
| CSPE | 2014 | 0,69% | 7,22% | 7,90% | 0,36% | 6,70% | 7,06% |
| DEMEI | 2010 | 4,96% | 5,03% | 9,99% | 4,23% | 5,72% | 9,94% |
| DEMEI | 2011 | 4,54% | 4,80% | 9,34% | 3,70% | 5,72% | 9,42% |
| DEMEI | 2012 | 4,72% | 4,75% | 9,48% | 3,50% | 5,72% | 9,21% |
| DEMEI | 2013 | 4,71% | 5,44% | 10,15% | 3,03% | 6,01% | 9,05% |
| DEMEI | 2014 | 2,92% | 3,61% | 6,52% | 3,07% | 6,22% | 9,29% |
| DME-PC | 2010 | 0,98% | 4,83% | 5,81% | 0,57% | 4,83% | 5,41% |
| DME-PC | 2011 | 0,15% | 4,83% | 4,98% | 0,56% | 4,83% | 5,39% |
| DME-PC | 2012 | 0,29% | 4,83% | 5,12% | 0,62% | 4,95% | 5,57% |
| DME-PC | 2013 | 0,00% | 5,02% | 5,02% | 0,66% | 5,03% | 5,69% |
| DME-PC | 2014 | 0,00% | 5,03% | 5,03% | 0,64% | 5,03% | 5,67% |
| EBO | 2010 | 3,54% | 4,91% | 8,45% | 5,71% | 5,81% | 11,52% |
| EBO | 2011 | 2,35% | 5,26% | 7,62% | 5,87% | 5,81% | 11,68% |
| EBO | 2012 | 2,75% | 4,92% | 7,67% | 5,90% | 5,81% | 11,71% |
| EBO | 2013 | 1,14% | 5,03% | 6,17% | 3,52% | 4,62% | 8,15% |
| EBO | 2014 | 0,00% | 6,33% | 6,33% | 3,17% | 4,51% | 7,68% |
| EDEVP | 2010 | 1,01% | 7,31% | 8,32% | 0,29% | 7,50% | 7,79% |
| EDEVP | 2011 | 0,32% | 7,47% | 7,79% | 0,29% | 7,50% | 7,79% |
| EDEVP | 2012 | 0,33% | 7,39% | 7,72% | 0,12% | 7,38% | 7,50% |
| EDEVP | 2013 | 0,32% | 7,10% | 7,42% | 0,03% | 7,32% | 7,35% |
| EDEVP | 2014 | 0,16% | 6,83% | 7,00% | 0,03% | 7,32% | 7,35% |
| EEB | 2010 | 0,35% | 4,96% | 5,31% | 0,00% | 4,62% | 4,62% |
| EEB | 2011 | 0,42% | 4,40% | 4,82% | 0,00% | 4,62% | 4,62% |
| EEB | 2012 | 0,43% | 4,82% | 5,25% | 0,00% | 4,81% | 4,81% |
| EEB | 2013 | 0,43% | 4,55% | 4,98% | 0,00% | 4,91% | 4,91% |
| EEB | 2014 | 0,00% | 5,22% | 5,22% | 0,00% | 4,91% | 4,91% |
| EFLJC | 2010 | 0,00% | 4,97% | 4,97% | 0,00% | 4,85% | 4,85% |
| EFLJC | 2011 | 0,00% | 1,36% | 1,36% | 0,00% | 4,85% | 4,85% |
| EFLJC | 2012 | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 4,19% | 4,19% |
| EFLJC | 2013 | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 4,06% | 4,06% |
| EFLJC | 2014 | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 4,06% | 4,06% |
| EFLUL | 2010 | 0,00% | 0,22% | 0,22% | 0,00% | 1,97% | 1,97% |
| EFLUL | 2011 | 0,00% | 0,23% | 0,23% | 0,00% | 1,97% | 1,97% |
| EFLUL | 2012 | 0,00% | 0,23% | 0,23% | 0,00% | 3,16% | 3,16% |

| Empresa | Ano | (1) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Real) | (2) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Real) | (3) Perdas sobre a energia injetada (Real) (1) + (2) | (4) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (5) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (6) Perdas sobre a energia injetada (Regulatório) (5) + (6) |
|-------------|------|--|---|--|---|---|--|
| EFLUL | 2013 | 0,00% | 0,24% | 0,24% | 0,00% | 3,40% | 3,40% |
| EFLUL | 2014 | 0,00% | 0,24% | 0,24% | 0,00% | 3,40% | 3,40% |
| ELEKTRO | 2010 | 0,90% | 5,82% | 6,72% | 1,12% | 5,82% | 6,94% |
| ELEKTRO | 2011 | 0,58% | 5,82% | 6,40% | 0,81% | 6,04% | 6,85% |
| ELEKTRO | 2012 | 1,48% | 5,82% | 7,30% | 0,38% | 6,35% | 6,72% |
| ELEKTRO | 2013 | 1,33% | 6,14% | 7,48% | 0,41% | 6,35% | 6,76% |
| ELEKTRO | 2014 | 0,23% | 6,35% | 6,58% | 0,39% | 6,35% | 6,74% |
| ELETROACRE | 2010 | 12,62% | 11,86% | 24,48% | 11,99% | 11,87% | 23,86% |
| ELETROACRE | 2011 | 11,66% | 11,86% | 23,52% | 10,78% | 11,87% | 22,65% |
| ELETROACRE | 2012 | 9,13% | 11,79% | 20,92% | 10,45% | 11,87% | 22,32% |
| ELETROACRE | 2013 | 14,93% | 12,81% | 27,74% | 8,74% | 11,53% | 20,28% |
| ELETROACRE | 2014 | 13,80% | 9,85% | 23,65% | 8,36% | 9,85% | 18,21% |
| ELETROCAR | 2010 | 3,60% | 5,14% | 8,74% | 0,66% | 5,14% | 5,80% |
| ELETROCAR | 2011 | 5,08% | 4,59% | 9,67% | 0,63% | 5,14% | 5,78% |
| ELETROCAR | 2012 | 3,70% | 4,80% | 8,50% | 0,63% | 5,14% | 5,77% |
| ELETROCAR | 2013 | 4,20% | 4,72% | 8,92% | 0,59% | 6,36% | 6,95% |
| ELETROCAR | 2014 | 0,00% | 8,56% | 8,56% | 0,58% | 7,19% | 7,77% |
| ELETROPAULO | 2010 | 4,62% | 6,49% | 11,11% | 7,54% | 4,91% | 12,45% |
| ELETROPAULO | 2011 | 4,21% | 6,49% | 10,70% | 6,49% | 5,06% | 11,55% |
| ELETROPAULO | 2012 | 3,94% | 6,13% | 10,07% | 5,32% | 5,21% | 10,53% |
| ELETROPAULO | 2013 | 3,81% | 6,13% | 9,94% | 4,91% | 5,21% | 10,12% |
| ELETROPAULO | 2014 | 3,54% | 6,13% | 9,67% | 4,49% | 5,21% | 9,70% |
| ELFSM | 2010 | 4,25% | 7,65% | 11,91% | 6,01% | 6,87% | 12,88% |
| ELFSM | 2011 | 3,60% | 7,79% | 11,39% | 5,21% | 6,87% | 12,08% |
| ELFSM | 2012 | 4,45% | 9,14% | 13,59% | 3,10% | 8,43% | 11,53% |
| ELFSM | 2013 | 2,80% | 7,13% | 9,94% | 2,98% | 8,55% | 11,53% |
| ELFSM | 2014 | 3,84% | 8,10% | 11,94% | 2,95% | 8,55% | 11,50% |
| EMG | 2010 | 0,00% | 9,19% | 9,19% | 0,59% | 8,92% | 9,51% |
| EMG | 2011 | 0,94% | 8,40% | 9,34% | 0,60% | 8,92% | 9,52% |
| EMG | 2012 | 0,08% | 8,88% | 8,96% | 0,53% | 8,64% | 9,17% |
| EMG | 2013 | 0,38% | 8,09% | 8,47% | 0,50% | 8,41% | 8,91% |
| EMG | 2014 | 0,00% | 9,62% | 9,62% | 0,53% | 8,41% | 8,94% |
| ENERSUL | 2010 | 8,51% | 14,26% | 22,78% | 5,77% | 12,55% | 18,32% |
| ENERSUL | 2011 | 7,41% | 14,26% | 21,68% | 5,16% | 12,55% | 17,70% |
| ENERSUL | 2012 | 6,11% | 14,16% | 20,27% | 4,51% | 12,55% | 17,05% |
| ENERSUL | 2013 | 4,81% | 12,40% | 17,21% | 3,84% | 12,36% | 16,20% |
| ENERSUL | 2014 | 5,90% | 9,17% | 15,07% | 3,47% | 12,29% | 15,76% |

| Empresa | Ano | (1) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Real) | (2) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Real) | (3) Perdas sobre a energia injetada (Real) (1) + (2) | (4) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (5) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (6) Perdas sobre a energia injetada (Regulatório) (5) + (6) |
|----------|------|--|---|--|---|---|--|
| ENF | 2010 | 0,15% | 5,44% | 5,60% | 2,43% | 5,72% | 8,15% |
| ENF | 2011 | 0,00% | 5,44% | 5,44% | 2,48% | 5,72% | 8,20% |
| ENF | 2012 | 0,00% | 6,20% | 6,20% | 1,31% | 5,54% | 6,85% |
| ENF | 2013 | 0,04% | 5,39% | 5,44% | 0,48% | 5,41% | 5,89% |
| ENF | 2014 | 0,01% | 5,17% | 5,18% | 0,48% | 5,41% | 5,89% |
| EPB | 2010 | 6,71% | 9,55% | 16,26% | 7,63% | 9,96% | 17,59% |
| EPB | 2011 | 3,75% | 9,93% | 13,68% | 7,18% | 9,96% | 17,14% |
| EPB | 2012 | 3,67% | 9,92% | 13,59% | 6,48% | 9,96% | 16,44% |
| EPB | 2013 | 2,06% | 10,20% | 12,26% | 5,36% | 9,69% | 15,05% |
| EPB | 2014 | 2,60% | 9,73% | 12,33% | 4,40% | 9,30% | 13,70% |
| ESCELSA | 2010 | 5,82% | 8,29% | 14,11% | 5,33% | 7,22% | 12,55% |
| ESCELSA | 2011 | 5,49% | 7,36% | 12,85% | 4,76% | 7,26% | 12,02% |
| ESCELSA | 2012 | 6,08% | 7,67% | 13,75% | 4,39% | 7,26% | 11,65% |
| ESCELSA | 2013 | 5,43% | 7,81% | 13,23% | 3,95% | 7,03% | 10,98% |
| ESCELSA | 2014 | 6,86% | 7,58% | 14,45% | 3,53% | 6,70% | 10,23% |
| ESE | 2010 | 3,96% | 7,07% | 11,03% | 5,56% | 7,62% | 13,18% |
| ESE | 2011 | 3,00% | 7,27% | 10,27% | 5,33% | 7,62% | 12,95% |
| ESE | 2012 | 2,45% | 6,69% | 9,14% | 5,05% | 7,62% | 12,67% |
| ESE | 2013 | 1,59% | 7,44% | 9,03% | 5,11% | 7,62% | 12,73% |
| ESE | 2014 | 3,17% | 6,55% | 9,72% | 3,59% | 7,93% | 11,51% |
| FORCEL | 2010 | NA | NA | #VALOR! | 0,00% | 3,23% | 3,23% |
| FORCEL | 2011 | NA | NA | #VALOR! | 0,00% | 3,23% | 3,23% |
| FORCEL | 2012 | NA | NA | #VALOR! | 0,00% | 3,22% | 3,22% |
| FORCEL | 2013 | NA | NA | #VALOR! | 0,00% | 3,21% | 3,21% |
| FORCEL | 2014 | NA | NA | #VALOR! | 0,00% | 3,21% | 3,21% |
| HIDROPAN | 2010 | 0,03% | 5,59% | 5,62% | 0,00% | 5,98% | 5,98% |
| HIDROPAN | 2011 | 0,05% | 5,29% | 5,34% | 0,00% | 5,98% | 5,98% |
| HIDROPAN | 2012 | 0,00% | 5,03% | 5,03% | 0,00% | 5,98% | 5,98% |
| HIDROPAN | 2013 | 0,10% | 3,70% | 3,80% | 0,00% | 5,44% | 5,44% |
| HIDROPAN | 2014 | 0,95% | 3,47% | 4,42% | 0,00% | 5,08% | 5,08% |
| IENERGIA | 2010 | 4,19% | 8,32% | 12,51% | 3,25% | 8,32% | 11,57% |
| IENERGIA | 2011 | 4,90% | 8,32% | 13,22% | 2,92% | 8,32% | 11,24% |
| IENERGIA | 2012 | 5,08% | 8,88% | 13,96% | 2,54% | 8,91% | 11,44% |
| IENERGIA | 2013 | 2,46% | 9,74% | 12,20% | 2,40% | 9,74% | 12,14% |
| IENERGIA | 2014 | 3,31% | 9,74% | 13,05% | 2,55% | 9,74% | 12,29% |
| LIGHT | 2010 | 14,98% | 6,29% | 21,27% | 13,58% | 5,61% | 19,19% |
| LIGHT | 2011 | 14,88% | 6,67% | 21,56% | 13,45% | 5,61% | 19,06% |

| Empresa | Ano | (1) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Real) | (2) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Real) | (3) Perdas sobre a energia injetada (Real) (1) + (2) | (4) Perdas não técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (5) Perdas técnicas sobre a energia injetada (Regulatório) | (6) Perdas sobre a energia injetada (Regulatório) (5) + (6) |
|-------------|------|--|---|--|---|---|--|
| LIGHT | 2012 | 16,82% | 7,08% | 23,90% | 12,93% | 5,61% | 18,54% |
| LIGHT | 2013 | 15,43% | 7,14% | 22,57% | 12,99% | 5,58% | 18,56% |
| MUX-ENERGIA | 2010 | 1,30% | 6,48% | 7,77% | 0,99% | 4,26% | 5,24% |
| MUX-ENERGIA | 2011 | 0,84% | 4,18% | 5,02% | 0,90% | 4,26% | 5,16% |
| MUX-ENERGIA | 2012 | 1,00% | 5,01% | 6,01% | 0,81% | 4,26% | 5,07% |
| MUX-ENERGIA | 2013 | 0,97% | 4,87% | 5,84% | 0,81% | 4,11% | 4,93% |
| MUX-ENERGIA | 2014 | 0,58% | 2,90% | 3,48% | 0,84% | 4,02% | 4,86% |
| RGE | 2010 | 1,67% | 8,67% | 10,34% | 1,87% | 8,65% | 10,52% |
| RGE | 2011 | 1,28% | 8,67% | 9,95% | 1,75% | 8,65% | 10,40% |
| RGE | 2012 | 1,31% | 8,80% | 10,11% | 1,69% | 8,65% | 10,34% |
| RGE | 2013 | 1,15% | 8,54% | 9,68% | 1,69% | 7,62% | 9,31% |
| RGE | 2014 | 1,48% | 8,07% | 9,54% | 1,75% | 7,28% | 9,03% |
| SULGIPE | 2010 | 3,46% | 9,64% | 13,10% | 5,10% | 9,91% | 15,01% |
| SULGIPE | 2011 | 3,37% | 9,30% | 12,66% | 5,17% | 9,91% | 15,08% |
| SULGIPE | 2012 | 3,64% | 9,49% | 13,12% | 4,93% | 9,88% | 14,81% |
| SULGIPE | 2013 | 4,19% | 9,01% | 13,19% | 2,84% | 9,61% | 12,45% |
| SULGIPE | 2014 | 3,62% | 9,12% | 12,73% | 2,83% | 9,61% | 12,44% |
| UHENPAL | 2010 | 0,29% | 13,25% | 13,54% | 0,30% | 12,72% | 13,02% |
| UHENPAL | 2011 | 0,29% | 12,46% | 12,75% | 0,29% | 12,72% | 13,01% |
| UHENPAL | 2012 | 0,29% | 13,98% | 14,27% | 0,30% | 12,72% | 13,02% |
| UHENPAL | 2013 | 0,72% | 13,51% | 14,23% | 0,09% | 12,27% | 12,35% |
| UHENPAL | 2014 | 1,22% | 7,92% | 9,14% | 0,00% | 12,10% | 12,10% |

Fonte: ANEEL (2016)

Autorizo cópia total ou parcial desta obra, apenas para fins de estudo e pesquisa, sendo expressamente vedado qualquer tipo de reprodução para fins comerciais sem prévia autorização específica do autor.

Johanatan Wagner Rodriguez
Taubaté, julho de 2017.