



**Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Curso de Engenharia de Energia**

**Eficiência Energética na habitação social:
Diagnóstico energético do empreendimento Paranoá
Parque**

**Autor: Letícia Maria de Oliveira Pereira
Orientador: Prof. Dr. Fernando Paiva Scardua**

**Brasília, DF
2020**



Letícia Maria de Oliveira Pereira

Eficiência Energética na habitação social: Diagnóstico energético do empreendimento Paranoá Parque

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Energia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Paiva Scardua.

**Brasília, DF
2020**

CIP – Catalogação Internacional da Publicação*

Letícia Maria de Oliveira Pereira.

Eficiência energética na habitação social: Diagnóstico Energético do empreendimento Paranoá Parque / Letícia Oliveira. Brasília: UnB, 2020. p.: ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Paiva Scardua
Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília -
UnB
Faculdade UnB Gama - FGA, 2019.

1. Eficiência Energética. 2. Diagnósticos Energéticos. 3. Habitação Social I. Prof. Dr. Fernando Paiva Scardua. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV Eficiência Energética na habitação social: Diagnóstico energético do empreendimento Paranoá Parque.

CDU Classificação

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus me ter me dado saúde e força para superar os desafios encontrados no caminho. Agradeço, a minha família por toda a paciência e amor incondicional durante o processo.

Ao meu namorado, Vitor, pelo companheirismo, carinho e ajuda em todos os momentos.

Aos amigos que estiveram sempre ao meu lado. Especialmente, aquelas que foram essenciais para a minha graduação, Isabela, Juliana, Júlia, Kamila e Márcia.

Aos professores da Universidade de Brasília por todas as contribuições ao longo da graduação. Principalmente, ao Professor Fernando Scardua, que sempre acreditou em mim e no meu potencial de realizar um bom trabalho.

A agência de cooperação técnica GIZ e a equipe do projeto EEDUS que me deram todo o apoio e incentivo para à realização do trabalho.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, muito obrigada!

"O começo de todas as ciências é o espanto de as coisas serem o que são".
(Aristóteles)

RESUMO

A eficiência energética está relacionada com a conservação de energia e é considerada o primeiro combustível para o desenvolvimento sustentável. O tema é transversal e contribui para outras políticas como a segurança energética, aumento da competitividade da indústria e os benefícios sociais. O setor residencial é um dos setores de maior consumo do Brasil e possui potencial em aumentar a eficiência energética nas edificações construídas. O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) é a maior iniciativa de financiamento habitacional criada no Brasil, e tem grande expressividade na área da construção civil. Este trabalho tem como objetivo analisar o potencial em eficiência energética no empreendimento Paranoá Parque, do programa Minha Casa Minha Vida, e identificar as medidas energeticamente eficientes para futuros projetos de *retrofit* no conjunto habitacional. A norma ABNT NBR ISO 50.002 – Diagnóstico Energético foi utilizada como a ferramenta para revelar a situação atual das unidades habitacionais e assim, analisar o seu consumo médio mensal de energia elétrica e o desempenho térmico. O sistema construtivo identificado não está adequado para o clima local e restringiu as soluções em eficiência energética possíveis. Dessa forma, os resultados encontrados no Paranoá Parque sugerem investigações e estudos mais aprofundados sobre o desempenho térmico das edificações e das condições elétricas e de medição das unidades habitacionais.

Palavras-chave: Eficiência energética, Eficiência Energética em Edificações, Políticas de Eficiência Energética no Brasil, Programa Minha Casa Minha Vida.

ABSTRACT

Energy efficiency is related to energy conservation and is considered the first fuel for sustainable development. It is a cross-cutting issue and contributes to other policies such as energy security, increased industry competitiveness and social benefits. The residential sector is one of the most consumed sectors in Brazil and has the potential to increase energy efficiency in the buildings built. The Minha Casa Minha Vida Program (PMCMV) is the largest housing financing initiative created in Brazil, and has great expressiveness in the area of civil construction. This work aims to analyze the potential for energy efficiency in the Paranoá Parque project of the Minha Casa Minha Vida program and identify energy-efficient measures for future retrofit projects in the housing complex. The ABNT NBR ISO 50.002 - Energy Diagnosis standard was used as the tool to reveal the current situation of the housing units and thus analyze their average monthly consumption of electricity and thermal performance. The identified constructive system is not adequate for the local climate and has restricted the possible solutions in energy efficiency. Thus, the results found in Paranoá Parque suggest further investigations and studies on the thermal performance of buildings and the electrical and measurement conditions of housing units.

Keywords: Energy Efficiency, Energy Efficiency in Buildings, Energy Efficiency Policies in Brazil, Programa Minha Casa Minha Vida.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 – Ciclo de políticas públicas

FIGURA 02 – Governança de Eficiência Energética

FIGURA 03– Energia final utilizada nas maiores economias globais

FIGURA 04 – Múltiplos benefícios da Eficiência Energética

FIGURA 05– Zoneamento bioclimático brasileiro

FIGURA 06 – Mapa de Localização do Conjunto Habitacional Paranoá Parque

FIGURA 07 – Vista de satélite do Conjunto Habitacional Paranoá Parque

FIGURA 08 – Arranjo dos Conjuntos Habitacionais do Paranoá Parque

FIGURA 09 – Detalhe no arranjo do Conjunto Habitacional com 14 blocos e com 15 blocos

FIGURA 10 – Layout apartamento tipo Paranoá Parque

FIGURA 11 – Placa com aviso para proibição de qualquer intervenção nas paredes e no telhado do prédio

FIGURA 12 – Desenho esquemático do sistema de vedação externa

FIGURA 13 – Desenho esquemático do sistema de cobertura

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Normativas do Minha Casa Minha Vida que contém especificações mínimas para a UH e critérios de eficiência energética obrigatórios

QUADRO 02 – Unidade habitacional e o Consumo médio anual de energia elétrica

QUADRO 03 – Parcela do consumo mensal e o desconto fornecido de acordo com a TSEE

QUADRO 04 – Relação de equipamentos presentes nas UHs do Paranoá Parque

QUADRO 05 – Estimativas de consumo médio mensal de energia elétrica dos refrigeradores e o tempo de uso

QUADRO 06 – Dados para calcular o consumo médio mensal das lâmpadas de LED

QUADRO 07 – Dados para calcular o consumo médio mensal das lâmpadas fluorescentes

QUADRO 08 – Dados para calcular o consumo médio mensal do chuveiro elétrico

QUADRO 09 – Dados para calcular o consumo médio mensal da máquina de lavar roupas

QUADRO 10 – Equipamentos e Consumo médio mensal de energia elétrica

QUADRO 11 – Especificação técnica das unidades habitacionais do Paranoá Parque

QUADRO 12 – Custo médio previsto com energia elétrica por Unidade Habitacional do Paranoá Parque

QUADRO 13 – Custo-benefício da troca de geladeiras com mais de 10 anos de uso

QUADRO 14 – Custo-benefício da instalação de lâmpadas de LED na área privativa da UH

LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 01 – Temperatura e Zona de Conforto em Brasília – Distrito Federal
- GRÁFICO 02 – Radiação solar média mensal em Brasília – Distrito Federal
- GRÁFICO 03 – Umidade relativa em Brasília – Distrito Federal
- GRÁFICO 04 – Rosa dos Ventos, Brasília – Distrito Federal
- GRÁFICO 05 – Consumo médio anual de energia elétrica
- GRÁFICO 06 – Unidade Habitacionais inscritas no programa TSEE no Paranoá
- GRÁFICO 07 – Eletrodomésticos presente nas UHs estudadas
- GRÁFICO 08 – Consumo médio anual por equipamento em kWh/ano/equipamento
- GRÁFICO 09 – Panorama geral da idade dos refrigeradores do Paranoá Parque
- GRÁFICO 10 – Ocorrência de acidentes elétricos nas UHs do Paranoá Parque

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
- ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers*
- BEN – Balanço Energético nacional
- CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
- CEB – Companhia Energética de Brasília
- CEF – Caixa Econômica Federal
- CODHAB-DF - Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Distrito Federal
- CONPET – Conservação do uso dos derivados de petróleo e do gás natural
- DE – Diagnóstico Energético
- EE – Eficiência Energética
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética
- FAR – Fundo de Arrendamento Residencial
- FDS – Fundo de Desenvolvimento Regional
- FJP – Fundação João Pinheiro
- GD – Geração Distribuída
- HIS – Habitação de Interesse Social
- IEA – *International Energy Agency*
- ISO – International Organization for Standardization
- kWh – quilowatt hora
- NBR – Norma Brasileira
- NBR – Norma Brasileira
- OMS – Organização Mundial da Saúde
- PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem
- PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
- PEE – Programa de Eficiência Energética
- PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida
- PNEf – Plano Nacional de Eficiência Energética
- PPH – Pesquisa de Posses de Equipamentos e Hábitos de Uso
- PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
- SAS – Sistema de Aquecimento Solar
- SVVE – Sistema de vedação vertical externo

TSEE – Tarifa Social de Energia Elétrica

UH – Unidade Habitacional

VPL - Valor Presente Líquido

ZB – Zona bioclimática

SUMÁRIO

Introdução	24
Objetivos Específicos	26
Metodologia	26
1. Políticas Públicas.....	31
1.1 Políticas Públicas de Eficiência Energética	36
1.2 Políticas públicas de eficiência energética para o setor de edificações no Brasil	42
1.3 Programa Minha Casa Minha Vida.....	48
1.4 Eficiência energética no programa Minha Casa Minha Vida.....	51
2. Eficiência energética	59
2.1 Eficiência energética no setor residencial	62
2.2 Arquitetura Bioclimática.....	66
3. Gestão de energia	69
4. Resultados e Discussão	74
4.1 Caracterização do Paranoá parque.....	74
4.2 Pesquisa de Campo.....	77
4.3 Desempenho Térmico.....	95
4.4 Medidas de Eficiência Energética.....	101
Considerações finais	105
Referências	109
Anexos.....	114

Introdução

Inúmeros países estão enfrentando dificuldades de suprir a demanda crescente de energia de forma segura. Além do mais, existe uma maior preocupação com o uso racional dos recursos devido às mudanças climáticas. Dessa forma, o Estado precisa cada vez mais conhecer o comportamento dos consumidores e propor iniciativas para promover a conservação de energia.

Para manter o ritmo de crescimento econômico, o acesso à energia elétrica é indispensável. Porém, essa atividade causa muitos impactos ambientais e não convém com as metas de combate às mudanças climáticas. Por isso, é necessário implementar soluções energeticamente eficientes a fim de promover mais qualidade de vida para a população e reduzir a demanda por recursos energéticos (BARROS, 2015).

O conceito de EE é a relação entre a energia empregada e consumida no processo, ou seja, é a otimização da conversão energética. Em 2017, a demanda energética global cresceu 2% e poderia ser maior, sem os avanços em EE (IAE, 2018). A eficiência energética pode trazer inúmeros benefícios econômicos e ambientais, porém existe um grande potencial inexplorado. Por exemplo, as medidas de eficiência podem aumentar a segurança no sistema, o conforto ambiental e, conseqüentemente, a produtividade (IAE, 2018).

Políticas públicas em eficiência energética (EE) é uma maneira eficiente de impulsionar a redução no consumo energético. Isso porque, as ações em eficiência energética estimulam o uso consciente de energia, a inovação tecnológica e a mudança de hábitos da sociedade (BARROS, 2015). A criação de normativas em EE, a utilização de equipamentos mais eficiente e mecanismos de financiamentos na área são algumas das medidas que podem ser implementadas.

A eficiência energética em edificações está relacionada com o desempenho energético do espaço, ou seja, o conforto térmico, com o consumo energético e hábitos dos usuários. Medidas eficientes para o setor de edificações são encontradas com facilidade no mercado, como o sistema fotovoltaico de energia, iluminação de LED e eletrodomésticos eficientes (LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 2013). Contudo, o comportamento do usuário também deve ser considerado, por estarem diretamente relacionados.

O setor de edificações tem participação considerável na demanda energética brasileira, cerca de um quarto (1/4) do consumo (EPE, 2019). Existe um grande potencial de aumentar a conservação de energia neste setor com o objetivo de reduzir o consumo de energia e as emissões de gases de efeito estufa. As políticas de eficiência energética são fundamentais para

o desenvolvimento da área e ocorrem por meio de leis, incentivos e mecanismos de financiamento (ASSUNÇÃO & SCHUTZE, 2017). O Brasil obteve resultados significativos com os programas de EE, no entanto é necessário mais espaço para a área nas políticas governamentais.

O Minha Casa Minha Vida (PMCMV) é a maior programa habitacional já criada no país para famílias de baixa renda. A iniciativa já produziu mais de cinco milhões de unidades habitacionais, dessa forma é necessário elaborar estratégias para melhorar o desempenho energético nessas casas e, conseqüentemente, aumentar o conforto ambiental e reduzir o consumo energético (SISHAB, 2019).

Diante das estimativas de alta no consumo energético no setor residencial, e tendo em vista os custos e os desperdícios nos processos de conversão, ações em eficiência energética ganham importância para a habitação social. Além do mais, os benefícios de EE estão associados a redução nos custos com energia, fator expressivo para as despesas das casas. Desde 2013, O programa já passou por aprimoramentos e iniciativas para aumentar a qualidade foram incluídas, no entanto ainda não suficientes para desenvolver toda a capacidade de eficiência energética em edificações (FERREIRA, 2017).

O sistema de gestão de energia é umas soluções utilizadas para implementar ações de eficiência energética. As ações de conservação de energia precisam ser implementadas de maneira contínua, de forma a serem monitoradas, analisadas e aperfeiçoadas. Esse é o processo de melhoria contínua e dessa forma, sistemas de acompanhamento e análise ganharam cada vez mais importância. É o caso da série de normas ABNT NBT 50.000, baseada nos fundamentos para executar uma gestão energética (PINTO, 2014).

A ISO 50.002 é uma das normas inclusas na gestão de energia, que se baseia nos diagnósticos energéticos, ferramenta para analisar o potencial de eficiência energética em uma organização. É um instrumento que pode ser utilizado com parte do processo de gestão ou de maneira independente, com a função de documentar os dados e recomendar melhorias no desempenho energético no edifício (ISO, 2011).

Diante das estimativas de alta no consumo energético no setor residencial, e tendo em vista os custos e os desperdícios nos processos de conversão, ações em eficiência energética ganham importância para a habitação social (GONÇALVES, 2014). Além do mais, os benefícios de EE estão associados a redução nos custos com energia, fator expressivo para as despesas das casas. Desde 2013, o governo brasileiro promove iniciativas para aumentar a qualidade das unidades habitacionais produzidas por ele, porém ainda não suficientes para desenvolver toda a capacidade do tema (FERREIRA, 2017).

O objetivo deste estudo é analisar o desempenho energético de um empreendimento do Programa Minha Casa Minha Vida e identificar o potencial de eficiência energética no espaço e para isso foi utilizada a norma ABNT ISO 50.002: Diagnóstico Energético. A estrutura do trabalho está dividida em cinco capítulos, o capítulo 1 apresenta os conceitos de políticas públicas e a sua importância para o desenvolvimento do país, especialmente as políticas energéticas e habitacionais. O capítulo 2 trata da definição de eficiência energética e as medidas eficientes para o setor de edificações, o capítulo 3 apresenta a gestão de energia e a ferramenta de diagnóstico energéticos, muito útil para identificar o potencial de eficiência energética em uma organização. O capítulo 4 traz a análise dos dados coletados e os resultados da pesquisa de campo e o capítulo 5 as considerações finais.

Objetivos Específicos

- Avaliar o desempenho térmico das unidades habitacionais do Paranoá Parque;
- Analisar as informações sobre os hábitos de consumo de energia elétrica das unidades habitacionais do Paranoá Parque;
- Analisar o custo de implementação das medidas de eficiência energética para o Paranoá Parque;
- Recomendar melhorias para o conjunto habitacional Paranoá Parque em termos de desempenho energético e benefícios financeiros;

Metodologia

A metodologia deste trabalho foca em estratégias para a redução do consumo de energia elétrica e conforto térmico em habitação de interesse social, relacionadas com as estratégias bioclimáticas e o consumo de energia elétrica. A ferramenta Diagnóstico Energético presente na norma NBR ISO 50.002 foi utilizada para avaliação da eficiência energética na unidade habitacional do programa Minha Casa Minha Vida. Dessa forma, foi feita uma pesquisa extensa sobre os temas pertinentes com pesquisa de campo e análises de custo-benefício.

Para alcançar os objetivos propostos foi realizada uma revisão bibliográfica sobre políticas públicas, eficiência energética, programa Minha Casa Minha Vida, estratégias eficientes para edificações e diagnóstico energético. A pesquisa foi feita por meio das bases de dados online Plataforma Capes, Scielo e Google Scholar e livros, análise documental e de leis, resoluções normativas e decretos, dissertações e teses.

Para a realização das buscas nas bases de dados online, foram feitas pesquisas utilizando palavras como: “eficiência energética no setor residencial”, “políticas públicas: eficiência energética”, “Habitação de interesse social e eficiência energética”, “diagnósticos energéticos”, “programa Minha Casa Minha Vida” e “arquitetura bioclimática”.

De acordo com Markoni e Lakatos (1996), os métodos científicos são práticas sistemáticas e racionais utilizadas frequentemente para alcançar um objetivo válido, provado e com processos transparentes que auxiliam as tomadas de decisão. Dentre as metodologias científicas, o método indutivo é uma das abordagens mais utilizadas na área da ciência, que parte de observações específicas para produzir uma generalização (MARKONI e LAKATOS, 1996).

O diagnóstico energético do Paranoá Parque se baseou na norma da ABNT NBR ISO 50.002 e para o seu desenvolvimento foi utilizado o método indutivo, que se baseia em dados particulares e constatados, ou seja, é baseado na observação de fenômenos, na relação entre eles e a generalização dessa relação. É uma abordagem fundamentada em premissas e agrupamentos de fatos ou fenômenos do mesmo tipo que possuem uma relação constante e podem levar a uma generalização (MARKONI e LAKATOS, 1996).

O objeto de estudo deste trabalho é o empreendimento Paranoá Parque, que é estruturado em quadras habitacionais, que se diferem pela quantidade de prédios em cada uma. A maioria das quadras, 55%, estão organizadas em conjuntos com 14 edifícios de quatro pavimentos e 16 apartamentos de 46 m² cada. Os outros 45% de quadras do empreendimento, são arranjos de 15 prédios com as mesmas características construtivas. Dessa forma, a abordagem indutiva de pesquisa e análise foram utilizadas para confirmar essa hipótese.

A fim de coletar informações sobre o Paranoá Parque, foi feita uma pesquisa de campo do tipo Quantitativa-descritiva, por ser tratar de uma investigação empírica para a delimitação do problema e avaliação do programa (CARVANELLI e MIGUEL, 2009). Para isso foi aplicado um questionário semiestruturado aos moradores do empreendimento com perguntas sobre os hábitos de consumo de energia elétrica e o sistema construtivo da unidade habitacional. A elaboração do questionário foi baseada na ‘Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso’ para a Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil do PROCEL (2019). Também foi solicitado ao morador uma fatura da conta de energia elétrica, para que se fosse coletado o histórico de consumo em kWh/mês. Os questionários foram aplicados em visitas técnicas realizadas ao Paranoá Parque. Logo, após essa etapa, as análises do potencial de melhorias em eficiência energética nas edificações puderam ser feitas.

A fim de identificar o potencial de melhorias em eficiência energética no empreendimento, os seguintes parâmetros e condições de contorno definidos na norma brasileira para o Desempenho Térmico das Edificações, na parte de Zoneamento Bioclimático e diretrizes construtivas para habitação de interesse social, precisam ser observados (ABNT, 2005):

- tamanho das aberturas para ventilação;
- proteção das aberturas;
- vedações externas (tipo de parede externa e tipo de cobertura); e
- estratégias de condicionamento térmico passivo.

Dessa forma, as análises dos dados do empreendimento seguiram as definições da Portaria nº 660/2018 para os projetos de empreendimentos de habitação de interesse social do programa Minha Casa Minha Vida que devem atender o conjunto de “Especificações para os Empreendimentos de Habitações de Interesse Social – HIS”, estabelecido pelo antigo Ministério das Cidades (2018). Esses critérios de avaliação foram incluídos na legislação na terceira fase do programa, como o Paranoá Parque é um projeto da primeira fase, as possíveis melhorias em eficiência energética serão identificadas a partir da avaliação de conformidade com esses critérios.

O documento “Especificações para empreendimentos HIS” estabelece orientações compatíveis com a norma brasileira ABNT 15.575: Edificações Habitacionais – Desempenho em vigor desde 2013 (BRASIL, 2018). Nele são determinadas as diretrizes gerais para atender os requisitos de desempenho das edificações. Logo, as análises deste trabalho utilizaram o cálculo do desempenho térmico da unidade habitacional e a adequação a zona bioclimática do empreendimento.

Para a análise da zona bioclimática, foram coletadas as informações climáticas da região do empreendimento na plataforma online do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (2016). São elas: as médias de temperatura local, a relação da temperatura com a zona de conforto, a umidade relativa, a radiação média mensal e a rosa dos ventos. Além do mais, tendo como referência o Zoneamento Bioclimático, foi possível identificar as soluções de eficiência energética de acordo com a região.

O Zoneamento Bioclimático Brasileiro consiste na divisão do território do país em oito zonas como resultado da análise climática dos dados obtidos de 1931 a 1990 e está definido na norma NBR 15.220: Desempenho térmico das edificações (ABNT, 2005). A parte três desta norma destaca as zonas bioclimáticas e as diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social em cada região.

A análise do desempenho térmico do empreendimento consistiu em apresentar o cálculo da transmitância térmica e capacidade térmica das paredes de fachada, baseado na norma brasileira de Desempenho Térmico de Edificações NBR 15.220 (ABNT, 2005). Para isso foram utilizados os valores da resistência térmica, condutividade térmica e calor específico do material e a espessura da camada. Dessa forma, avalia-se a adequação dos resultados à zona bioclimática segundo os critérios mínimos da ABNT NBR 15.575: Edificações habitacionais – Desempenho (2013). O documento “Orientações ao Proponente para aplicação das especificações de desempenho de empreendimentos de HIS” também será usado como referência.

A partir da avaliação do projeto do Paranoá Parque de acordo com a atual legislação, as não conformidades são identificadas e, assim, possíveis melhorias são recomendadas. Para este estudo foram consideradas as recomendações da ABNT NBR 15.220: Parte 3 e as medidas de sustentabilidade para consumo de energia e arquitetura passiva do trabalho Sustentabilidade em Habitação de Interesse Social (WRI, 2018). As soluções foram propostas de acordo com o valor do investimento inicial e o tempo de retorno econômico, sendo que os menores custos são priorizados por se tratar de um empreendimento de baixa renda. Dessa forma, as medidas de baixo custo se tornam mais atrativas devido à redução nas despesas familiares e o baixo investimento inicial.

Os resultados são apresentados no formato de Relatório de Diagnóstico Energético da norma ISO 50.002 (2014). Esse documento deve conter os dados relevantes sobre o desempenho energético da unidade habitacional baseado nos parâmetros determinados, como o status quo da edificação, as possíveis melhorias em eficiência energética e o custo-benefício de cada uma delas. Além disso, a caracterização do sistema construtivo do empreendimento e informações adicionais coletadas na pesquisa de campo.

A análise de custo-benefício das melhorias foi feita por meio do método do *Payback* simples, ou período de *Payback* simples, que é o tempo de retorno de um investimento. Esse método é a forma mais simplificada de calcular a viabilidade de um investimento, onde os fluxos de caixa são aferidos, por período, e somados até se igualar ao valor do capital investido inicialmente (VANNUCCI, 2017).

Medidas que contribuam para o uso racional de recursos e para a qualidade de vida das pessoas são cada vez mais necessárias no contexto das mudanças climáticas. O programa Minha Casa Minha Vida é a maior iniciativa de habitação de interesse social do Brasil e pode contribuir com a redução do consumo de energia elétrica. Além disso, a recomendação das medidas de baixo custo são importantes para reforçar a necessidade de reconsiderar os

padrões construtivos aplicados no país (ELI, 2017). Este trabalho pretende contribuir para os estudos na área de eficiência energética para HIS, de forma a apresentar a ferramenta de diagnósticos energéticos e os benefícios de avaliar o desempenho energético da edificação.

Amostragem

A coleta de dados é a primeira etapa no processo de avaliação da eficiência energética no Paranoá Parque a fim de reunir informações sobre a população a ser estudada. Para isso, foi empregada a amostragem, teoria que estuda as relações entre uma população e suas amostras, para determinar o número de amostras a ser estudado.

Foi considerada uma amostragem aleatória simples e foi estabelecido um grau de confiança de 90% e erro amostral permitido de 10% para a definição do número de amostras a serem coletados (questionários a serem aplicados). Dessa forma, para determinar o tamanho da amostra foi utilizada a expressão descrita na equação 01 (Martins e Domingues, 2017):

$$n = \frac{N Z^2 \gamma (1-\gamma)}{(N-1)e^2 + Z^2 \gamma (1-\gamma)} \quad (01)$$

onde,

n: tamanho da amostra

N: tamanho do universo

Z: valor crítico

γ : grau de confiança

e: erro amostral

O Paranoá Parque possui um universo com 6240 apartamentos e com grau de confiança e erro amostral determinados, o valor crítico Z é igual a 1,645. Logo, o tamanho da amostra n calculado para esses parâmetros é igual a 24,27, aproximado, são 25 amostras. Dessa forma, o levantamento de dados foi realizado por meio da aplicação do questionário para 25 unidades habitacionais no empreendimento Paranoá Parque.

A equação 01 é utilizada para distribuição normal de dados, ou seja, para informações que descrevem fenômenos naturais e sociais com apresentem frequências próximas do normal, determinadas pelo valor da sua média e desvio padrão. Dessa forma, foi realizado o teste de normalidade Ryan-Joiner a fim de provar a normalidade dos dados no caso estudado.

O teste de normalidade Ryan-Joiner é aplicado para testar se as informações coletadas são parte de uma distribuição normal. O teste é baseado na relação linear da estatística de ordem normal de uma amostra n e a amostra em estudo ordenada, sendo a ideia central a

significância dessa relação. Para isso, Ryan-Joiner propôs a estatística teste baseada no coeficiente de correlação r amostral de Pearson, descrito na equação 02 (Portal Action, 2020).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})(Z_i - \bar{Z})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2}} \quad (2)$$

onde,

r : coeficiente de correlação

Y_i : valores ordenados da amostra

\bar{Y} : valores da amostra

Z_i : valores ordenados do quantis teórico

\bar{Z} : valores do quantis teórico

O teste consiste em fixar hipóteses, sendo que a hipótese nula (H_0) confirma que a amostra é resultado de uma distribuição normal e a hipótese alternativa (H_a), conclui que a amostra não é resultado de uma distribuição normal. A fim de realizar os cálculos com precisão, foi utilizado o *software* Action, uma extensão para o Excel® com funções de probabilidade e estatística. Para as análises foram utilizados os dados de consumo anual médio de energia elétrica em kilowatts hora, de vinte e cinco unidades habitacionais do Paranoá Parque com nível de significância de 0,05.

O valor de r encontrado para foi de 0,930, que de acordo com Santos (2012), se r for próximo de 1, temos evidências para confirmar a hipótese nula. Dessa forma, o resultado evidencia a distribuição normal. Além disso, para confirmar a hipótese nula, o valor crítico (C_α) também é considerado no teste e deve ser menor que r . Para encontrar o valor crítico na tabela *Valores Críticos do Coeficiente de Correlação r* (anexo 1) foi utilizado o grau de liberdade (GL) da amostra e nível de significância 0,05. Logo, o C_α encontrado é igual a 0,3961, confirmando a distribuição normal dos dados.

1. Políticas Públicas

O Estado desenvolve iniciativas e programas para atender as demandas sociedade, através da participação do executivo, legislativo e judiciário. O papel do Estado moderno democrático é promover o desenvolvimento econômico e atividades sociais (MENKES, 2004). Contudo, essas intervenções nem sempre são favoráveis, isso porque o Estado possui posição e informações privilegiadas e pode agir a partir do interesse de grupos específicos (KUPFER & HANSCLEVER, 2013).

O Estado é um mecanismo funcional, vindo da formação cultural humana, responsável por promover o bem comum da população. Para alcançar os objetivos e metas de forma eficiente é necessário o planejamento das ações baseado em critérios de racionalidade, clareza e transparência (DIAS & MATOS, 2017). Dessa forma, a finalidade do Estado é desenvolver condições sociais que colaborem com progresso de todos os membros da sociedade.

A evolução dos processos de produção, como a fabricação em massa e a concentração de renda, revelaram a necessidade de expandir as funções do Estado. Apesar de o pensamento liberal considerar a autorregulação do mercado como o mecanismo mais eficiente para a alocação dos recursos da sociedade, alguns autores reconhecem que há falhas em seu funcionamento (DIAS & MATOS, 2017). O Estado tem o papel de induzir o desenvolvimento econômico, além de cumprir os objetivos sociais.

Historicamente, os governos desempenharam o papel de agente econômico, a fim de diminuir as desigualdades inerentes à expansão do mercado de capitais. No entanto, essa linha de ação se mostrou ineficiente, em uma estrutura que não propicia os benefícios sociais (DIAS & MATOS, 2017). A atuação do governo nem sempre é a mais adequada, isso porque muitas vezes as políticas públicas são elaboradas a partir de uma visão distante do problema.

As decisões dos gestores públicos são pautadas pela racionalidade limitada, ou seja, baseiam suas ações nos problemas encontrados, em informações incompletas ou imprecisas, em interesses pessoais e em prazos limitados (KUPFER & HANSCLEVER, 2013). Para minimizar essa situação, o conhecimento racional e técnico deve ser priorizado e as estruturas institucionais formuladas com clareza e transparência.

A racionalidade limitada é uma característica relacionada ao comportamento humano, que mesmo propositalmente racional ainda possui limitações. Este comportamento presente em ambientes complexos e com incertezas causam a assimetria de informação no processo, ou seja, transações variadas e incertas causam diferenças nas informações entre as partes envolvidas (KUPFER & HANSCLEVER, 2013). Por isso, a regulação é o mecanismo indicado para determinar regras, procedimentos e incentivos a fim de minimizar essas falhas que se mostram inerentes ao homem e suas relações.

O papel do Estado é atuar a favor do interesse da população, com o intuito de proporcionar o bem comum e o direcionamento econômico para melhor alocar os recursos da sociedade. No entanto, regularmente a atuação dos governos está distante desse objetivo social, com políticas públicas ineficientes que privilegiam algumas classes em detrimento de outras (MENKES, 2004). Essa situação é reflexo da conduta oportunista do homem em manipular as informações e os recursos aos seus interesses pessoais. Por isso, a regulação é

um instrumento utilizado para direcionar o comportamento dos agentes aos objetivos e metas desejados a partir de uma estrutura de governa séria e transparente (KUPFER & HANSCLEVER, 2013).

A intervenção do Estado na economia já era um debate nas décadas de 1980 e 1990, levando os governos a testarem a regulação. Os governos demonstravam os sinais de esgotamento e limitações em atender as demandas sociais, permitindo a ascensão do neoliberalismo com políticas de desestatização e a desregulamentação (MENKES, 2004). Porém, a experiência neoliberal demonstrou a incapacidade do mercado em substituir o poder público nas demandas da sociedade, deixando claro a importância de incluir a estrutura institucional no planejamento das políticas (MENKES, 2004).

Nesse contexto, o papel do Estado precisou ser remodelado, onde as atividades de regulamentação foram fortalecidas. A regulação deve assegurar o interesse da sociedade nas relações com outros atores da sociedade, como as empresas privadas. De acordo com Menkes (2004), o poder público tem o desafio de reestruturar sua atuação e se tornar mais transparente e eficaz. Dessa forma, as condições institucionais devem ser definidas com clareza e seriedade para que os instrumentos utilizados sejam efetivos.

Os governos são responsáveis por formular, aplicar e fiscalizar essa regulamentação, de forma clara e definida. O Estado deve prover um conjunto de condições apropriadas para o bem-estar social e desenvolvimento da sociedade como um todo (DIAS & MATOS, 2017). Portanto, o desafio do Estado é formular as políticas de incentivo, regras ou instituições que reflitam as demandas da população. Por exemplo, a economia é uma área onde as interações processuais e os agentes são múltiplos, e o seu funcionamento depende da estrutura que o regula.

Os agentes do mercado econômico precisam de incentivos para maximizar sua dedicação e riquezas, assim o Estado desenvolve a regulamentação das atividades e representa o interesse público (DIAS & MATOS, 2017). A regulamentação é um conjunto de instrumentos, como regras e procedimentos, que regem uma instituição na estruturação das políticas públicas.

O Estado desempenha o papel de promover a infraestrutura para o desenvolvimento e medidas de organização dos setores. Novas estratégias são formuladas para aumentar a qualidade de vida da população em áreas como o meio ambiente, saúde, educação, habitação, lazer e segurança (MENKES, 2004). Para isso, o poder público utiliza das políticas públicas para alcançar resultados satisfatórios e garantir o interesse social nos diversos segmentos da sociedade. Mas o que são políticas públicas?

O conceito de política pública está associado ao poder social, no entanto, é uma descrição muito ampla. De acordo com Dias e Matos (2017), as políticas públicas são instrumentos específicos utilizados por autoridades legitimadas em busca da realocação dos recursos desiguais da sociedade. Logo, é uma atividade social que visa solucionar um problema público, ou seja, as necessidades da população.

O problema público é determinado como o distanciamento entre a situação ideal e a realidade, ou seja, é uma situação que incomoda uma quantidade relevante de pessoas (SECHI, 2016). As políticas públicas são os instrumentos reais utilizados para enfrentar um problema público, como as leis e os programas sociais. As políticas públicas podem existir em diferentes áreas, em variados níveis de atuação e com a presença de diversos atores (SECHI, 2016). Dessa forma, uma política pública é elaborada para reduzir ou eliminar um problema público (SECHI, 2016).

O termo “políticas públicas” é caracterizado por diversas áreas do conhecimento, como a ciência social e a ciência política, e possui a finalidade de analisar o problema central e o processo resolutivo governamental. Para isso, o conceito de “público” deve ser compreendido com uma dimensão comum controlada pelo governo, não pertencente a ninguém particular e sim comum a todos (DIAS & MATOS, 2017). Nesse âmbito, um conjunto de ações são elaboradas pelo poder público para garantir a gestão dos problemas públicos, ou seja, os problemas que sejam de interesse comum da sociedade.

A frequente discussão sobre políticas públicas está relacionada a limitada quantidade de recursos disponíveis utilizados para atender as demandas de uma grande quantidade de pessoas. Deste modo, o Estado deve, a partir da observação das demandas da sociedade, planejar as ações, avaliar as possibilidades, estruturar a implementação e desenvolver processos para a avaliação dos resultados (BARROS, 2015). Dessa forma, as políticas públicas tratam da gestão dos problemas públicos e dos recursos disponíveis, desde a identificação de prioridades à avaliação dos resultados, a fim de atingir os objetivos e metas.

As políticas públicas dependem da diversificação da economia, de qual o regime social estabelecido, do entendimento dos governantes sobre o papel do Estado e pela atuação dos outros grupos sociais da sociedade (BARROS, 2015). De modo geral, a formulação dessas políticas é uma tarefa complexa, pois são processos políticos dinâmicos que envolvem

a atuação de inúmeros agentes políticos e sociais, com ações específicas em diferentes áreas.

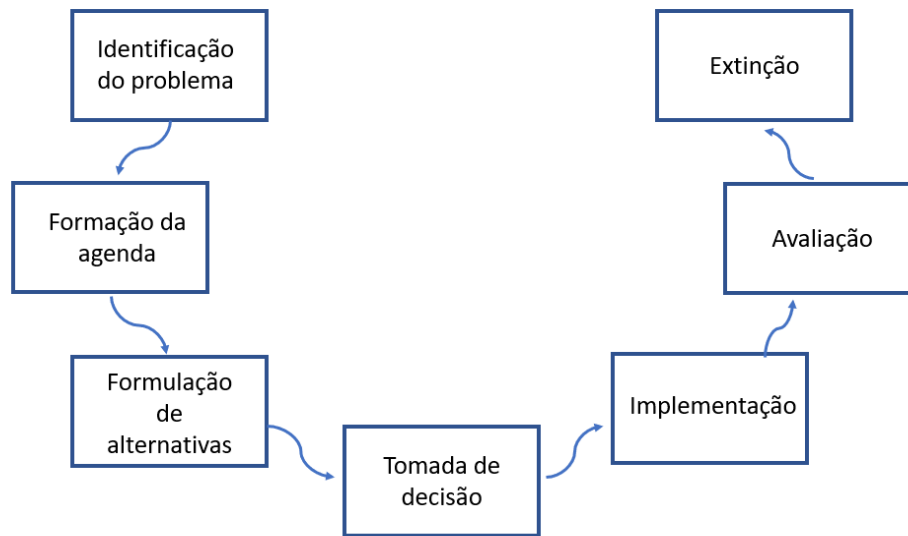


FIGURA 01 – Ciclo de políticas públicas
Fonte: Elaboração própria baseada em SECHI (2014)

O ciclo de políticas públicas é conhecido também como o processo de elaboração das políticas públicas (SECHI, 2014). A Figura 01 – Ciclo de Políticas Públicas permite visualizar as fases de formulação das ações de forma sequencial e interdependentes. De acordo com SECHI (2014) o ciclo de políticas públicas pode ser restrito em sete fases: identificação do problema, formação da agenda, formulação de alternativas, tomada de decisão, implementação, avaliação e extinção.

A determinação das fases do ciclo de políticas públicas tem grande utilidade para a organização das ideias. Basear a formulação dessas políticas em fases, simplifica essa tarefa complicada e multifacetada, criando referenciais comparativos (SECHI, 2014).

Apesar da abordagem teórica, os ciclos de política pública pouco refletem a real prática ou implementação de uma política pública. Segundo COHEN, MARCH E OLSEN (2012, *apud* SECHI, 2014), em alguns casos a identificação do problema se confunde com a solução e demonstra que o fim do processo poder ser o início da abordagem. Logo, o processo de elaboração de políticas públicas é incerto e utiliza de embasamentos teóricos para guiar sua concepção (SECHI, 2014).

A formulação das políticas públicas é a etapa em que os governos atuam conforme seus ideais e propósitos para produzir efeitos reais na sociedade. É um processo de tomada de decisão em relação aos atores do sistema, instrumentos de intervenção e abordagens de

execução (DIAS & MATOS, 2017). As políticas públicas serão o resultado desse processo, ganhando forma e traduzindo os interesses do Estado em alcançar as metas estabelecidas.

O contexto espacial das políticas públicas é o contexto institucional onde são desenvolvidas as regras e as instituições que compõem esse cenário (SECHI, 2014). Para os institucionalistas tradicionais, as instituições são as “regras do jogo” e condicionam o processo político, como os atores envolvidos e estratégias (SECHI, 2014). No entanto, para o Neoinstitucionalismo, o comportamento dos atores depende da solidez do mecanismo institucional e os também dos valores culturais envolvidos, pois estes influenciam as relações sociais.

As transações entre o Estado, a sociedade e o mercado são complexas e possuem falhas que comprometem os objetivos de alcançar o bem-estar social e o desenvolvimento econômico (KUPFER & HANSCLEVER, 2013). No papel de agir pelo interesse da população, o Estado utiliza a regulação, isto é, aplica os mecanismos e instrumentos para direcionar os agentes e suas relações aos resultados desejados. A necessidade de regulação permite que diferentes estratégias sejam estudadas a fim de elaborar a estrutura ideal para as áreas destinadas, de modo a atender as demandas da sociedade.

1.1 Políticas Públicas de Eficiência Energética

Projetos de eficiência energética são uma saída às mudanças climáticas, ao desenvolvimento econômico sustentável e a segurança energética. Logo, são necessários esforços conjuntos entre o Estado, setor privado e sociedade para reduzir o consumo energético. Incentivos a inovação, mecanismos de financiamento são algumas das ações que podem influenciar o comportamento de milhares consumidores de energia (MENKES, 2004).

A eficiência energética é uma atividade de inovação que influencia outros segmentos devido à variedade de práticas que podem ser implementadas e as dimensões que podem ser alcançadas (DAVID & SABBADINI, 2016). Por isso, as práticas comuns de formulação de políticas públicas possuem critérios insuficientes para a implementação dos parâmetros energéticos eficientes. O desenvolvimento sustentável e seguro depende do desenvolvimento de iniciativas de eficiência energética que tenham a participação todas as partes interessadas.

De acordo com a *International Energy Agency* (2010), desenvolver políticas públicas para o desenvolvimento sustentável é um desafio, por incluir os critérios ambientais na solução. As formas de consumo e os hábitos das sociedades favorecem a exploração descontrolada e a deterioração do meio ambiente pode ser evidenciada pelos desastres

ambientais (IAE, 2010). Essa situação evidencia a necessidade do Estado em agir para minimizar a situação. Dessa forma, a eficiência energética se torna, por meio de políticas públicas, um indicador de comportamentos adequado à minimização dos impactos ambientais (IAE, 2010).

O Estado deve proporcionar o bem-estar social a partir de um ambiente sustentável, fornecendo energia segura aos seus cidadãos. As mudanças climáticas forçaram os governos do mundo todo a formular políticas públicas para o desenvolvimento sustentável e redução dos gases de efeito estufa, e a eficiência energética é uma prática que contribui para isso (DIAS & MATOS, 2017). Políticas de conservação de energia podem direcionar os consumidores a novos hábitos e proporcionar resultados satisfatórios na preservação dos recursos naturais e na redução dos custos.

O contexto das políticas de eficiência energética é único para cada país, porém o direcionamento comum dessas políticas está em função das mudanças climáticas, do desenvolvimento econômico e da competitividade, da segurança energética e questões de saúde pública. Logo, desenvolver essas políticas é um tema de liderança global para diferentes realidades regionais (IEA, 2010). Suprir a demanda de energia da população e prover recursos energéticos seguros à um preço acessível é um desafio para os governos. Dessa forma, o Estado deve conhecer o comportamento dos seus consumidores e promover mecanismos que estimulem o uso racional de energia nos diferentes setores da sociedade.

O poder público deve possuir planejamento estratégico para a geração, fornecimento e consumo de energia a fim de estimular e proporcionar o desenvolvimento de ações em eficiência energética (MENKES, 2004). As medidas de eficiência energética a serem implantadas dependem do cenário político e da situação econômica do país. Para desenvolver essas ações é necessário o esforço coletivo de várias instituições da sociedade, como o legislativo e o setor privado.

Para explorar os potenciais em eficiência energética, a implementação de políticas públicas efetivas é fundamental para o sucesso. Diferentes tipos de mecanismos de regulação podem ser aplicados na estruturação das políticas, como as tarifas diferenciadas medidas fiscais de incentivo a inovação (IAE, 2010). O desenvolvimento de instrumentos de regulação, aplicação de técnicas de retroalimentação, criação de fundos de financiamento, entre outros, estão entre as medidas comuns que fazem parte da estrutura básica de uma política pública para eficiência energética (IEA, 2010).

A *International Energy Agency* (2010) apresenta três pilares da estrutura de governança do setor energético e indica algumas medidas para promover a eficiência energética, conforme Figura 02.

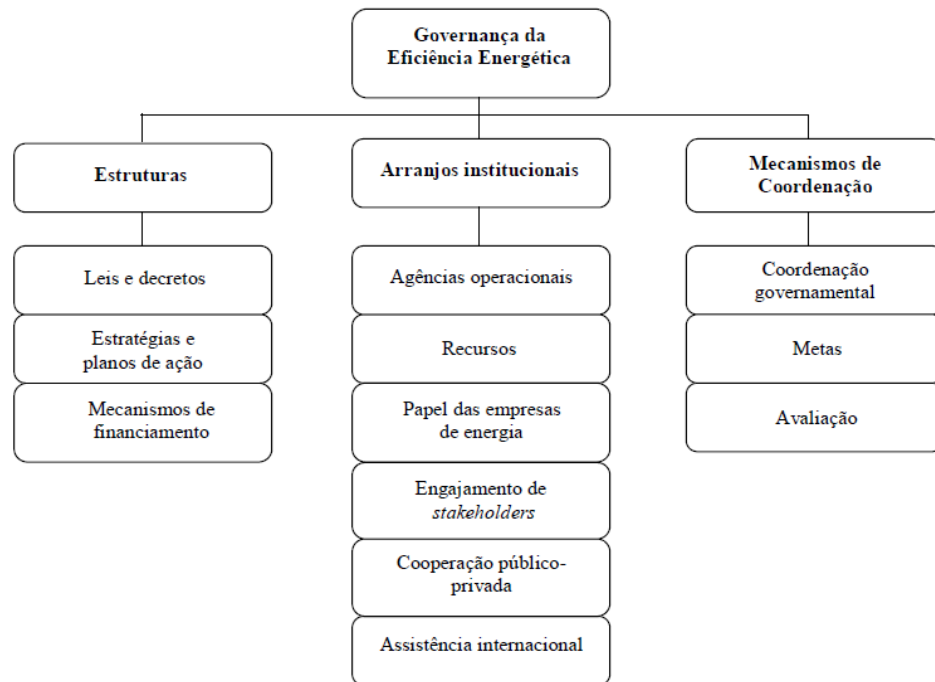


FIGURA 02 – Governança de Eficiência Energética

(Fonte: BARROS, 2015)

A Figura 02 – Governança de Eficiência Energética indica o arranjo para implementar políticas de eficiência energética. As linhas de ação para elaborar programas e iniciativas que contribuam com o desenvolvimento sustentável são baseadas em estruturas legais, na organização institucional e os mecanismos de monitoramento e fiscalização.

A estrutura legal das políticas públicas busca indicar a competência, o entendimento, a relevância e os recursos para efetivar os avanços em conservação de energia. A partir da base legal, as políticas energéticas indicam qual seu objetivo geral e as estratégias que serão utilizadas. Ou seja, determinam os instrumentos de regulação, como o código de obras e os indicadores mínimos de eficiência, e apontam as responsabilidades dos atores e instituições envolvidas, propondo os mecanismos de financiamento para a inovação (IEA, 2010).

As melhorias causadas pela eficiência energética podem ser difíceis de serem alcançadas. Para tal, é necessário que o trabalho legislativo, os arranjos institucionais de governança, os mecanismos de financiamento e o modelo de gestão estejam juntos e coordenados para que as estratégias de eficiência energética sejam implementadas (MENKES,

2004). O esforço conjunto de diferentes atores da sociedade fundamental para que as melhorias em eficiência energética atinjam o nível de escala e tenham um desenvolvimento econômico sustentável (IEA, 2010).

Utilizar dos arranjos nacionais e do planejamento das ações do poder público para incluir as pautas de eficiência energética é uma prática comum em diversos países. Dessa forma, é possível criar entendimento entre os *stakeholders* e assim, desenvolver ações (DIAS & MATOS, 2017). Por exemplo, elaborar mecanismos de financiamento para desenvolver novas organizações e responsabilidades a fim de implementar as políticas.

As políticas públicas de eficiência energética podem proporcionar inúmeros benefícios para o Estado e para a sociedade em geral. Isso porque as ações têm como objetivo causar a redução na demanda interna de energia, contribuindo para o planejamento energético e para a redução de custos de produção e de consumo (IEA, 2010). O desenvolvimento de novas tecnologias mais eficientes aumenta a competitividade das indústrias e contribui para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa. Além do mais, proporciona menores níveis de poluição para a população (IEA, 2010).

As intervenções em eficiência energética, no entanto, podem encontrar algumas barreiras, como a falta de comprometimento do mercado, o desconhecimento do custo-benefício das melhorias e a escassez de informações sobre o assunto entre as partes interessadas (IEA, 2010). Para isso, a regulação deve ser bem estruturada e direcionada aos problemas regionais, promovendo incentivos aos produtores de energia e direcionando os consumidores ao uso racional de energia (IAE, 2010). Logo, as políticas públicas devem ser formuladas a fim de superar essas dificuldades.

Ao longo dos anos, políticas em diferentes níveis foram desenvolvidas para solucionar as insuficientes medidas de conservação de energia. Novos resultados podem encontrados com a concepção e implementação de políticas de eficiência energética. Uma vez solucionados, o mercado garantirá os níveis econômicos de desenvolvimento (BARROS, 2015). Por isso, uma das estratégias mais comuns das políticas é focar no desenvolvimento de mercados para equipamentos ou infraestrutura de eficiência energética e construção.

Diferentes mecanismos de políticas são combinados para promover incentivos mais vantajosos aos usuários. O contexto de eficiência energética é diferente em cada região, porém existem caminhos e barreiras em comum na implementação das políticas (IEA, 2010). Os objetivos em comum das políticas de eficiência energética envolvem a segurança no fornecimento de energia, o desenvolvimento tecnológico, o meio ambiente e qualidade de vida da população. Dessa forma, a fim de exemplificar prover segurança significa o

fornecimento constante de energia e as soluções em eficiência energética favorecem a redução da demanda e aumenta a confiabilidade do sistema (IEA,2010).

Os objetivos ambientais das políticas de eficiência energética são para contribuir para a diminuição das mudanças climáticas. A eficiência energética está relacionada com a conservação de energia, ou seja, se refere a utilização racional e eficiente dos recursos energéticos em uma determinada ação (BARROS, 2015). Logo, iniciativas para a redução de emissões de gases efeito estufa, o aumento do uso de tecnologia eficientes ações de conscientização sobre os hábitos de consumo são exemplos de estratégias de promoção da eficiência energética.

Promover práticas de eficiência energética envolve aperfeiçoar as relações de transformações energéticas na área dos transportes, indústria e residencial. Além disso, impulsionar o uso de tecnologias mais eficientes promovem as melhorias em conforto ambiental e desempenho energético eficiente (BARROS, 2015). Dessa maneira, os requisitos básicos de eficiência energética são o aperfeiçoamento das condições de conforto ambiental, favorecendo a produtividade e segurança dos usuários, a mitigação dos impactos ambientais e o aumento na qualidade dos padrões de energia.

As leis e decretos são importantes ferramentas para as políticas de eficiência energética, a partir delas é possível direcionar os objetivos e estratégias. Além disso, proporcionam a base legal para a regulação, como os parâmetros mínimos de eficiência e a obrigatoriedade de auditorias (DIAS & MATOS, 2017). Podem determinar também as responsabilidades para desenvolvimento e implementação dos programas, os mecanismos de financiamento e específicos fundos de recursos.

Formular leis efetivas para a eficiência energética - EE implica em determinar os elementos críticos que devem ser estar contidos nas regras e normas. Isso indica articular os propósitos e estratégias da política de EE, incluir metas e *deadlines* para os resultados, determinar as responsabilidades e sistemas de retroalimentação para monitoramento e fiscalização (DIAS & MATOS, 2017).

As leis de eficiência energética possuem elaboração complexa, para isso os atores envolvidos no processo devem estar comprometidos em elaborar uma política efetiva. A definição da abordagem mais adequada à regulação é determinada a partir das considerações técnicas e políticas, assim como, o equilíbrio devido aos conflitos de interesse que podem surgir. A fim de alcançar os resultados satisfatórios nas melhorias de EE, os programas necessitam de revisões e alterações ao longo do tempo (BARROS,2015). Dessa forma, é

recomendado elaborar leis mais flexíveis, que abrangem o sistema como o foco em metodologias de gestão para a melhoria contínua.

Estratégias e planos de ação são fundamentais para as iniciativas governamentais, é por meio delas que muitos países conseguiram desenvolver atividades para engajar os *stakeholders* e construir um consenso sobre eficiência energética. As estratégias devem ser coerentes com o contexto político que está inserida, assim, causar o envolvimento das partes interessadas e capturar as sinergias (IEA, 2010). O planejamento de ações deve ser baseado em curto, médio e longo prazo e evidenciar a importância da retroalimentação dos dados de monitoramento para avaliação dos resultados e expansão das medidas de sucesso e revisão das respostas negativas.

As políticas de eficiência energética influenciam atividades econômicas, como a vida cotidiana e os processos industriais. Vincular a estratégia de eficiência energética ao contexto mais amplo da política aumenta a probabilidade de atingir os objetivos de eficiência energética (IEA, 2010). As estratégias devem ser complementadas por uma série de ações para atingir as metas estabelecidas. Portanto, as estratégias proporcionam uma visão de alto nível e iniciativas e planos econômicos complementam as táticas (IEA, 2010).

Mecanismos de financiamento estáveis e confiáveis são essenciais para o sucesso dos programas. Os fundos orçamentários do governo são fontes de crédito confiáveis para financiamento de programas federais. No entanto, as ineficiências do Estado podem afetar a destinação dos recursos (IEA, 2010). As políticas energéticas precisam ter um portfólio diverso de mecanismos financeiros para superar a insuficiência do Estado. Estratégias como aumentar os impostos de energia para desencorajar o consumo de energia ou as emissões de gases de efeito estufa é um exemplo de iniciativa bem-sucedida (IEA, 2010).

O mercado de eficiência energética é diverso e possui capacidade inovadora que faz com que os financiamentos sejam variados, para que a sua implementação não seja comprometida. Algumas condições devem ser consideradas para selecionar mecanismos de financiamento efetivos. O fundo deve possuir recursos suficientes para financiar os custos de implementação, estabilidade e autonomia. A fonte de recursos precisa ser confiável e contribuir para outras iniciativas, sem causar distorções no mercado (IEA, 2010).

Para implementar as políticas públicas, o arranjo institucional precisa ser bem organizado e refletir o objetivo principal da iniciativa. Não existe uma estrutura organizacional certa para a implementar a eficiência energética, porém existem pontos críticos em comum como a base legal e o comprometimento das partes interessadas (BARROS, 2015). Estruturar

planos de ação que envolvam parcerias com o setor privado, instituições de ensino e governos locais demonstram empenho e solidez.

Os impactos de EE são muitas vezes difíceis de mensurar, dessa fora a etapa de avaliação se torna crítica para uma boa governança de eficiência energética. Testar o planejamento, monitorar resultados gerais, comparar o desempenho do programa é fundamental para ajustar o plano de ação e implementar novas ações (IEA, 2010). Avaliar as políticas de EE é o processo de documentação dos resultados, avaliação das dificuldades e base para novos métodos.

A inovação energética é uma área de grande relevância para as políticas energéticas, os governos se esforçam para promover o uso de tecnologias mais eficientes. O desenvolvimento tecnológico é fruto do conhecimento e do aprendizado, do diálogo entre os agentes, das parcerias e da determinação de um objetivo comum. De acordo com o BARROS (2015), o processo de apresentar a eficiência energética ao mercado e se tornar uma economia estável é conhecido como Transformação de Mercado.

As estratégias de transformação do mercado têm como propósito agir nas ineficiências do mercado, como as barreiras de quantidades ou de preços, ou o elevado custo de transação. A intenção é desenvolver a economia de energia ao longo prazo e apoiar a mudança nas práticas padrões de negócio e comportamento dos usuários (BARROS, 2015). É um processo lento, para o desenvolvimento, comercialização e inserção da tecnologia de eficiência energética é necessário elaborar a política energética em perspectivas de longo prazo, o desenho institucional bem estruturado, com responsabilidades fixadas e fonte de recursos segura.

1.2 Políticas públicas de eficiência energética para o setor de edificações no Brasil

A demanda por energia elétrica em todos os setores tende a aumentar com o crescimento econômico de um país, tornando-se um dos principais problemas para a economia (CSILLAG, LAMBERTS, 2015). Não seria diferente com o setor de edificações, que são reconhecidos como a principal demanda de eletricidade do país, representando cerca de 50% do total (BEN, 2015). Para países em desenvolvimento como o Brasil, é recomendado que o crescimento econômico e a demanda por energia ocorram de forma eficiente e sustentável (EPE, 2015). Dessa forma, a eficiência energética e as construções sustentáveis são consideradas aliadas para resolver o problema energético nacional.

As edificações são construções com a função básica de promover abrigo ao ser humano, tendo como um dos objetivos proporcionar um ambiente confortável para o usuário. O conceito de conforto térmico para um edifício está relacionado com a capacidade da edificação de amenizar os climas severos e proporcionar ambientes com temperaturas amenas. Historicamente, eram utilizadas estratégias construtivas e climáticas para promover a manutenção do conforto no ambiente. No entanto, com o avanço tecnológico, a arquitetura se tornou cada vez mais dependente de sistemas que utilizam energia para a garantia do conforto térmico (PNEF, 2011).

As políticas públicas de eficiência energética no Brasil não foram formuladas para projetos a longo prazo, as ações ocorreram de forma reacional em resposta as crises energéticas. A legislação começou a ser implementada na década de 1970 com a crise do petróleo, evoluiu com a dificuldade de financiamento em 1980 e enfrentou o racionamento de energia em 2001 (JANNUZZI, MELO & TRIPODE, 2012). Apesar das evoluções consideráveis na promoção da eficiência energética e dos avanços alcançados nos últimos anos, é possível notar que as medidas foram elaboradas em resposta a instabilidade na oferta de energia.

As ações em eficiência energética realizadas pelo governo são difíceis de serem avaliadas devido à ausência de informações sobre os resultados alcançados (TEODORO, 2012). Dessa forma, para analisar a promoção de EE no setor de edificações é mais pertinente analisar os principais programas e legislações vigente e relevante à redução do consumo de energia nas edificações. No mais, ainda existem outras políticas e iniciativas, que mesmo não estando sem ligação direta com tema, são importantes para a implementação da eficiência energética.

Um dos programas de maior atuação é o Programa de Etiquetagem Brasileiro – PBE, criado em 1984, com o objetivo de contribuir para o uso racional de energia no país disponibilizando as informações sobre a eficiência dos equipamentos presentes no mercado e estabelecendo ações para definir os índices de EE. As informações são atualizadas regularmente a fim de prover conteúdo realista e conscientizar os usuários sobre os hábitos de consumo (JANNUZZI, MELO & TRIPODE, 2012). Ao longo da sua atuação, o programa obteve resultados importantes, como a o aumento da eficiência dos refrigeradores em 48% (TEODORO, 2012).

Outra iniciativa de grande importância é o PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia, criado em 1985, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Eletrobrás. O objetivo é propiciar o uso eficiente de energia elétrica, mitigar

os desperdícios e reduzir os custos (TEODORO, 2012). Os projetos do PROCEL colaboram para o aumento da eficiência energética dos bens e serviços, com ações de conscientização sobre o consumo eficiente de energia e redução dos impactos ambientais (JANNUZZI, MELO & TRIPODE, 2012). O programa influencia diversas áreas de economia, causando benefícios para a sociedade e reduzindo a demanda de energia do país.

Para promover a conscientização contra o desperdício de energia e o melhor uso dos recursos naturais, o governo federal criou o Programa Nacional da Racionalização do uso dos derivados de petróleo e gás natural – CONPET em 1991. Os objetivos principais do programa é racionalizar o uso dos recursos não renováveis, desenvolver pesquisas e inovações tecnológicas e aumentar a eficiência no uso final de energia (JANNUZZI, MELO & TRIPODE, 2012). O programa estimula a eficiência energética nos diversos setores, como residências, indústrias e transporte, contribuindo para o crescimento econômico e maior qualidade de vida a população.

Em 2001, o país passou pelo racionamento de energia elétrica devido aos problemas na infraestrutura do sistema elétrico do Brasil. Assim, foi criada a Lei nº 10.295/2001 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, com o objetivo de prover uma alocação eficiente dos recursos energéticos e a conservação do meio ambiente e é o principal marco para eficiência energética no país. A lei é o instrumento que estabelece os níveis de eficiência energética mínimo para os equipamentos elétricos e para as edificações, indicando sua importância na implantação das medidas de eficiência energética nos setores da sociedade (ASSUNÇÃO & SCHUTZE, 2017).

Em 2005 a norma brasileira NBR 15.220 foi lançada com o objetivo de avaliar o desempenho térmico das edificações, que pode ser aplicada na fase de projeto ou com a edificação já construída (ABNT, 2005). O desempenho térmico é caracterizado como o comportamento térmico mínimo esperado dos componentes das edificações, baseado em melhores condições de conforto térmico e no uso racional de energia (SOUSA, 2014). Logo, esta norma apresenta os métodos de cálculo para a transmitância térmica, capacidade térmica, atraso térmico e fator solar para os componentes do edifício, além do detalhamento das estratégias de condicionamento térmico com base em padrões e condições de contorno definidos e os métodos para medição da resistência térmica e da condutividade térmica (ABNT, 2005).

Além disso, a NBR 15.220 determina as Zonas Bioclimáticas, que é a divisão do território brasileiro em oito zonas relativamente homogêneas em relação ao clima e com isso, são recomendadas diretrizes construtivas para habitações de interesse social de acordo com a

zona bioclimática. A norma considera que o anteprojeto deve avaliar a localidade em que a edificação está incluída e estratégias bioclimáticas correspondentes as necessidades do clima local, como o tamanho das aberturas e medidas de sombreamento (ABNT, 2005). Dessa forma, essa definição de zonas bioclimáticas é utilizada em políticas públicas brasileiras, como o programa Minha Casa Minha Vida.

Além disso, em 2013 a norma ABNT NBR 15575: Desempenho de Edificações entrou em vigor devido à necessidade da normatização do desempenho dos edifícios. A normativa orienta o profissional ao desenvolvimento de projetos residenciais inserindo o fator de qualidade entregue aos usuários, ou seja, evidencia a preocupação com a vida útil do edifício, com seu desempenho, eficiência, operação e pós-ocupação (CONSELHO NACIONAL DE ARQUITETURA E URBANISMO, 2015). Ainda mais, o foco da norma é o comportamento dos elementos e sistemas construtivos focados no usuário. Dessa forma, são estabelecidos requisitos que devem ser atendidos a fim de promover habitabilidade, segurança e sustentabilidade (ABNT, 2013).

A norma se tornou ainda mais relevante para o setor de construção civil quando o governo federal incorporou na Fase 03 do Programa Minha Casa Minha Vida à obrigatoriedade do atendimento a norma de desempenho das edificações, a fim de contemplar os requisitos de qualidade e segurança na habitação (CONSELHO NACIONAL DE ARQUITETURA E URBANISMO, 2015). Dessa forma, devido a grandeza do programa habitacional, a obrigatoriedade norma indica a o direcionamento das ações governamentais em prol de aumentar a qualidade de vida dos beneficiários e uma garantia de melhor qualidade na produção habitacional federal.

A fim de apoiar o desenvolvimento do país e a promoção da qualidade e produtividade no setor da construção habitacional foi criado o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do habitat (PBQP-H) por meio da Portaria nº134/1998. A partir do ano 2000 ocorreram revisões e foi estabelecida uma ampliação do escopo do programa (ROSA, 2013). As áreas de saneamento, infraestrutura urbana e transporte e mobilidade foram englobadas e, assim, a política pública passou a promover melhorias para o habitat, um conceito mais amplo e que reflete melhor as áreas de atuação. Dessa forma, o objetivo geral do PBQP-Habitat se tornou elevar a qualidade e produtividade da construção civil por meio da por meio de abordagens de modernização tecnológica e gerencial, colaborando com o acesso universal a moradia (ROSA, 2013).

Para conseguir a certificação do PBQP-H, a empresa precisar seguir os requisitos estabelecidos no Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras

(SIAC). Além do mais, é necessário possuir alguma obra em andamento e ter a Anotação de Responsabilidade Técnica – ART. A adesão pode ser feita para o nível A ou nível B, permitindo uma flexibilidade de tempo para a empresa se adequar aos critérios, impulsionando melhorias de gestão no setor e a inovação (BRASIL, 2018).

A aplicação do PBQP-H pode proporcionar um aumento na competitividade do setor, promovendo a redução dos custos e a melhoria na qualidade dos serviços. O programa é definido pelos temas: melhoria da qualidade do habitat e modernização produtiva (ROSA, 2013). Os principais benefícios da implantação do programa são (SIENGE, 2018):

- Combate as não conformidades
- Controle dos materiais
- Acesso a linhas de financiamento exclusivas
- Uso racional de recursos
- Projetos mais eficientes

O regimento passa por revisões e atualizações periódicas a fim de assegurar sua adequação do sistema de conformidade com as necessidades do mercado. A principal mudança foi assumir a norma de desempenho ABNT NBR 15.575 como um requisito básico, exigindo então, maior comprometimento das empresas com a qualidade do ambiente construído para usuário (BRASIL, 2018). A modernização dos processos incentiva a inovação na execução dos projetos para o habitat, avança na gestão qualidade organizacional e incentiva práticas sustentáveis na construção. Além do mais, o programa é uma forma de integração do poder público com o setor da construção civil, gerando maior sintonia com as políticas públicas de habitação (BRASIL, 2018).

Outra iniciativa relevante para o setor de edificações é O PBE Edifica, formulado em 2003 como resultado da cooperação entre Eletrobrás-PROCEL e o Inmetro, dentro do Programa de Etiquetagem Brasileiro, que atua de forma conjunta com o governo federal, universidades, centros de pesquisa e inovação e outras instituições relevantes para o setor (LUDVICH, 2019). O propósito do programa é difundir e impulsionar a aplicação dos conceitos de eficiência energética nas edificações por meio de um selo de conformidade. Além do mais, tem como objetivo apoiar a Lei de Eficiência Energética e auxiliar a expansão sustentável do sistema (TEODORO, 2012).

O resultado da união do PROCEL Edifica e do Programa Brasileiro de Etiquetagem-PBE foi um sistema de etiquetagem para edificações públicas, comerciais e residenciais. A etiqueta é o certificado de conformidade que evidência o atendimento aos critérios de

desempenho definido em normas e regulamentos técnicos (LUDVICH, 2019). Como a principal informação da etiqueta é eficiência energética, o nome dado é Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) que classifica a edificação em faixas coloridas por um sistema de notas entre A (mais eficiente) a E (menos eficiente). Essas notas são alcançadas por meio de cálculos que avaliam a tipologia construtiva e os aspectos de eficiência energética (PROCEL, 2019).

As etiquetas podem ser obtidas para edificações comerciais, públicas e residenciais, sendo estas para unidades habitacionais independentes, blocos multifamiliares e áreas comuns. A certificação de uma auditoria feita por organizações autorizadas baseadas em normas e regulamentos: Regulamento Técnico de Qualidade (RQT) e pelos Requisitos de Análise de Conformidade (RAC), especificados para cada tipologia (PROCEL, 2019). Além disso, são fornecidos manuais, vídeos e planilhas de cálculo que apoiam o processo de conformidade e ainda auxiliam os profissionais do setor em estratégias bioclimáticas para os edifícios. São avaliadas as características construtivas do prédio e as estratégias bioclimáticas utilizadas para cada zona bioclimática (LUDVICH, 2015).

Desde 2014 o processo de etiquetagem do PBE Edifica é obrigatório para novas construções ou *retrofits* de edifícios públicos, por meio da Instrução Normativa MPOG/SLTI Nº 02 (PROCEL, 2020). A normativa estabelece a obrigatoriedade do projeto atender as especificações do nível A do programa, ou seja, o máximo de eficiência energética. As edificações públicas são construídas ou reformadas a fim de suprir as necessidades das atividades federais utilizando verbas públicas, logo foi o primeiro a ter etiquetagem obrigatória (PROCEL, 2020).

Um dos eixos de atuação das políticas públicas em eficiência energética é desenvolver mecanismos de financiamento para projetos na área e incentivos ao uso de tecnologias mais eficientes. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) criou em 2006 a linha de financiamento PROESCO destinada a soluções para a conservação de energia que favoreçam a substituição dos combustíveis fósseis (ASSUNÇÃO & SCHUTZE, 2017).

O Brasil sinalizou por meio do Plano Nacional de Eficiência Energética-PNef a importância do tema para as ações governamentais. É um documento do MME, aprovado em 2011, que apresenta o cenário de eficiência energética no país e estabelece as linhas de ação para resultar na real conservação de energia (TEODORO, 2012). As premissas e diretrizes básicas do plano são de grande abrangência e envolvem diferentes órgãos governamentais, empresas e setores da sociedade. Logo, são descritas diversas recomendações de eficiência

energética para os setores de transporte, industrial, saneamento, edificações, entre outros, para reduzir o consumo energético (ALTOÉ et al, 2017).

O PNEF possui um capítulo específico para o setor de edificações, onde evidencia os problemas causados pelo estilo arquitetônico internacional, que valoriza mecanismos artificiais que dependem de energia para garantir o conforto térmico do ambiente. Logo, recomenda-se que a arquitetura seja inserida no contexto do desenvolvimento sustentável, com o objetivo de produzir espaços confortáveis, adequado ao clima local, energeticamente eficiente e com baixo custo de manutenção, causando, baixo impacto ambiental (PNEF, 2011).

Além do mais, o Plano Nacional de Eficiência Energética (2011) deixa claro a importância de uma política de conservação de energia para aumentar a eficiência energética nos usos finais de energia, diminuindo a demanda de energia primária necessária e apoiando o desenvolvimento urbano que dependa de menos energia. A política propõe uma série de linhas de ações para capacitações, o uso de tecnologias, propostas de conscientização da sociedade, a aplicação de normas e regulamentos e a inserção do tema nas políticas habitacionais (Pnef, 2011). Dessa forma, fica claro a relevância de inserir os conceitos de eficiência energética em outras políticas públicas do governo, com incentivos econômicos e ações educativas, por exemplo, a fim de encontrar sinergia entre os temas.

O setor residencial é um dos maiores consumidores de energia elétrica do Brasil, ações que reduzam esses números são de grande importância para o desenvolvimento sustentável. O desenvolvimento de políticas públicas em eficiência energética é fundamental para a redução na demanda de energia, para que assim a iniciativa privada e os usuários possam incorporar os critérios energeticamente eficientes e mude os hábitos de consumo (ASSUNÇÃO & SCHUTZE, 2017). O Brasil formulou políticas energéticas fundamentadas na segurança da oferta de energia e muito se avançou em eficiência energética, proporcionando resultados expressivos. No entanto, a implementação de programas específicos de eficiência energética com instituições próprias e responsabilidades bem definidas podem alavancar os potenciais de eficiência energética no país (ASSUNÇÃO & SCHUTZE, 2017).

1.3 Programa Minha Casa Minha Vida

O acesso à moradia e habitação de qualidade é um dos principais desafios dos governos da América Latina, necessitando de políticas públicas para prover soluções. O programa federal Minha Casa Minha Vida é o principal programa de habitação social

destinado para famílias de baixa renda no Brasil. O seu objetivo é reduzir o déficit habitacional de mais de seis milhões de domicílios no país, de acordo com a Fundação João Pinheiro (2015).

O déficit habitacional é uma consequência da falta de moradia e da inadequação das unidades habitacionais existentes, ou seja, a necessidade de novas casas e as características específicas das residências que interferem na qualidade de vida dos seus residentes (FJP, 2015). O Brasil tem apresentado uma queda nos índices de déficit habitacional, no entanto é uma queda pequena considerada aos números da escassez habitacional. Dessa forma, políticas públicas para melhorar essa situação são necessárias e muito relevantes ao papel do Estado (FERREIRA, 2017).

O Programa minha Casa Minha Vida – PMCMV foi lançado em junho de 2009 em um contexto de instabilidade financeira, com a intenção de estimular os investimentos na construção civil e reduzir o déficit habitacional. É considerada a maior política pública habitacional já criada pelo governo federal com o intuito de facilitar o acesso à moradia para famílias de baixa renda (FERREIRA, 2017). O setor privado tem ampla atuação no PMCMV, isso porque as empresas são as responsáveis pelos empreendimentos e possuem acesso aos recursos financeiros. A Caixa Econômica Federal – CEF realiza a avaliação, aprovação e monitoramento dos projetos e seleciona os beneficiários cadastrados.

O PMCMV tem como finalidade criar instrumentos de incentivo à produção e aquisição de novas unidades habitacionais, requalificação de imóveis urbanos ou reformas rurais para famílias de renda máxima de quatro mil e seiscentos e cinquenta reais (Lei nº 11.977 de 7 de julho de 2009). A execução do PMCMV depende do orçamento da União, que irá prover o subsídio econômico ao beneficiário do programa para o financiamento habitacional, e das diretrizes estabelecidas pelo Executivo.

É a maior iniciativa de crédito habitacional já criada pelo governo brasileiro, se tornando um ator relevante no setor da construção civil. Com o intuito de aumentar a qualidade das moradias produzidas e implementar soluções eficientes, aprimoramentos nas diretrizes do programa e recomendações de redução do consumo de energia elétrica ocorreram (TRIANA, LAMBERTS, SASSI, 2015).

O programa está na sua terceira fase. A primeira fase do PMCMV tinha como objetivo produzir 1 milhão de unidades habitacionais, em 3 anos, para famílias com renda máxima de dez salários mínimos. A fase 2, lançada em 2012, deveria produzir mais 2 milhões de moradias e somando os investimentos para as duas fases foram de mais de duzentos milhões de reais (FERREIRA, 2017). As fontes de recursos da União destinados as famílias de baixa

renda são o Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) e o Fundo de Desenvolvimento Social (FDS).

A terceira fase do programa iniciou-se em um contexto político agitado, com a intenção de produzir um milhão de unidades habitacionais e incluiu uma nova faixa de renda nos mecanismos de financiamento, a faixa 1.5 (FERREIRA, 2017). Anteriormente, o programa era formado pela faixa 1, 2 e 3 que se diferenciavam pela renda das famílias. A criação de uma nova classificação estimula os investimentos imobiliários e a adesão de mais beneficiários.

Os candidatos devem se cadastrar para participar do programa e deve comprovar os requisitos exigidos nas normas de custeamento. O PMCMV possui diferentes modalidades de financiamento, sendo elas diferenciadas também pelas faixas de renda dos usuários. Sendo elas, para as famílias Faixa 01, com o a menor renda familiar, as modalidades são PMCMV-Entidades, onde os beneficiários se organizam de forma associativa, e o PMCMV-Financiamento, modalidade se aplica para todas as faixas do programa (CEF, 2019).

O PMCMV é o maior programa para crédito habitacional do Brasil, no entanto não vai solucionar sozinho a questão de déficit habitacional. A política pública para habitação de interesse social deve contemplar todas as necessidade e realidades presentes, com interação entre o setor público e o setor privado em ações específicas e com participação social (KRAUSE, BALBIM & NETO 2015 apud FERREIRA, 2017). Dessa forma, o Minha Casa Minha Vida possui certa inconsistência, devido à alta participação das construtoras e o notável interesse econômico no programa habitacional.

O setor privado é o operacional do PMCMV, sendo de interesse deles a maximização de lucros. Para aumentar a lucratividade, as empresas padronizam os projetos a fim de ampliar a escala e reduzir os custos da construção, já que o programa possui o valor teto definido pelo governo. O Brasil é um país com diferentes climas e demanda variadas de famílias, dessa forma, a adoção de padrões construtivos influência a qualidade das unidades habitacionais, desvalorizando o programa (FERREIRA, 2017).

Nas primeiras fases do programa, os parâmetros de qualidade não estavam presentes nas diretrizes do PMCMV (TRIANA, LAMBERTS, SASSI, 2015). No entanto, em 2010 com a intenção de garantir a qualidade das casas produzidas a Caixa lançou o selo de qualidade Caixa Azul. O selo, de caráter opcional, é uma classificação socioambiental utilizada nos projetos que a instituição financia, com o objetivo de estimular o uso racional de recursos e o aumento da qualidade das habitações (CEF, 2019). São avaliados mais de cinquenta critérios em seis categorias: projeto e conforto, eficiência energética, qualidade urbana, conservação

dos recursos, atuação social e gestão hídrica. O selo é concedido após a avaliação da CAIXA durante a análise de viabilidade técnica e de custo-benefício do projeto.

Para continuar avaliando o empreendimento na fase pós-venda, a CAIXA disponibilizou o canal de atendimento ao beneficiário “De Olho na Qualidade” a fim de receber as reclamações e encaminhar para as construtoras. Além de disponibilizar no site o Guia do Proprietário com informações gerais do empreendimento, instruções de operação e manutenção e as permissões de intervenções na habitação (CEF, 2019). O usuário tem papel fundamental na gestão da qualidade da moradia.

A qualidade nos empreendimentos no programa continuou sendo uma prerrogativa importante para o governo federal, assim em 2013 o MCMV passou a adotar a norma NBR 15.575/2013 - Edificações Habitacionais para definição dos parâmetros mínimos de habitabilidade e segurança. A norma não abrange um sistema construtivo único, ela contempla diversos materiais e técnicas de construção. A norma estabelece os valores mínimos de desempenho do edifício baseados em durabilidade e resistência do sistema. Apesar de ser o material para parametrizar os requisitos de qualidade, não é suficiente para alcançar melhores níveis de conforto ambiental e redução no consumo de energia (FERREIRA, 2017).

A obrigatoriedade da norma causou preocupação para as empresas de construção civil, devido as exigências ainda na fase de projeto. Ainda mais, se tornou a necessidade de profissionais capacitados e de ensaios de laboratório para certificar os materiais aumentaram os custos de produção. No entanto, apesar da elevação dos custos seria compensada pelo aumento da durabilidade da edificação e manutenções simples (FERREIRA, 2017).

A norma de desempenho desencadeou uma revisão nos processos e materiais utilizados pelas empresas na construção de moradias sociais. Os materiais e métodos foram revistos, com novas especificações para qualidade ambiental, aumentando a espessura das paredes, acréscimo de dois metros quadrados no espaço e uso de esquadrias para o sombreamento.

Em 2018, a partir da Portaria nº 383 de 2018 do Ministério das Cidades foi definido a última revisão do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), sistema de gestão da qualidade para o setor da construção civil. As empresas devem certificar os padrões de qualidade para participar dos programas de habitação federal, como o Programa Minha Casa Minha Vida. O programa tem o propósito de promover a melhoria na qualidade das construções e a modernização da produção, por meio da avaliação de conformidade,

qualificação da mão de obra, aplicação de normas técnicas e pelo aumento da comunicação entre os setores envolvidos (BRASIL, 2018).

A grandeza e o impacto do PMCMV para o setor da construção civil em termos de produção do estoque habitacional fazem do programa o elemento de indução à inovação para a melhoria da sustentabilidade na construção civil (FERREIRA, 2017). Dessa forma, ao longo dos últimos anos, processos para aperfeiçoar as diretrizes do programa para produzir moradias com qualidade foram realizados. No entanto, as ações governamentais são elaboradas de maneira isoladas, o que dificulta a avaliação dos impactos trazidos pelas medidas.

1.4 Eficiência Energética no Programa Minha Casa Minha Vida

Diante do cenário de aumento na demanda energia, tendo em vista os altos custos e os impactos ambientais associados ao sistema elétrico, as ações de eficiência energética para o setor residencial, especialmente, para a habitação social, ganham relevância econômica à medida que diminuem os gastos com energia (BRASIL, 2019). O Minha Casa Minha Vida é a maior iniciativa habitacional do país com grande peso no setor da construção, o incentivo ações de eficiência energética para a população de baixa renda é uma oportunidade para a redução de custos e subsídios. De acordo com o Plano Nacional de Energia 2030, os investimentos em soluções energeticamente eficientes para a população de baixa renda é uma das estratégias fundamentais para a promoção da eficiência energética.

A habitação social e a eficiência energética estão diretamente relacionadas com a sustentabilidade econômica das famílias, já que as medidas eficientes podem reduzir os gastos com as despesas de energia (FERREIRA, 2017). Com a expressiva produção habitacional do PMCMV, o governo federal busca implementar ações que contribuam com a melhoria da eficiência energética desde o início do programa. No entanto, a utilização de aparelhos eletrodomésticos mais eficientes e sistemas de iluminação alternativos não são suficientes, as medidas passivas de eficiência energética na arquitetura também se fazem necessárias (FERREIRA, 2017).

O programa Minha Casa Minha Vida foi lançado em 2009 a fim de estimular a econômica e combater o déficit habitacional do Brasil. Atualmente, o programa encontra-se na terceira fase de implementação e medidas de eficiência energética foram incluídas ao longo do tempo (BRASIL, 2019). As normativas evoluíram no sentido de determinar as especificações mínimas das unidades habitacionais, avaliar o desempenho energético da edificação e maior qualidade dos sistemas construtivos.

A legislação em vigência é a Portaria nº 660/2018, que determina diretrizes para a elaboração dos projetos de habitação de interesse social faixa do Minha Casa Minha Vida estabelecendo especificações técnicas mínimas da unidade habitacional e do desenho urbano (BRASIL, 2018). Além disso, o projeto deve atender as especificações para os empreendimentos de HIS baseado em documentos disponibilizados pelo governo federal para sistemas construtivos convencionais ou inovadores. Para sistemas convencionais são fornecidos quatro documentos:

- Especificações de Desempenho nos Empreendimentos de HIS Baseadas na ABNT NBR 15575 - Edificações Habitacionais – Desempenho
- Orientações ao Proponente para Aplicação das Especificações de Desempenho em Empreendimentos de HIS
- Orientações ao Agente Financeiro para Recebimento e Análise dos Projetos
- Catálogo de Desempenho de Subsistemas

Esses documentos possuem o objetivo de orientar os agentes da produção habitacional de interesse social no âmbito do governo federal para a avaliação de desempenho do projeto de acordo com a NBR 15.575: Edificações Habitacionais – Desempenho (BRASIL, 2018).

Um dos aspectos que se destaca na Portaria nº660/2018 é a diretriz de sustentabilidade determinando que o projeto deve considerar estratégias para o conforto térmico ambiental e redução do consumo de energia na unidade habitacional, considerando as zonas bioclimáticas do país (BRASIL, 2018). O atendimento a norma de desempenho da ABNT NBR 15.575 é obrigatório, como outras estratégias bioclimáticas: o incentivo ao uso de cores claras nos sistemas de vedação externos e a ventilação natural. Além disso, a legislação obriga a implantação de esquadrias com possibilidade de ventilação e iluminação natural nos quartos em todas as zonas bioclimáticas e determina também a implantação de medidas de sombreamento em algumas regiões (BRASIL, 2018).

A eficiência energética e o uso de energias renováveis também são citados na Portaria nº660, que especifica que o projeto deverá prever estratégias para a redução do consumo de energia e, se possível, utilizar fontes renováveis de energia (BRASIL, 2018). No entanto, falta maior aprofundamento no tema para destacar a relação do desempenho energético, o conforto ambiental e geração distribuída de energia. Além disso, ações de eficiência energética com

menor custo de implementação ganham relevância em programas de habitação de interesse social, a redução das despesas com energia é interessante para o governo e do morador.

A Portaria nº643/2017 traz mais informações e especificações sobre o uso dos sistemas de geração de energia no programa Minha Casa Minha Vida. A legislação considera “sistemas alternativos de geração de energia” aqueles equipamentos instalados nos empreendimentos para geração de energia renovável, como energia solar e eólica (BRASIL, 2017). Para a tipologia casa é obrigatório a instalação do equipamento de geração solar nas regiões centro-oeste, sudeste e sul e para o norte e nordeste é opcional. Além disso, para os edifícios multifamiliares admite-se a geração para o fornecimento de energia nas áreas comuns (BRASIL, 2017).

O sistema de fotovoltaico de geração de energia é valorizado na normativa nº643/2017, isso porque é descrito um aumento do valor da UH de três mil reais para a instalação do sistema. No entanto, o valor disponibilizado costuma não ser suficiente para a implementação da tecnologia. Outro sistema destacado na portaria de 2017 é o Sistema de Aquecimento Solar (SAS), que deixou de ser obrigatório em todas as regiões do Brasil na segunda fase do programa com a portaria nº146/2016, devido a relatos de dificuldades de manutenção dos equipamentos, além de não terem sido considerados a cultura local da população em relação a banho quente ou não (BRASIL, 2019).

A portaria nº 146/2016 foi revogada com a portaria de 2018, no entanto foi a primeira a referenciar diretamente a NBR 15.575: Edificações habitacionais – Desempenho. Além disso, trouxe especificações para os equipamentos elétricos e incluiu diretrizes construtivas considerando estratégias bioclimáticas (BRASIL, 2019). A normativa indica observar as questões presentes nos Cadernos Minha Casa + Sustentável produzidos pelo governo federal em parceria com outras organizações. Essas publicações abordam a qualificação da inserção urbana e questões de sustentabilidade, como a arquitetura bioclimática e eficiência energética (BRASIL, 2019). Logo, o material fornece orientações e recomendações construtivas para o projetista com os aspectos de eficiência energética, no entanto sem parâmetros muito precisos para os projetos do programa.

As especificações das unidades habitacionais do programa começaram a ser baseadas diretamente na NBR 15.575 em 2016. A área mínima de abertura e a ventilação natural, por exemplo, eram estabelecidas por meio de tamanho mínimos e desde a portaria Nº 146, essas estratégias bioclimáticas são definidas de acordo com a norma. É possível notar uma evolução

positiva com a Norma de Desempenho, no entanto, a NBR não possui um detalhamento sobre essas estratégias, o que indica que os critérios do programa podem ser mais restritivos ainda (BRASIL, 2019). Logo, é importante que os formuladores de políticas públicas estejam atentos as revisões das normas e tenha também outros estudos como referência.

Em relação ao desempenho térmico da envoltória, a partir de 2016 que as características térmicas do material das paredes e coberturas foram expostas. A norma de desempenho estabelece valores de transmitância térmica para as diferentes zonas climáticas e a espessura mínima da parede. Além disso, determina também o uso de cores claras para as paredes externas com valores máximos de absorvância (FERREIRA, 2017). Esses aspectos possuem alto impacto para o desempenho energético da edificação e, logo, a norma de desempenho definiu as estratégias bioclimáticas adequadas para cada região e detalhou as especificações do programa.

As estratégias bioclimáticas são essenciais para alcançar a eficiência energética em edificações habitacionais, muitas dessas estratégias já foram incluídas na legislação do programa por meio da NBR 15.575 e pelas especificações mínimas da UH, porém é necessário detalhar algumas outras ações. É o caso da orientação solar do empreendimento, aspecto que não é citado em nenhuma das normativas. As medidas de sombreamento também possuem pouca restrição e detalhes na legislação do programa, mesmo sendo uma solução muito importante para manutenção do conforto térmico (BRASIL, 2019). Dessa forma, é necessário que o governo inclua e detalhe mais as ações de eficiência energética que podem ser implementadas na habitação social para garantir qualidade e o conforto térmico da produção habitacional federal.

Em relação a primeira fase do MCMV, a legislação já citava alguns aspectos de sustentabilidade como as tecnologias inovadoras e o tamanho mínimo do pé direito. Além da Portaria Nº 465/2011, que colocava o SAS como obrigatório em todas as regiões do país. No entanto, essas normativas não possuem uma abordagem de sistemas construtivos baseado no clima local e inclui como um dos critérios de seleção dos projetos o menor custo de investimento inicial da unidade habitacional (BRASIL, 2019). Portanto, o quadro 01 resume as análises das normativas do programa evidenciam um aperfeiçoamento nas questões de eficiência energética.

QUADRO 01 – Normativas do Minha Casa Minha Vida que contém especificações mínimas para a UH e critérios de eficiência energética obrigatórios

PORTARIA	DATA	MODIFICA A PORTARIA	TEM	CRITÉRIOS DE
----------	------	---------------------	-----	--------------

			ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS PARAS AS UHS	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA OBRIGATORIOS
Portaria Nº 660	14/11/2018	Revoga a Portaria Nº 269, de 22 de março de 2017.	Sim	Sim
Portaria Nº 643	13/11/2017	Revogados subitens 6.3.1, 6.3.1.1 e 6.3.1.2 do Anexo I da Portaria Nº 267, de 22/03/2017. Fica revogado o item referente ao Sistema de Aquecimento Solar (SAS) do Anexo II da Portaria Nº 269 de 22/03/2017	Sim	Sim
Portaria Nº 269	22/03/2017	Dispõe sobre as diretrizes para a elaboração e projetos e aprova as especificações mínimas da unidade habitacional e as especificações urbanísticas dos empreendimentos	Sim	Sim
Portaria Nº 146	26/04/2016	Revoga a Portaria Nº 465, de 03 de outubro de 2011 Revoga o Anexo IV da Portaria Nº 168, de 12 de abril de 2013	Sim	Sim
Portaria Nº 168	12/04/2013	Alterada pela Portaria Nº 79 de 9 de março de 2016	Sim	Não
Instrução Normativa Nº 45	09/11/2012	Regulamenta a Resolução nº 183/2011 do Conselho Curador do Fundo de Desenvolvimento Social - CCFDS	Sim	Não
Portaria Nº 465	03/10/2011	Dispõe sobre as diretrizes gerais para aquisição e alienação de imóveis por meio da transferência de recursos ao Fundo de Arrendamento Residencial - FAR, no âmbito do Programa Nacional de Habitação Urbana - PNHU, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV	Sim	Não
Portaria Nº 325	07/07/2011	Revoga a Portaria MCIDADES nº. 93/2010	Sim	Não

Fonte: Elaboração própria (2020)

As revisões aplicadas na legislação do programa Minha Casa Minha Vida aprimoraram as questões de eficiência energética dos projetos de habitação social do país. É possível notar o aprimoramento das normativas em relação as especificações mínimas dos projetos, ao desempenho da edificação e a qualidade construtiva (BRASIL, 2019). A normatização teve um papel fundamental nessa evolução, com as normas ABNT NBR 15.220 e ABNT NBR 15.575, porém ainda é necessário maior aprofundamento desses temas a fim de restringi-los e aumentar o potencial de conservação de energia nas habitações federais.

A norma ABNT NBR 15.220 entrou em vigor em 2005 como tentativa de impulsionar o setor privado a atender os critérios mínimos de desempenho térmico nas edificações. Esta norma apresenta cinco partes: definições, símbolos e unidades; métodos de cálculo para características térmicas dos elementos e componentes de edificações; zoneamento bioclimática brasileiro e diretrizes construtivas; e métodos para a medição da resistência térmica e da condutividade térmica (ABNT, 2005). Essa norma apresenta estratégias bioclimáticas e métodos de cálculo que foram incorporados na NBR 15.575 e se tornaram essenciais para os projetos de habitação social no Brasil ao longo dos últimos anos.

A inclusão norma ABNT NBR 15.575: Edificações Habitacionais -Desempenho foi uma das alterações que mais contribuiu para a evolução dos critérios de eficiência energética nas normativas do Minha Casa Minha Vida, em especial a portaria vigente (BRASIL, 2019). A norma aborda nas partes 1, 4 e 5 o desempenho térmico, que está diretamente relacionado com a eficiência energética da edificação, visando a manutenção do conforto ambiental do usuário. A abordagem consiste na análise da envoltória da edificação e os ambientes de permanência prolongada por meio de dois procedimentos: simplificado e computacional. O método simplificado baseia-se no *checklist* de critérios para os Sistemas de Vedação Externas (SVVE) e os Sistemas de Coberturas e o computacional são simulações do comportamento térmico do edifício (ABNT, 2013). Dessa forma, foi possível aprofundar a análise dos projetos de HIS no âmbito do desempenho termo energético da unidade habitacional.

A inclusão da NBR 15.575 – Desempenho: Edificações Residenciais nas diretrizes do MCMV foi um importante desenvolvimento para qualidade das edificações do país. No entanto, a norma possui limitações devido a simplificações nas análises da envoltória, cobertura ventilação e isso pode significar que algumas habitações continuam com desconforto ambiental (FERREIRA, 2017). Portanto, a gestão do programa deve estar atenta as atualizações na norma e seria interessante que o governo participasse das revisões futuras, já que é um instrumento tão importante para o programa.

Além das especificações mínimas da unidade habitacional, a qualidade construtiva também é muito relevante para a produção habitacional do país. Iniciativas que incluam o PBQP-H em programas de habitação social são avanços consideráveis para o aumento da qualidade da produção no país (BRASIL, 2019). No caso do Minha Casa Minha Vida, as empresas que solicitam financiamento à Caixa precisam atender ao PBQP-H, favorecendo a melhoria da qualidade no setor da construção civil. A portaria N°365/2011 já tinha como requisito o atendimento ao PBQB-H, assim como a portaria vigente. As ações normativas

possuem grande poder de direcionar a construção habitacional do país e observa-se que poder público dá cada vez mais importância para o tema (BRASIL, 2019).

A relação do PBQP-H com o Minha Casa Minha Vida está no acesso ao crédito habitacional do governo brasileiro, que é condicionado a adesão ao programa e se comporta como pré-requisito para concorrer ao financiamento (CEF, 2019). Dessa forma, o governo consegue impulsionar o aumento da qualidade construtiva da produção habitacional e, ainda, contribui para a competitividade no setor da construção civil.

Outra iniciativa muito relevante para o programa Minha Casa Minha Vida é a certificação para edificações residenciais, o Selo Caixa Azul da Caixa Econômica Federal. O selo foi criado em 2010 para beneficiar os projetos que atendessem atender os requisitos de sustentabilidade na construção. Com isso, a construtora consegue descontos na taxa de juros do financiamento conforme o nível do selo, que pode ser bronze, prata e ouro (CEF, 2020).

Os critérios do Selo Caixa Azul relacionado com eficiência energética e conforto ambiental consideram o desempenho térmico da edificação de acordo com a NBR 15.575/2013. A metodologia de avaliação da certificação é baseada no atendimento aos critérios obrigatórios e livres de acordo com a relevância do projeto (CEF, 2019). Outras estratégias também são avaliadas como o uso de medidas de sombreamento e o tamanho das aberturas para iluminação e ventilação. Dessa forma, para maior disseminação da certificação Selo Caixa Azul é preciso maior integração com as exigências da NBR 15.575/2013 e com o PBE Edifica.

Os avanços em relação a eficiência energética no programa Minha Casa Minha Vida são relevantes e evoluíram os últimos anos, isso porque as especificações mínimas da UH, a qualidade construtiva e os critérios de seleção de projeto se aprimoraram. O papel da normatização e do programa de qualidade são ações que contribuem para o aumento da qualidade de vida do usuário, no entanto, as ações acontecem de forma isolada (BRASIL, 2019). Dessa forma, é necessária mais integração entre as ações, a implementação de processos de melhoria contínua para o monitoramento dos dados e a avaliação dos resultados obtidos para o planejamento de novas ações no setor de habitação social.

O MCMV possui notável relevância no setor da construção civil, se tornando uma oportunidade para o governo federal induzir padrões construtivos inovadores e soluções energeticamente eficientes. O desempenho energético das edificações está relacionado com a energia necessária para as atividades dos usuários de forma eficiente em condições de

conforto térmico (FERREIRA, 2017). Dessa forma, a redução no consumo de energia traz para uma família de baixa renda a diminuição das despesas, maior qualidade ambiental e valorização do imóvel. Além disso, é uma forma do governo reduzir a demanda por energia e os subsídios no setor elétrico, como a Tarifa Social de Energia.

Para incentivar a eficiência energética no MCMV é preciso maior interação entre o Estado, o setor privado e a sociedade. A criação de mecanismos diversos de financiamentos para estimular a inovação tecnológica, a formulação dos instrumentos de padronizados de cálculos de consumo elétrico, sistemas de retroalimentação de dados para avaliação e aperfeiçoamento dos resultados são alguns exemplos de ações comuns para as políticas de eficiência energética (FERREIRA, 2017). O aumento da capacitação dos gestores federais também é importante para a elaboração das estratégias de redução do consumo como, por exemplo, a criação de uma plataforma de conhecimento focada na habitação social para subsidiar a tomada de decisão (FERREIRA, 2017).

Por meio de políticas públicas, o Estado pode impor padrões de eficiência energética, interagir com outras áreas, criar sistemas de monitoramento dos dados e incentivar a qualidade na construção. No caso do MCMV, a menção a Norma de Desempenho e o aprimoramento das especificações mínimas resultaram em uma evolução dos requisitos do programa, além de destacar os conceitos de conforto térmico, qualidade de vida e zoneamento bioclimática. No entanto, é preciso uma avaliação contínua das ações e melhor interação entre os programas do Estado.

2. Eficiência energética

As políticas públicas de eficiência energética ganharam relevância ao redor do mundo, e é considerada um dos principais mecanismos de redução das mudanças climáticas. O tema é transversal e contribui para outras políticas como a segurança energética, aumento da competitividade da indústria e os benefícios sociais. A eficiência energética ainda pode atuar para a redução da pobreza e para a melhoria da qualidade da vida das populações mais carentes (BARROS, 2015).

A eficiência energética é o primeiro combustível para o desenvolvimento sustentável. Medidas eficientes apoiam a inovação tecnológica, o uso consciente dos recursos naturais e melhores condições de vida. É uma atividade transformadora que consiste na relação entre a quantidade de energia utilizada em uma atividade e a disponibilizada para sua realização.

O uso de soluções energeticamente eficientes, a manutenção das condições de conforto ambiental e de produtividade dos usuários, o aumento da qualidade dos serviços de energia e a diminuição dos impactos ambientais são os propósitos básicos de eficiência energética. De acordo com LOVINS & SWISHER (2003, *apud* MENKES, 2004) a eficiência energética é o recurso energético com maior custo-benefício e segurança, economizar energia é mais barato do que produzir, possui menor impacto ambiental, gera empregos e promove o desenvolvimento econômico local.

De acordo com a *Internation Energy Agency* (2018), entre o ano 2000 e 2017 a eficiência energética evitou um aumento de 12% na demanda energética global. Entretanto, existe um potencial ainda não explorado. O desenvolvimento de soluções eficientes é indispensável para a redução consumo de energia e aumento dos gases de efeito estufa. Dessa forma, maiores investimentos no setor devem ocorrer para que o crescimento econômico seja sustentável.

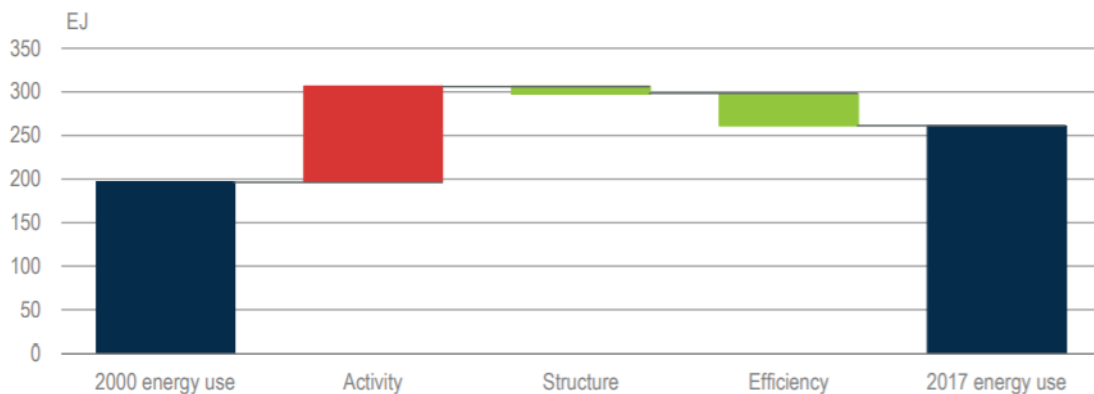


FIGURA 03– Energia final utilizada nas maiores economias globais
(Fonte: IAE, 2018)

A Figura 03 – Energia final utilizada nas maiores economias globais é um gráfico referente a energia final utilizada pelas maiores economias globais, como China, Índia e Brasil. É possível concluir que os ganhos em eficiência energética reduziram o aumento da energia final utilizada em 34% em dezessete anos (IEA, 2018).

A eficiência energética é uma ferramenta estratégica global para mitigar as mudanças climáticas. O Acordo de Paris trouxe o compromisso de dobrar a taxa global de eficiência energética, desenvolver tecnologias mais eficientes e aumentar o acesso a soluções modernas (NAÇÕES UNIDAS, 2019). Logo, incentivar soluções eficientes é fundamental para o Estado atingir resultados macroeconômicos positivos e metas de desenvolvimento social.

As melhorias em eficiência energética causam redução do consumo de energia, desenvolvimento tecnológico e menores custos. Isso porque, com tecnologias mais eficientes

a energia utilizada é mais bem aproveitada, ocasionando uma menor demanda e gastos menores. A redução da demanda de energia pode postergar o aumento dos preços da energia e aumentar a segurança do fornecimento de energia (IEA, 2018).

De acordo com Ryan e Campbell (2012 *apud* BARROS, 2015), a eficiência energética possui uma abordagem de múltiplos benefícios, confirmando o valor do seu papel na gestão econômica e na promoção da qualidade vida de um país. Estão entre eles o aumento da renda disponível, geração de emprego, gerenciamentos dos recursos naturais e a mitigação das mudanças climáticas.

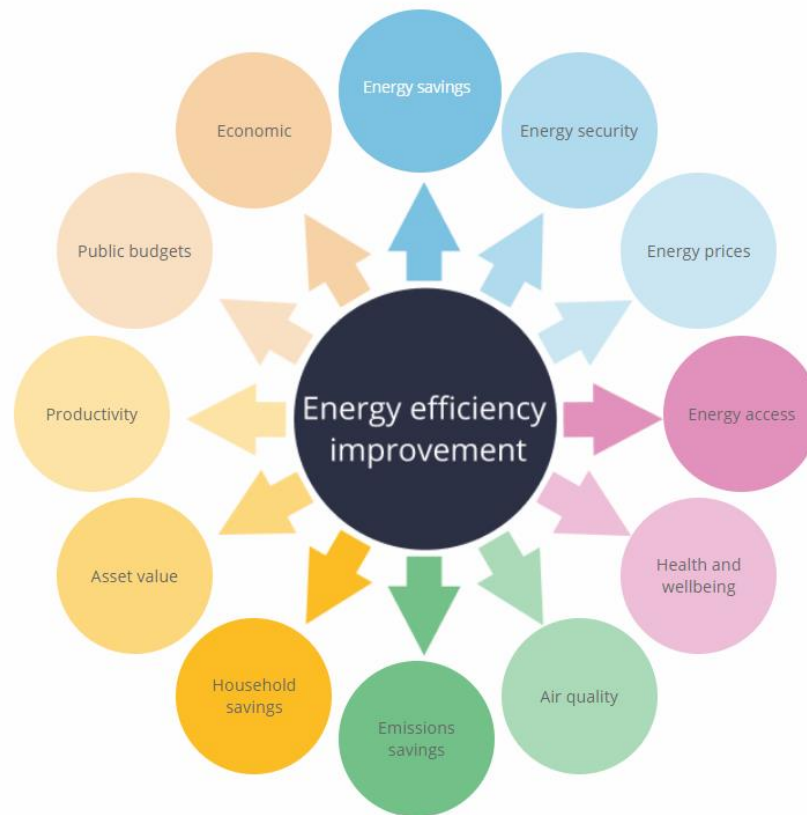


FIGURA 04 – Múltiplos benefícios da Eficiência Energética
(Fonte: IEA, 2019)

Essa abordagem de múltiplos benefícios também é explorada pela *International Energy Agency* (2018), conforme mostrado na Figura 04, indicando que o investimento em eficiência energética pode trazer diferentes melhorias.

A inclusão da eficiência energética apoia o desenvolvimento energético sustentável, melhorando o acesso à fonte renováveis de energia e a capacidade de suprimento. O progresso geralmente está vinculado com a inovação tecnológica, ou seja, com melhora das transformações energéticas em todos os setores. No entanto, medidas de gestão eficiente e

uma organização bem definida também auxilia à implantação das melhorias (BARROS, 2015).

Os avanços em eficiência energética são importantes para todas as economias, devido aos resultados econômicos e sociais. Os países em desenvolvimento com acesso restrito à energia podem utilizar a eficiência energética para aumentar a disponibilidade e a produção industrial. Logo, as melhorias em eficiência podem ter papel chave no crescimento econômico do país já que propiciam benefícios para alavancar a economia (BARROS, 2015).

Está claro o conjunto de vantagens que a eficiência energética pode trazer, no entanto, os ganhos da economia de energia podem não ser notados. Isso acontece devido ao “*Rebound Effect*” ou efeito “rebote”, onde os consumidores escolhem reinvestir as economias de energia situações onde há a necessidade de energia. Ou seja, ocorre o aumento do consumo energético final. Por isso, as estratégias de eficiência energética devem ser capazes de promover o uso racional dos recursos naturais alinhado ao bem-estar social (BARROS, 2015).

Existe um potencial inexplorado em eficiência energética, apesar da capacidade de redução de energia ser comprovada. Os investimentos associados a eficiência são mais difíceis de serem alcançados, devido a diferença nos interesses dos grupos de produtores e consumidores de energia (IAE, 2018). Logo, a necessidade de políticas ligadas a inovação tecnológica e novos investimentos são fundamentais para a transformação do mercado e para a mudança de hábitos da sociedade.

A visão tradicional de eficiência energética relacionada apenas com soluções de redução na demanda de energia é ultrapassada. Os múltiplos benefícios obtidos pelo ponto de vista mais amplo do potencial da eficiência energética sinaliza a importante atuação para as melhorias econômicas e sociais (IAE, 2018). O país que utiliza seus recursos de maneira eficiente pode reduzir os custos e a poluição, com uma economia mais competitiva e relevante.

2.1 Eficiência energética no setor residencial

Após dois anos de queda, em 2017 o consumo de energia elétrica voltou crescer no Brasil, cerca de 1,2% em relação ao ano anterior (EPE, 2018). O setor residencial representa 25,5% do consumo de energia elétrica, ficando atrás apenas do setor industrial com 37,7%. A matriz energética do país é predominantemente renovável, a capacidade instalada de geração energética é 60,3% composta por usinas hidrelétricas (EPE, 2018).

O fornecimento de energia elétrica é um dos requisitos básicos para o desenvolvimento econômico de um país. No entanto, atender a demanda crescente de energia causa diversos impactos ambientais que afetam localmente e globalmente. Dessa forma, devem ser elaboradas alternativas para promover tecnologias mais eficientes, reduzir a intensidade energética e eliminar os desperdícios (JANUZZI, 1999 apud CAVALCANTI, 2002).

A geração de energia no Brasil é dependente dos recursos hídricos, o que causa pressão crescente sobre a demanda devido a diminuição nos níveis dos reservatórios nos últimos anos. Com a diminuição da oferta de energia, o uso frequente de usinas termelétricas e o alto número de subsídios do governo, o preço da energia subiu e acumulou uma alta média de 31,5% entre os anos de 2014 e 2017 (COELHO, 2018). Dessa forma, a eficiência energética se torna uma solução para a redução do consumo de energia e, conseqüentemente, dos custos.

A eficiência energética no setor residencial é uma alternativa para a redução da demanda de energia do país. Isso porque, podem ser aplicadas diretrizes de eficiência energética para as características construtivas do edifício e para os equipamentos que nele estão inseridos (LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 2013). Dessa forma, o desempenho da construção é avaliado no sentido de aplicar as melhores práticas a fim de explorar o potencial de redução no uso dos recursos e nos custos.

Um dos aspectos mais relevantes para conhecer o desempenho de uma habitação é entender o comportamento do morador, pois assim é possível as necessidades e os gastos com energia. É necessário estudar os hábitos de consumo e os eletrodomésticos para montar o perfil do consumidor e assim desenvolver ações de conservação de energia (CAVALCANTI, 2002). As medidas de eficiência não importantes só para reduzir os consumos de energia, mas também para capacitar o consumidor a analisar seus gastos e habilitá-lo a gerir sua energia de maneira eficiente e responsável (COELHO, 2018).

O conceito de eficiência energética residencial, de acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (2013), é uma característica essencial do edifício, pois representa o seu potencial em possibilitar conforto térmico, visual e acústico aos usuários com baixo consumo de energia. É um tema complexo que abrange das características de construção até o desenho dos equipamentos no interior da moradia.

O desempenho energético de um edifício é influenciado por diversos fatores, sendo eles externos ou internos. A eficiência energética promove práticas para aumentar o desempenho energético de um edifício de maneira sustentável, ou seja, com maior conforto

ambiental e o uso racional de recursos (RODRIGUES, 2011). Dessa forma, os aspectos que afetam o desempenho energético devem ser relacionados com as soluções eficientes, para que assim a performance das unidades habitacionais aumente.

As habitações devem proporcionar o conforto térmico aos seus ocupantes, ou seja, propiciar uma sensação de bem-estar em relação a temperatura interna. O conforto térmico é influenciado por variáveis humanas e climáticas, como fatores fisiológicos, vestimenta, a temperatura e umidade do ar. O importante é analisar e discutir a influência desses fatores para criar cenários construtivos que satisfaça as necessidades dos usuários.

Além disso, é cada vez mais comum encontrar soluções que reduzam a dependência do consumidor com a distribuidora e que estimulem a eficiência energética. Sistemas como painéis fotovoltaicos, aquecimento solar, iluminação de LED, eletrodomésticos de baixo consumo são alguns exemplos de medidas eficientes (EPE, 2018). Porém, os hábitos de uso, operação e eficiência dos aparelhos são critérios que devem ser levados em conta nas políticas energéticas, pois o consumo de energia elétrica está diretamente relacionado com o comportamento do usuário (CAVALCANTI, 2002).

Para reduzir o consumo de energia elétrica nas edificações é importante elaborar estratégias para o uso de aparelhos eletrodomésticos eficientes e técnicas de iluminação alternativa. Entretanto, as medidas passivas de eficiência energética que abrangem a geometria dos edifícios, os materiais de construção, o isolamento térmico e o sombreamento também devem ser priorizadas pelo o custo-benefício envolvido (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2013).

A localização de um edifício é um fator muito relevante para determinar as características térmicas do espaço. Por exemplo, o Brasil possui oito zonas climáticas diferentes, assim as tipologias das edificações devem ser projetadas para atender as necessidades locais e um modelo construtivo padrão não atende todo o país (BAVARESCO & GHISI, 2016). Portanto, as condições climáticas estão ligadas com as condições de conforto ambiental e são determinantes para a escolha dos materiais utilizados na construção.

As zonas bioclimáticas brasileiras estão determinadas na norma ABNT NBR 15.220-Parte 03: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. O zoneamento compreende oito zonas bioclimáticas diferenciadas pelas características climáticas que ultrapassa as fronteiras estaduais. Dessa forma, nesta norma são identificadas diretrizes construtivas para HIS de acordo com o clima local (ABNT, 2005). A figura 05 abaixo traz o mapa do zoneamento climática do país.

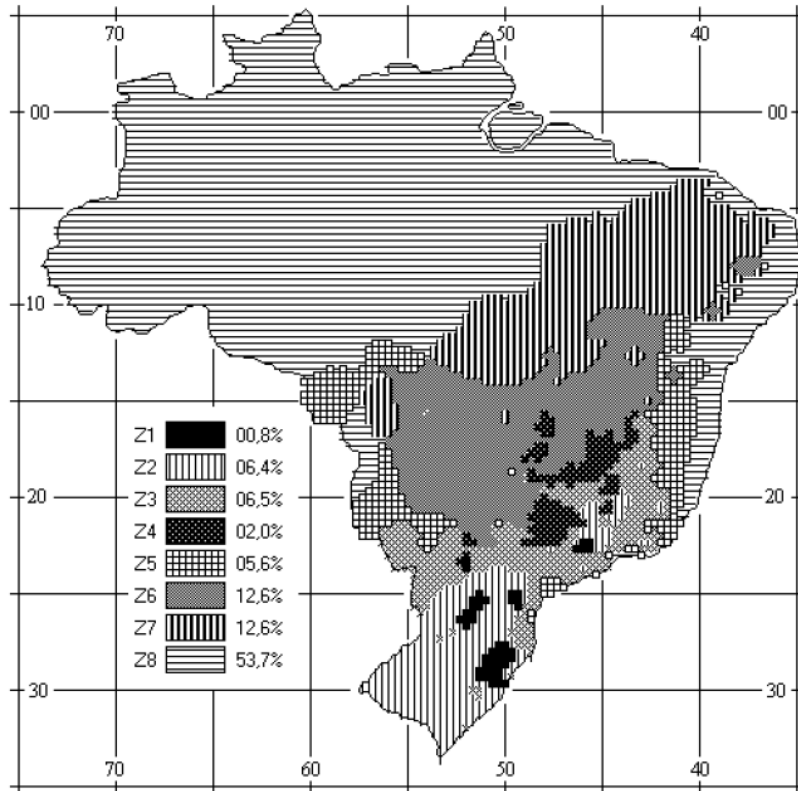


FIGURA 05– Zoneamento bioclimático brasileiro

(Fonte: ABNT, 2005)

A seleção de materiais de construção adequados ao clima local é essencial para diminuir a climatização dos ambientes e, conseqüentemente, o consumo de energia elétrica. De acordo com a EPE (2014), o consumo de energia pelo ar-condicionado irá representar de 11% a 57% do consumo anual de uma habitação e que as práticas de eficiência energética podem reduzir em 1/3 esses valores. A escolha apropriada ao clima dos insumos construtivos para isolamento e cobertura, por exemplo, podem proporcionar conforto ambiental aos usuários e eliminar o uso de outros equipamentos para isso (RODRIGUES, 2011).

As estratégias passivas¹ na arquitetura também são medidas que podem ser incorporadas no projeto do edifício e proporcionar altos níveis de conforto térmico. Essa situação acontece devido a autonomia dada aos ocupantes para regular o ambiente por meio do acesso ar livre e brisas de vento. Essas medidas relacionadas com o tamanho das aberturas, a ventilação natural, sombreamento e inércia térmica dos materiais (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2013).

O dimensionamento adequado das janelas em função da orientação solar, soluções de sombreamento e ventilação, a cor de revestimento e o uso de energias renováveis são práticas

¹ A arquitetura passiva é o aproveitamento das estratégias bioclimáticas a fim de atingir o conforto ambiental adequado para uma edificação. Essas medidas estão relacionados com iluminação e ventilação natural, orientação solar, materiais da envoltória e outros (CACCIA et all, 2018).

de eficiência energética residencial. Todas essas soluções aumentam o desempenho energético do edifício, no entanto essa performance pode ser afetada pelo padrão de comportamento do usuário (RODRIGUES, 2011). Logo, é essencial que medidas eficientes na habitação sejam relacionadas com ações de conscientização do usuário.

Outro fator determinante para a eficiência energética nas habitações são os equipamentos eletrônicos que nela estão inseridos. No Brasil, o Selo Procel é um programa que busca mostrar aos consumidores os eletrodomésticos e equipamentos que estão no mercado e os seus índices de eficiência energética em cada categoria, além de estimular a fabricação de produtos com maior qualidade (PROCEL, 2020). Dessa forma, o programa busca combater o desperdício de energia e conscientizar o usuário sobre equipamentos que contribuam com a redução dos gastos.

Os programas de conservação de energia podem ter grande impacto sobre a eficiência energética residencial, isso porque através de leis e ações de conscientização, indicadores mínimos de eficiência podem ser impostos. A inserção tecnologias mais eficientes no mercado também são essenciais, porque assim, a partir de uma ação conjunta entre governo e indústria as ações de eficiência energética poderão ser implementadas (CAVALCANTI, 2002).

Para tornar as residências mais eficientes, os programas de eficiência energética podem aumentar a obrigatoriedade dos códigos e normas de energia do edifício, tanto para novos empreendimentos como para os existentes. Os incentivos fiscais ou financeiros são apropriados para incentivar os usuários a adotar equipamentos de alta eficiência e mudar hábitos de consumo (IEA, 2019). Além disso, é indispensável uma retroalimentação dos dados sobre o desempenho do edifício e capacitação profissional.

O consumo de energia no setor de edificações continua a subir, no entanto as melhorias em eficiência energética que ocorreram nos últimos anos diminuíram em 12% a demanda em 2017 (IEA, 2018). Esse valor é muito expressivo considerando o crescimento populacional e econômico no mesmo período. Dessa forma, as medidas de eficiência possuem o objetivo de explorar o potencial de conservação de energia no setor de edificações e promover a redução do consumo de energia e a emissão de gases de efeito estufa.

2.2 Arquitetura Bioclimática

As escolhas tomadas na fase de projeto são muito relevantes para o desempenho térmico do edifício. Um projeto bioclimático é aquele que atende as necessidades humanas em questões térmicas, de iluminação e acústica relacionando com as condições climáticas da

região. A elaboração de projetos com a incorporação de conceitos bioclimáticos é uma das técnicas mais efetivas para economia de energia (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2013).

O consumo de energia operacional em uma residência depende consideravelmente das condições climáticas da localidade, os níveis de conforto térmico que se deseja alcançar, o uso e a estrutura dos sistemas (SCHINAZI et al, 2018). As soluções de eficiência energética incluídas na fase de projeto são mais baratas e eficientes do que um projeto de retrofit para a edificação. Além disso, um projeto bioclimático considera o comportamento do usuário e o monitoramento dos indicadores de energia, tornando a fase de operação ainda mais eficiente (SCHINAZI et al, 2018).

A aplicação de estratégias bioclimáticas em edificações pode reduzir o consumo de energia das atividades diárias de uma casa com o aproveitamento solar e do vento na região, por exemplo. O consumo de energia elétrica nas residências é distribuído entre: 14% para iluminação, 24% aquecimento de água, 27% refrigeração, 20% ar condicionado e 15% outros (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2013). Logo, com a análise do clima local é possível dimensionar sistemas construtivos eficientes para o edifício que contribuam para o aumento do conforto térmico e redução no uso dos recursos naturais.

O estudo do clima local consiste em analisar os fatores climáticos, que são as características gerais de uma região que atuam sob o ambiente construído. Esses fatores estão relacionados com as estações meteorológicas, os índices de sol, umidade e vento e contribuem para a elaboração de um projeto bioclimático. No Brasil, as informações climáticas mais anunciadas são provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia e o Departamento Nacional de Meteorologia do país (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2013).

A radiação solar é uma das variáveis climáticas mais relevantes, porque é a principal influência no ganho térmico da edificação. Além disso, é fonte de energia térmica para aquecimento e geração de energia elétrica e fonte de luz natural. O comportamento da temperatura também é importante pois fornece os valores máximo, médio e mínimo para a identificação dos períodos de desconforto (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2013). Dessa forma, para aproveitar os ganhos de calor, a inércia térmica é uma estratégia utilizada para aquecimento e resfriamento do edifício por meio dos materiais construtivos.

A velocidade e direção do vento são fatores climáticos que se diferem em cada região e podem ser aproveitados em um projeto bioclimático. O diagrama “Rosa dos Ventos” descreve o comportamento do vento e apoia o projetista no tamanho e posição das aberturas (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2013). A estratégia bioclimática para o aproveitamento

do vento é a ventilação natural que utiliza das diferenças de pressão e temperatura para mover o ar fresco e está relacionada com a qualidade do ar, resfriamento e renovação do ar.

Outro fator climático fundamental para o estudo do clima é a umidade da região, resultado da evaporação de água para o ar de acordo com a temperatura. Essa variável está diretamente relacionada com a capacidade da pele em evaporar suor, influenciando o conforto térmico do ambiente. O sombreamento por meio do plantio de árvores é uma estratégia bioclimática que ajudam a controlar a umidade e temperatura ao redor edificação (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2013).

A norma ABNT NBR 15.220 – Parte 03 aborda os aspectos do desempenho térmico das edificações considerando o zoneamento bioclimático e as diretrizes construtivas para habitação de interesse social. Nela são apresentadas oito zonas bioclimáticas no Brasil e recomendadas soluções construtivas que buscam promover a redução do consumo de energia e o aumento do conforto térmico (ABNT, 2005). Logo, as diretrizes construtivas propostas são estratégias bioclimáticas que são adequadas ao clima local que devem ser aplicadas na fase de projeto que sejam de baixo custo e minimizem as despesas mensais, o que é tão relevante para habitações de baixa renda.

O zoneamento climático brasileiro permitiu analisar as informações bioclimáticas das regiões além das fronteiras estaduais e traçar estratégias construtivas que contribuam para eficiência energética e conforto ambiental nas edificações. As principais medidas bioclimáticas sugeridas na norma ABNT NBR 15.220 – Parte 03 são a iluminação e insolação natural, ventilação natural, inércia térmica para aquecimento ou resfriamento, aquecimento solar passivo e resfriamento evaporativo e umidificação. Além disso, caso necessário, são implementadas soluções de resfriamento e aquecimento artificial como complemento (ABNT, 2005).

A consideração do clima local é essencial para a escolha dos elementos construtivos mais apropriados para o projeto da edificação, como os materiais da envoltória e os tipos de vidro. Para as edificações destinadas para habitação, o conforto térmico é um conceito fundamental pois o ambiente construído deve prover condições adequadas ao ocupante, além de serem espaços que precisam ser eficientes e com bom desempenho (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2013). Dessa forma, a arquitetura bioclimática se torna uma medida para a redução dos gastos com energia elétrica, o que é muito relevante para habitação de interesse social.

3. Gestão de energia

Os elevados preços para a geração energia e a preocupação com as mudanças climáticas nos últimos anos fazem com que os instrumentos de gestão eficiente ganhem mais importância. A implementação de medidas de eficiência energética é um instrumento eficaz para a redução da demanda de energia, no entanto a adoção de medidas isoladas, mesmo que bem elaboradas, não se sustentam por muito tempo (CBCS, 2014). Logo, mecanismos de acompanhamento sistemático foram criados para garantir os benefícios de forma definitiva e contínua.

Um dos principais instrumentos utilizados mundialmente para promover a eficiência energética e o uso racional de recursos são os Sistemas de Gestão de Energia. De acordo com norma ABNT NBR ISO 50.001 (2011), sistema de gestão de energia é o conjunto de fundamentos relacionados e interativos para elaborar um programa energético, objetivos e métodos para a redução do consumo energético e aumento da eficiência energética.

Sistemas de gestão de energia são comumente utilizados por indústrias que possuem elevados consumos de energia, no entanto, todos os setores podem se beneficiar dos critérios técnicos e teóricos para reduzir custos e aumentar a produtividade (PINTO, 2014). A série de normas 50.000 da ISO publicada em 2011 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é uma norma técnica que vem sendo praticada globalmente, tem como requisito o “desempenho energético”. Ou seja, a norma utiliza o conceito mais amplo da eficiência energética que abrange o uso final e a fonte da energia consumida.

A série de normas ISO 50000 foi desenvolvida pela ISO Technical Committee 242 – Energy Management, no Brasil, a ABNT foi pioneira na publicação da norma. Devido a pertinência do tema, textos normativos adicionais ligados aos aspectos específicos do Sistema de Gestão de Energia foram elaborados para auxiliar a compreensão do tema e auxiliar a aplicação da ABNT NBR ISO 50.001 (ISO, 2014). Logo outras cinco publicações foram lançadas:

- ABNT NBR ISO 50.001 - A análise de aspectos de avaliação da conformidade de sistemas com pretensão de certificação.
- ABNT NBR ISO 50.002 - Diagnósticos energéticos – Requisitos com orientação para uso;
- ABNT NBR ISO 50.003 - Sistemas de gestão de energia – Requisitos para organismos de auditoria e certificação de sistemas de gestão de energia;

- ABNT NBR ISO 50.004 - Sistemas de gestão de energia – Guia para implementação, manutenção e melhoria de um sistema de gestão de energia;
- ABNT NBR ISO 50.006 - Sistema de gestão de energia – Medição do desempenho energético utilizando linhas de base energética (LBE) e indicadores de desempenho energético (IDE) – Princípios gerais e orientações;
- ABNT NBR ISO 50.015 - Sistemas de gestão de energia – Medição e verificação do desempenho energético das organizações – Princípios gerais e orientações.

A norma ISO 50.001 tem como objetivo qualificar a organização a definir hábitos e processos que contribuam para a melhoria do desempenho energético, reduzir os custos com energias e propiciar o uso mais eficiente das fontes de energia (PINTO, 2014). A implementação da série ISO 50000 requer mudanças nos hábitos de consumo de energia e se tornam o aspecto principal para aumentar a eficiência energética. A norma pode ser aplicada a todos os tipos e tamanhos de sistemas. Portanto, a aplicação dos conceitos de gestão de energia permite o desenvolvimento da consciência sobre o uso de energia.

O sistema de gestão de energia possui linhas de ação básicas para sua implementação como a definição da política energética, a identificação dos critérios legais, o estabelecimento de objetivos e metas e a definição das responsabilidades. Outro ponto de grande relevância é a documentação das atividades e resultados e o acompanhamento das medidas de eficiência energética aplicadas (PINTO, 2014). A fim de praticar a gestão de melhoria contínua, o monitoramento e avaliação dos impactos causados são essenciais para o alcance dos objetivos.

Apoiar as organizações para a implementação das melhores práticas de eficiência energética e criar canais de comunicação transparente e fáceis para a gestão dos recursos energéticos faz parte dos objetivos da gestão de energia. O foco principal da norma é permitir a redução do consumo de energia, das emissões de gases de efeito estufa e segurança energética, questões fundamentais para o desenvolvimento sustentável (ISO, 2014).

A implementação de sistemas de gestão de energia permite o melhor aproveitamento energético do espaço e a melhor utilização dos recursos. Práticas como essa demonstram confiança e credibilidade e possibilitam a integração com outros sistemas de gestão, como ambiental e de segurança. Ou seja, a gestão energética abrange procedimentos sistemáticos e atividades de rotina, elaboradas a partir do planejamento estratégico estabelecido para reduzir o consumo de energia constantemente (GONÇALVES, 2014).

O processo de implementação do sistema de gestão de energia é estabelecido na ISO 50.001. Primeiro, é necessário estabelecer a responsabilidade da direção da empresa/organização para garantir o comprometimento da liderança na gestão, seguido da elaboração da política energética (GONÇALVES, 2014). O próximo passo é realizar o planejamento energético que conta com os detalhes da efetivação e manutenção do programa de gestão. É recomendado que os resultados fossem sempre avaliados e submetidos a uma avaliação crítica, para garantir a melhoria contínua do programa (GONÇALVES, 2014).

A ISO 50.001 determina os critérios para a adoção, implementação e aperfeiçoamento de um sistema de gestão de energia, para que assim a organização possa utilizar de uma estrutura que contribua para a melhoria contínua do seu desempenho energético. Para isso, são utilizados alguns métodos, como o “Diagnóstico Energético”, tema da norma ISO 50.002.

Um diagnóstico energético pode apoiar a revisão energética e facilitar o monitoramento e avaliação dos resultados, ou pode ser usado independentemente (ISO 50001). Dessa forma, com o propósito de cumprir os objetivos deste trabalho, será apresentado uma descrição sobre a norma ABNT NBR ISO 50.002.

- **Norma ABNT NBR ISO 50.002: Diagnósticos Energéticos**

Diagnóstico energético é um termo utilizado para definir uma análise técnica, sistemática e holística de uma edificação, tem como objetivo verificar as oportunidades de melhorias no desempenho energético. Dessa forma, a norma da ABNT NBR ISO 50.002: Diagnósticos Energéticos define os requisitos mínimos para a identificação dessas melhorias. A norma pode ser aplicada para todos os tipos de estabelecimento e organização, para todas as formas de energia e pode ser objeto de apoio para revisões energéticas ou de forma independente (CBCS, 2014).

Para melhorar o desempenho energético de uma edificação e otimizar o consumo de energia é recomendado implementar um sistema de gestão de energia, como relatado na ISO 50.001 (2011). Tal norma dispõe-se estabelecer o conjunto de informações sobre o uso e consumo de energia, fundamentado no processo de melhoria contínua por meio de processos bem definidos e com o monitoramento dos resultados (ISO, 2011).

O diagnóstico energético pode ser útil para a redução do consumo de energia de um edifício, redução de custos, instrumento de marketing ou parte de um programa de gestão de

energia (CBCS, 2014). Dessa forma, é uma ferramenta utilizada para encontrar soluções que tragam benefícios ao edifício e que contribui para a gestão predial.

Para que o diagnóstico energético seja uma ferramenta efetiva e confiável, útil na tomada de decisão e controle, alguns princípios básicos devem ser seguidos. Os princípios são baseados na competência técnica do consultor de energia, na confidencialidade dos dados obtidos, na objetividade das atividades e no acesso a equipamentos e informações. Dessa forma, os princípios para a realização de um diagnóstico energético são (ISO, 2014):

- O documento deve ser consistente com escopo, fronteira e objetivos estabelecidos no início do processo;
- As medições e observações precisam ser apropriadas ao consumo de energia;
- Os dados coletados devem ser representativos das atividades e processos do sistema;
- Os dados utilizados para quantificar o desempenho energético e identificar as oportunidades devem ser consistentes e únicos;
- O processo de coleta, validação e análise devem ser rastreáveis;
- O relatório do diagnóstico energético deve ter recomendações de melhorias no desempenho energético baseadas em análise técnica e econômica;

O processo de diagnóstico energético compõe-se das seguintes fases: planejamento, reunião de abertura e coleta de dados, plano de medições, visita ao local, análise, relatório e reunião de encerramento. O planejamento e coleta de dados consistem na identificação dos objetivos, levantamento preliminar dos dados e benchmarking das informações coletadas. A visita técnica é o momento para obter grande parte da investigação energética do edifício, assim são realizadas medições e reuniões com os responsáveis. As informações coletadas devem ser analisadas para avaliar o histórico do consumo e os tipos de uso final de energia (ISO, 2014). Logo, o relatório deve conter todas as informações coletadas, análises realizadas e as recomendações em eficiência energética para o empreendimento.

Cada fase deve ser acordada entre o consultor de energia e a organização, e pode ter diferentes níveis de nivelamento. A instituição ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers* define três níveis de diagnósticos energéticos, a análise preliminar, análise energética e análise detalhada de medidas de alto custo (CBCS, 2016). Dessa forma, é necessário definir o escopo da análise a partir do nível do diagnóstico,

os usos finais de energia que serão analisados, as fronteiras, o prazo de trabalho, o custo dos serviços e a continuação dos trabalhos.

As prováveis medidas de eficiência energética que podem ser implementadas devem ser levantadas durante a visita técnica. De acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2014), diferentes tipos de medidas eficientes podem ser empregados, como a criação de uma estratégia operacional, promover a conscientização dos usuários, análise da fachada, elétrico e tomadas, entre outros. Para analisar as possíveis medidas, elas devem ser comparadas entre a situação atual com a situação futura, baseadas nos fatores: custo de investimento e manutenção e economias energéticas. Além disso, os ganhos imensuráveis devem ser considerados, incluindo os ganhos de conforto ambiental, produtividade, segurança e atendimento a legislação (CBCS, 2014).

As medidas de eficiência energética precisam ser avaliadas do ponto de vista técnico, a fim de viabilizar a sua implantação no edifício. É essencial incluir o gestor no prédio nessa etapa, para evitar recomendações que já foram descartadas por algum motivo ou não se aplicam ao edifício. A aprovação financeira depende da viabilidade econômica, levando em conta os custos iniciais do investimento, as economias esperadas e o tempo de vida da medida (CBCS, 2014). As formas de avaliação dependem dos critérios do projeto, porém as formas mais utilizadas são o *Payback* Simples, o valor presente líquido (VPL), a taxa de retorno do investimento o custo do ciclo de vida (CBCS, 2014).

A satisfação do usuário é diretamente relacionada com o desempenho energético da edificação, por isso que uma avaliação energética que não considera a opinião dos moradores é insuficiente. Aplicar questionários relacionados ao conforto ambiental e produtividade aos clientes é uma das maneiras de obter as informações do edifício (CBCS, 2014). Logo, é possível incluir os dados e conclusões sobre o conforto no relatório e recomendar soluções que aumentem a qualidade ambiental dos usuários.

Desafios são encontrados na realização de diagnósticos energéticos, como a falta de capacitação da equipe do edifício, a implementação das medidas de eficiência energética, o não cumprimento das normas de qualidade e a dificuldade de financiamento das medidas. Essas dificuldades podem ser previstas pelos auditores e superadas a partir do comprometimento dos gestores da edificação e dos usuários. Portanto, o comportamento dos moradores e a gestão do prédio são fundamentais para promover maior qualidade ambiental e a redução do consumo de energia.

4. Resultados e Discussão

O estudo de caso deste trabalho são as unidades habitacionais do empreendimento Paranoá Parque, fruto do programa Minha Casa Minha Vida localizado na região administrativa do Paranoá no Distrito Federal. O desempenho térmico, a adequação das diretrizes construtivas e o consumo médio mensal de energia elétrica foram os aspectos analisados, a fim de propor melhorias em eficiência energética para as moradias. Dessa forma, para o desenvolvimento do estudo foram seguidas as seguintes etapas: caracterização do conjunto habitacional Paranoá Parque, descrição dos dados climáticos e características do consumo de energia elétrica, cálculo do desempenho térmico da edificação e recomendação de medidas de eficiência energética para a edificação.

4.1 Caracterização Paranoá Parque

O Conjunto Habitacional Paranoá Parque é resultado do Programa Minha Casa Minha vida e do Programa Morar Bem do Distrito Federal. É destinado para a Faixa 1 de beneficiários, ou seja, para famílias com renda mensal de até R\$ 1.600,00. A unidade habitacional custou R\$65.000,00 e, de acordo com suas regras, o programa assumiu o pagamento de 96% do imóvel novo com os recursos do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), umas fontes de financiamento do MCMV.

O Paranoá Parque é composto por 27 conjuntos habitacionais, compostos por 14 ou 15 blocos cada, uma caixa d'água, um centro comunitário e 253 vagas de estacionamento. São 390 prédios de quatro pavimentos: um térreo e outros três andares, cada pavimento possui quatro unidades habitacionais de 46 metros quadrados, com dois quartos, sala, banheiro e cozinha acoplada com área de serviço. No total, são 6240 apartamentos em mais de um milhão de metros quadrados, considerado o maior empreendimento desenvolvido em apenas uma etapa do MCMV.

O empreendimento de interesse social está localizado no Distrito Federal, na região administrativa do Paranoá. A latitude -015°-46'-03"; Longitude: -047°-47'-11". Está situado em uma altitude: 1.159m, com um albedo: (taxa de reflexão da radiação solar): 29% (grama seca, asfalto) (Atlas Solarimétrico, 2019).

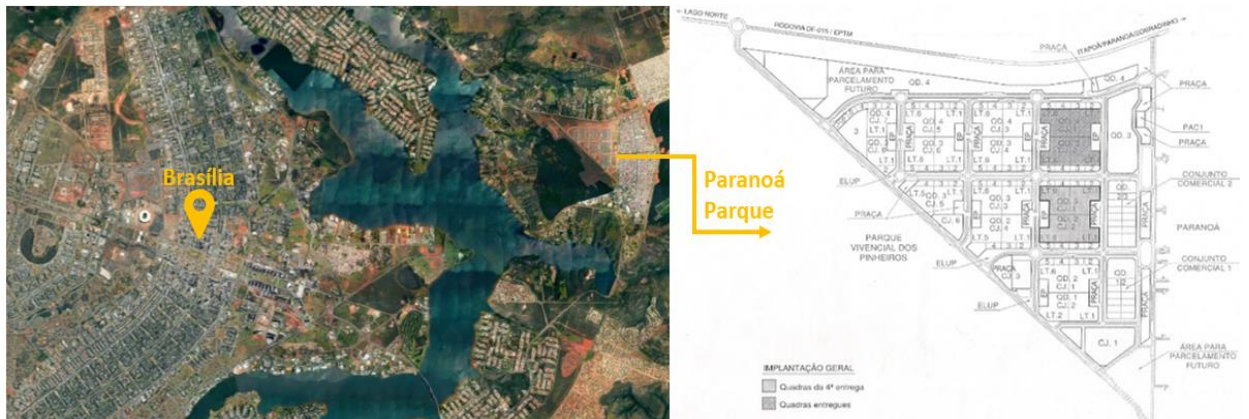


FIGURA 06 – Mapa de Localização do Conjunto Habitacional Paranoá Parque
(Fonte: Google Maps, 2019)



FIGURA 07 – Vista de satélite do Conjunto Habitacional Paranoá Parque
(Fonte: Google Maps, 2019)

Os edifícios correspondem a tipologia 2 do programa Minha Casa Minha vida, com blocos no formato H e características construtivas semelhantes. Logo, o conjunto habitacional Paranoá Parque está organizado em 27 conjuntos habitacionais, sendo que 55% são conjuntos com 14 blocos e 45% com 15 blocos. A configuração dos blocos é uniforme, diferenciando-se na posição do terreno. É possível notar o arranjo dos blocos nas figuras abaixo:



FIGURA 08 – Arranjo dos Conjuntos Habitacionais do Paranoá Parque
(Fonte: Elaboração própria, 2020)



FIGURA 09 – Detalhe no arranjo do Conjunto Habitacional com 14 blocos e com 15 blocos
(Fonte: Elaboração própria, 2020)

A Companhia de Planejamento do Distrito Federal – DF realizou em 2018 a “Pesquisa de Satisfação dos Beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida” no Paranoá Parque e descreveu o perfil socioeconômico dos moradores da região. Em média são quatro pessoas por residência, os casais com filhos representam 52,4% do perfil das famílias e 36,9% são monoparentais com filhos. A pesquisa mostra que os moradores com idade média entre 25 e 59 anos são os responsáveis pelo lar e, a maioria, possui o ensino médio como nível de

escolaridade. A renda familiar média para cerca de 40% dos moradores está entre R\$1.000,00 e R\$1.999,00 e 27% está inscrito no programa Bolsa Família do governo federal.

A metodologia deste trabalho propõe a avaliação da eficiência energética na unidade habitacional do empreendimento com foco em estratégias de redução do consumo de energia elétrica e aumento do conforto térmico. O diagnóstico energético foi utilizado para estudar com mais detalhes as ações que podem ser feitas a fim de aprimorar a eficiência energética na instalação. Dessa forma, a análise dos dados é apresentada nos subitens seguintes e está fundamentada na pesquisa de campo e na avaliação do sistema construtivo.

4.2 Pesquisa de Campo

O diagnóstico energético é uma ferramenta utilizada para estudar analisar o consumo de energia em uma instalação, indústria ou edificação. Uma das etapas do estudo é a coleta de dados sobre o objeto de estudos, dessa forma é necessário coletar informações do empreendimento com gestores e usuários além dos gastos com eletricidade. Dessa forma, a fim de atingir o objetivo deste trabalho foi realizado uma pesquisa de campo no empreendimento Paranoá Parque do Minha Casa Minha Vida, localizado no território do Distrito Federal.

A pesquisa de campo consistiu na aplicação de um questionário, anexo 02, aos moradores do empreendimento com perguntas sobre os hábitos de consumo de energia e os equipamentos eletrônicos da residência. O formulário foi elaborado de acordo com a “Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso - PPH” (2019) do PROCEL, utilizada nos estudos de planejamento energético do Brasil. Os moradores também forneceram uma conta de luz para coleta do histórico de consumo da unidade habitacional. Dessa forma, foram aplicados vinte e cinco questionários a fim de analisar o desempenho termo-energética da UH e assim propor soluções de eficiência energética.

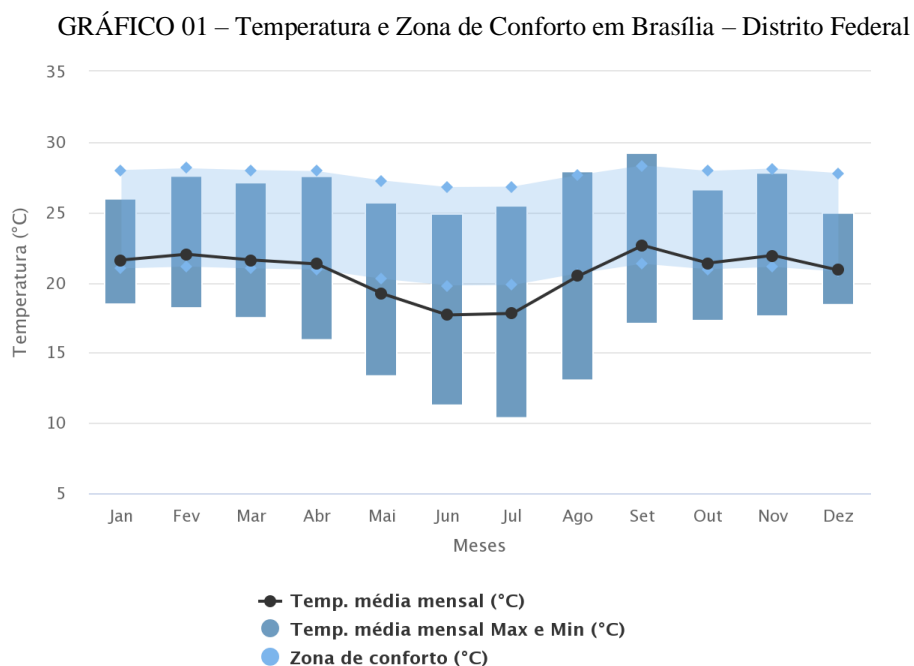
Após a realização das entrevistas, as informações dos questionários foram organizadas de forma a simplificar as análises. As informações sobre clima da região e características da construção foram obtidas por meio de plataformas oficiais de dados e disponibilizadas pelos gestores do Paranoá Parque.

a. Dados climáticos

Os fatores climáticos possuem influência direta no conforto ambiental do ambiente construído e, conseqüentemente, no consumo de energia elétrica. O estudo do clima local é uma premissa básica para avaliação das necessidades em um projeto em relação a eficiência energética e conforto do usuário. Dessa forma, os dados locais do empreendimento Paranoá Parque são informações do Instituto Nacional de Meteorologia e se referem a uma média de dados de trinta anos (BRASIL, 2016).

Os aspectos climáticos da região são caracterizados pela análise dos dados históricos sobre o sol, vento, umidade e temperatura nas estações meteorológicas. O estudo dessas variáveis apoia a definição das diretrizes construtivas do projeto de forma a promover soluções que aumentem o conforto térmico e a redução no consumo de energia. Portanto, as características locais do Distrito Federal foram apresentadas em formato gráfico para melhor compreensão do comportamento do clima.

O comportamento da temperatura é a primeira etapa para a análise bioclimática da casa devido a relação dessas informações com o sistema construtivo. O conforto térmico está relacionado com a sensação térmica neutra, se caracterizando pela satisfação do usuário no ambiente. Dessa forma, a análise da temperatura resulta em estratégias específicas para a edificação e o gráfico 01 traz as temperaturas máximas, mínimas e a zona de conforto térmico para o Distrito Federal.

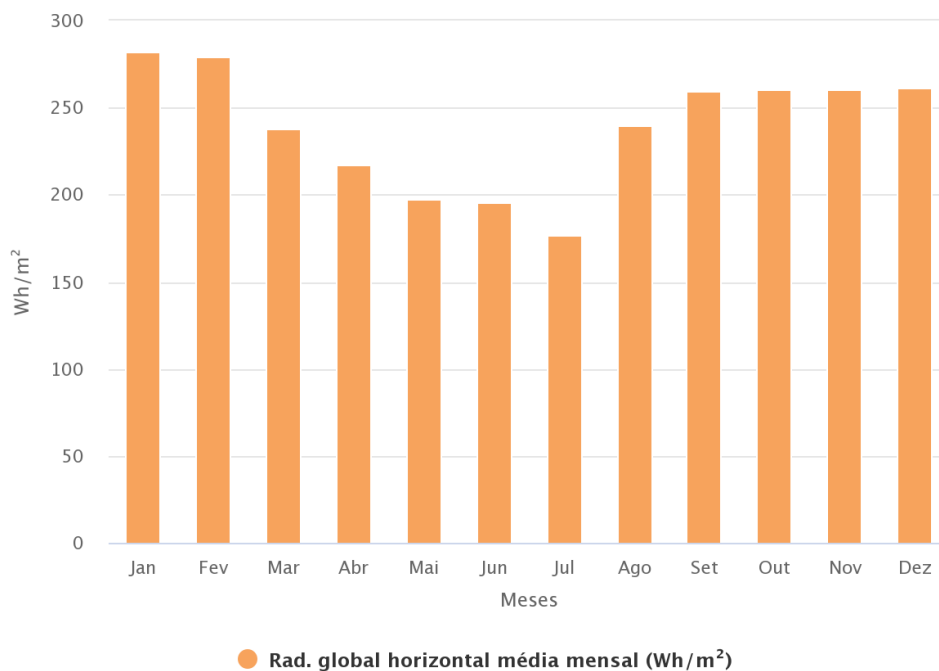


(Fonte: PROJETEEEE, 2020)

A zona de conforto não é um valor exato e sim variação de temperaturas que podem proporcionar o conforto térmico ambiental. Dessa forma, a partir do gráfico 01 é possível identificar a zona de desconforto térmico que está abaixo de 20°C e acima de 28°C. Essas informações são essenciais para definir as estratégias bioclimáticas para aumentar a satisfação do usuário nessa região e recomendar soluções de baixo consumo energético.

Além disso, é imprescindível entender o percurso do sol para regular a radiação solar que incide sobre a edificação. As medidas de sombreamento, o tamanho das aberturas e o potencial de geração de energia são alguns exemplos de técnicas que se baseiam nos valores de radiação solar. Dessa forma, o gráfico 02 apresenta os valores de radiação solar média em watts hora por metro quadrado para a região do Distrito Federal.

GRÁFICO 02 – Radiação solar média mensal em Brasília – Distrito Federal

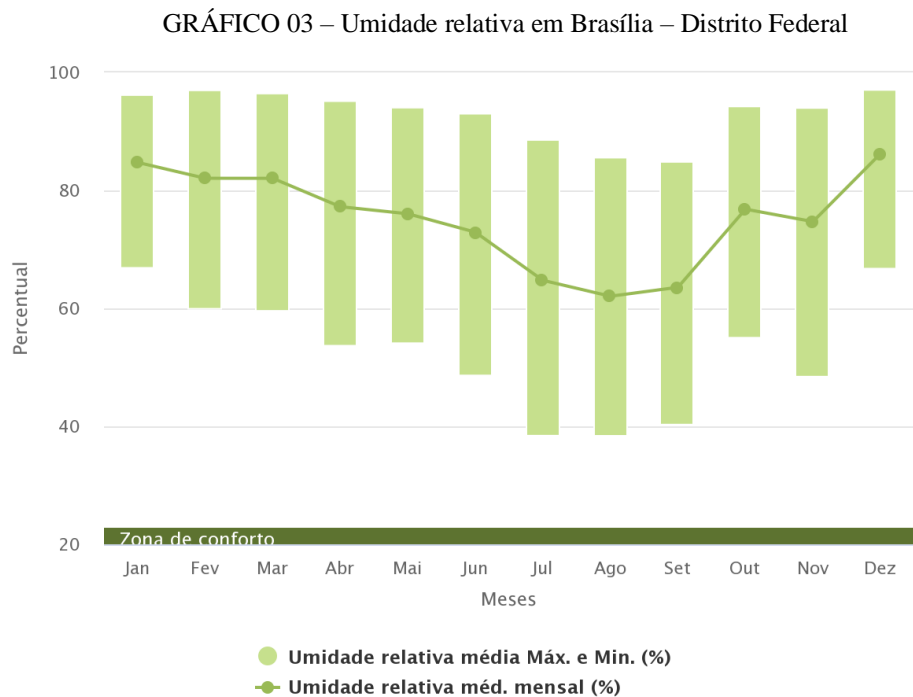


(Fonte: PROJETESEE, 2020)

A radiação solar é um aspecto fundamental em análises de eficiência energética em edificações porque o sol pode ser fonte de luz, calor e energia. De acordo com o gráfico XX, a região do Paranoá apresenta índices médios de radiação solar consideráveis para todos os meses do ano. Logo, soluções integradas que aproveitem o potencial solar da região possuem grande relevância para o conforto térmico e economia de energia elétrica.

De acordo com a OMS (2020), a umidade relativa do ar ideal para a saúde está entre 50% e 80%, no caso do Distrito Federal esse valor pode chegar a menos de 40%. A baixa umidade causa desconforto com dias muito quentes e noites muito frias, além dos problemas

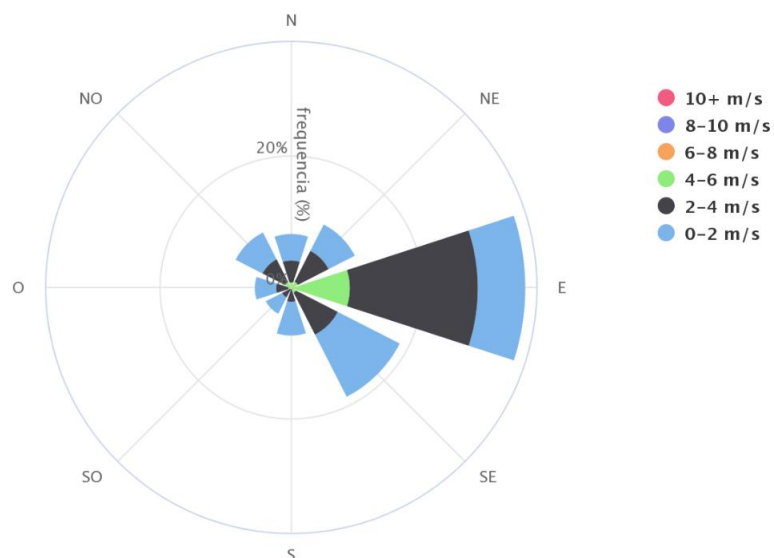
de saúde como o ressecamento da mucosa e desidratação. Dessa forma, as informações sobre a umidade relativa no Distrito Federal estão presente no gráfico 03.



(Fonte: PROJETEEE, 2020)

A umidade relativa do ar é a relação da quantidade de água presente no ar e a quantidade máxima de água no ar que poderia haver. A variação da temperatura mensal da região do Paranoá pode ser de 10° Celsius o que indica alta amplitude térmica, uma característica de clima seco com baixa umidade (MMA, 2016). Dessa forma, as estratégias bioclimáticas para as edificações são fundamentais nessa região para promover um ambiente confortável e saudável para os usuários.

GRÁFICO 04 – Rosa dos Ventos, Brasília – Distrito Federal



(Fonte: PROJETEEE, 2020)

O gráfico de Rosa dos Ventos é essencial para incluir medidas eficientes em edificações, isso porque o digrama indica direção predominante, a frequência e a velocidade do vento. De acordo com a Rosa dos Ventos da região do Paranoá Parque, os ventos predominantes são do Leste com uma velocidade que varia entre baixa e média. Essas informações são importantes para a medir o vento na área e aplicar soluções eficientes que utilizem o ar natural para manutenção da temperatura ambiente.

b. Consumo médio de energia elétrica

A pesquisa de campo contou com a coleta dos dados sobre o consumo total das unidades habitacionais do Paranoá Parque por meio das faturas de energia elétrica emitida pela Companhia Energética de Brasília – CEB. O consumo médio mensal da residência do empreendimento será utilizado como o indicador de eficiência energética para as análises dos dados e proposição de melhorias. Dessa forma, essas informações são essenciais para a apresentação dos dados e detalhamento das ações.

Durante as entrevistas foi solicitado ao morador uma fatura de energia elétrica da residência para coletar a média anual do consumo. Dessa forma, o quadro 02 resume as informações encontradas sobre o consumo energético médio anual em cada moradia.

QUADRO 02 – Unidade habitacional e o Consumo médio anual de energia elétrica

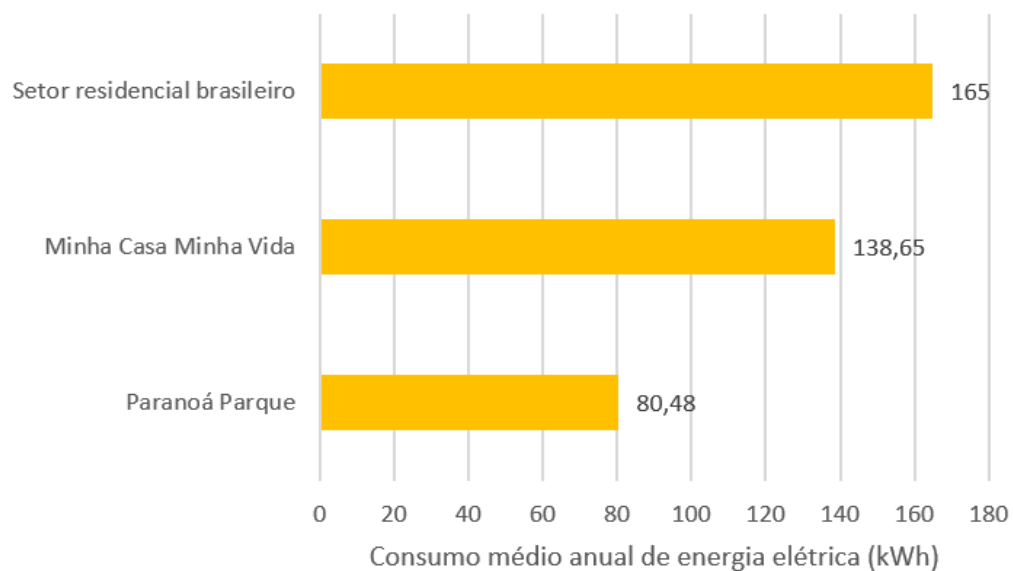
UH	Consumo médio anual de Energia Elétrica
1	125
2	205
3	80
4	167
5	99
6	115
7	199
8	33
9	0
10	97
11	6
12	0
13	170
14	0
15	0
16	0
17	92
18	0

19	0
20	0
21	117
22	137
23	233
24	137
25	0

Fonte: Elaboração própria (2020)

O consumo médio anual de energia elétrica da unidade habitacional do Paranoá Parque é 80,48 kWh, valor menor que a média publicada pela EPE (2014) que traz um consumo de 165 kWh para o setor residencial brasileiro. O consumo energético de uma residência Faixa 01 do Minha Casa Minha Vida apresenta valores inferiores em relação as outras faixas do programa, no entanto a simulação energética de uma unidade tipo faixa 01 resulta em um consumo de 138,65 kWh por moradia (CURSINO & BORGSTEIN, 2015). O gráfico 05 demonstra o resultado encontrado na pesquisa de campo em comparação com os consumos médios anuais indicados na literatura. Além disso, mostra como o valor do consumo de energia elétrica médio de uma UH do Paranoá Parque está abaixo dos valores comuns para residências baixa renda.

GRÁFICO 05 – Consumo médio anual de energia elétrica



(Fonte: elaboração própria, 2020)

O valor do consumo médio anual de energia elétrica de uma casa do Paranoá Parque resultou em um valor discrepante da literatura, um dos motivos para isso é que 36% das faturas analisadas tinham em seu histórico o consumo médio anual igual a zero. O que não corresponde com a realidade de um domicílio que tem em média quatro moradores por casa e

equipamentos elétricos funcionando. Dessa forma, foram analisados a relação desses casos com a adesão do programa Tarifa Social de Energia Elétrica – TSEE.

A Tarifa Social de Energia Elétrica é regulamentada pela Lei nº 12.212/2010 e pelo Decreto nº 7.583 de 2011. A legislação é caracterizada por executar descontos incidentes sobre a tarifa aplicada à classe residencial de baixa renda. Dessa forma, o quadro 03 indica os descontos referentes ao consumo de energia elétrica mensal.

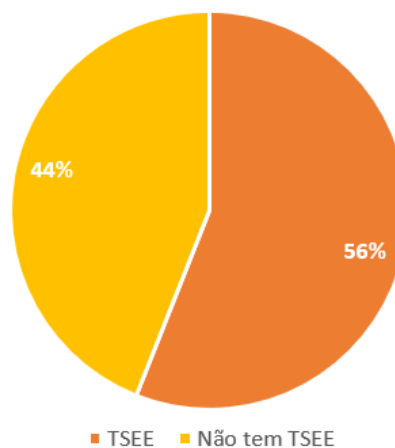
QUADRO 03 – Parcela do consumo mensal e o desconto fornecido de acordo com a TSEE

Parcela de Consumo Mensal (PMC)	Desconto (%)
PCM <= 30 kWh	65%
30 kWh < PMC <= 100 kWh	40%
100 kWh < PMC <= 220 kWh	10%
220 kWh < PMC	0%

(Fonte: ANEEL, 2020).

O programa é destinado para as famílias de baixa renda que estejam cadastradas no sistema do governo federal para programas sociais, para isso é necessário comprovar a renda e solicitar o ingresso no programa. De acordo com o gráfico 06, 56% das residências do empreendimento estão cadastradas na TSEE e mais da metade dessas casas com o benefício apresentam medições inconsistentes, ou seja, com consumos iguais a 0 kWh. Dessa forma, é possível notar uma relação dos consumos imprecisos com a adesão ao programa de descontos.

GRÁFICO 06 – Unidade Habitacionais inscritas no programa TSEE no Paranoá



(Fonte: elaboração própria, 2020)

As edificações do Paranoá Parque possuem rede monofásica e a medição do consumo de energia elétrica ocorre de forma individual pela CEB. O consumo médio das residências que recebem o subsídio da TSEE é 122,18 kWh e o desconto médio aplicado em cada é R\$ 22,92 (CSILLAG, LAMBERTS, 2015). No entanto, o cenário encontrado no Paranoá Parque

é diferente, onde a média de consumo para as residências com o desconto foi de aproximadamente 44 kWh.

Apesar das medições inconsistentes terem sido identificadas nas unidades habitacionais inscritas na Tarifa Social de Energia Elétrica, essa situação não faz parte do regulamento do benefício. Os descontos são incidentes sobre o consumo médio de energia elétrica medidos em cada residência e por isso esses valores devem ser faturados de forma precisa para a correta aplicação dos recursos do governo.

Os valores gastos com energia elétrica na edificação são essenciais para uma análise mais detalhada sobre o desempenho energético da edificação. A constatação de medições inconsistentes no consumo de energia no empreendimento faz parte dos resultados do diagnóstico energético. Dessa forma, para obter informações mais precisas sobre o consumo de energia elétrica no empreendimento é necessário contactar a companhia de energia elétrica e promover investigações mais detalhadas sobre a situação.

c. Equipamentos

O melhor desempenho dos equipamentos gastando menos energia faz parte das estratégias para promover a eficiência energética no setor residencial. Essa relação eficiente com os hábitos do usuário tem grande potencial de redução no uso dos recursos naturais e no aumento da qualidade de vida. Portanto, as informações sobre a posse dos equipamentos são fundamentais para conhecer o tipo do morador do empreendimento e avaliar as soluções de eficiência energética para a unidade habitacional.

O questionário aplicado perguntou quais equipamentos o entrevistado possui em casa com o objetivo de identificar as características e os hábitos de consumo de energia elétrica da população do Paranoá Parque. Dessa forma, segue abaixo o quadro 04 – Relação de equipamentos presentes nas UHs do Paranoá Parque que resume as informações coletadas em campo.

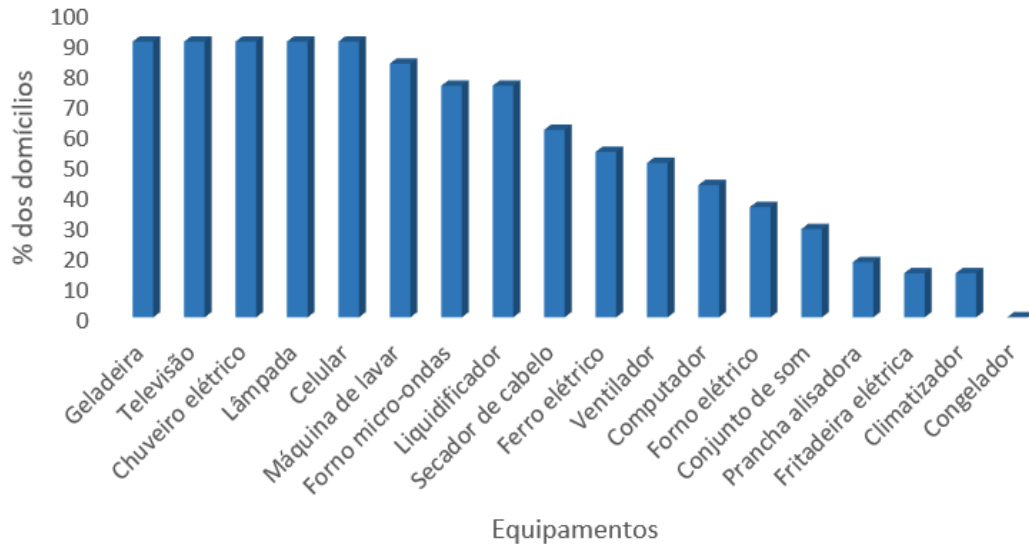
QUADRO 04 – Relação de equipamentos presentes nas UHs do Paranoá Parque

Equipamentos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Refrigerador	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Congelador																										
Máquina de lavar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Televisão	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Computador				X	X						X	X			X	X	X	X	X	X	X				X	
Lâmpada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Forno elétrico	X		X	X	X		X			X	X	X				X		X								
Forno micro-ondas	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X
Ferro elétrico				X	X				X	X	X	X			X	X	X		X	X	X		X	X		
Chuveiro elétrico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ventilador	X	X	X	X		X	X					X	X	X	X	X				X	X	X				

Secador de cabelo	X			X	X				X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X		X	
Prancha alisadora	X										X							X	X						X
Liquidificador	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	
Conjunto de som	X	X		X					X					X	X								X		
Fritadeira elétrica	X			X															X				X	X	
Climatizador					X	X					X				X										
Celular	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Fonte: Elaboração própria (2020)

GRÁFICO 07 – Eletrodomésticos presente nas UHs estudadas



(Fonte: elaboração própria, 2020)

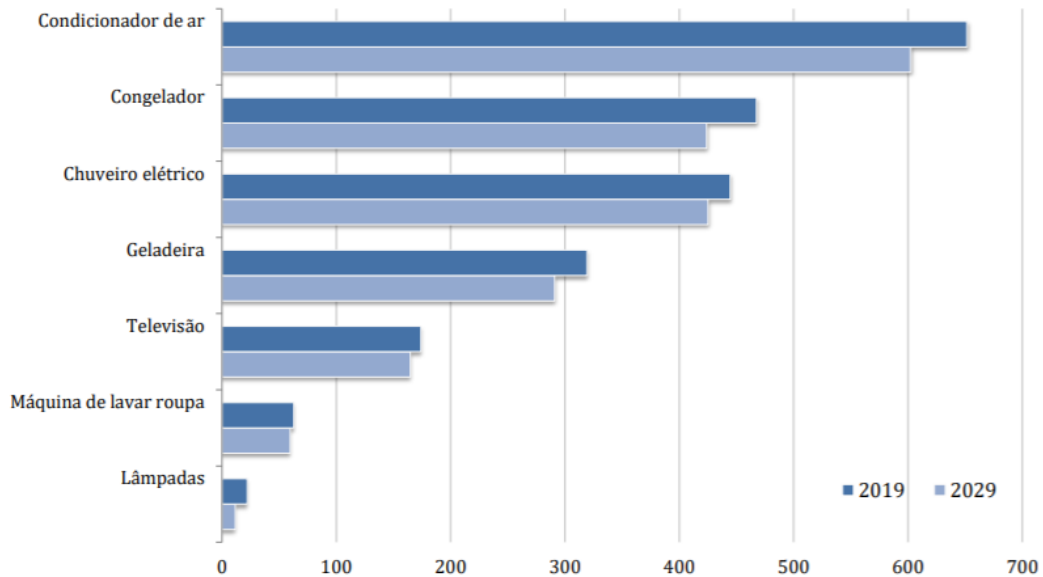
A estrutura de consumo de energia elétrica do empreendimento pode ser analisada pelos equipamentos listados, e assim indicar os hábitos de consumo dos moradores. A estrutura encontrada indica que o consumo total está dividido entre refrigeração alimentos, aquecimento de água para o banho, iluminação, televisores e limpeza das roupas. Esses equipamentos mais comuns, como geladeira e chuveiro elétrico, demandam também a maior quantidade de energia elétrica. Dessa forma, é possível verificar a relevância desses equipamentos no consumo de energia elétrica da unidade habitacional.

Cabe ressaltar que a análise se limitou aos equipamentos: ar condicionado, refrigerador, chuveiro elétrico, *freezer*, lâmpadas, máquina de lavar roupas e televisão. Isso porque, em 2024, esses aparelhos vão representar cerca de 66% do consumo de uma residência brasileira (EPE 2016). Além do mais, o foco do PBE e do PROCEL para o aumento da eficiência energética está nesses equipamentos.

De acordo com o Empresa de Pesquisa Energética (2019), a eletricidade é fonte que apresenta maior chance de conservação de energia nas edificações e por isso os equipamentos devem ser mais eficientes a fim de reduzir a demanda por energia. Além disso, a previsão é de

aumento no número de equipamentos devido ao aumento do poder de compra das famílias. Dessa forma, o Plano Decenal de Energia 2029 (EPE, 2019) apresenta os equipamentos com maior demanda energética atual e futura nas residências do país.

GRÁFICO 08 – Consumo médio anual por equipamento em kWh/ano/equipamento



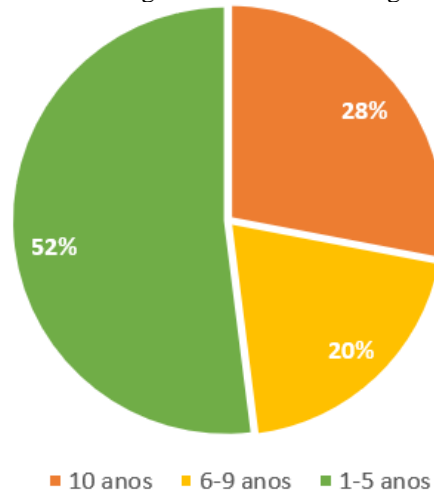
(Fonte: EPE, 2019)

O PDE 2029 traz projeções de crescimento no consumo de energia elétrica pela população devido ao aumento no número de equipamentos nas residências (EPE, 2019). Além disso, a PPH 2019 traz que 94,08% dos domicílios do Distrito Federal possuem refrigeradores e 78,97% utilizam o chuveiro elétrico como fonte de aquecimento da água para o banho. No caso do Paranoá Parque, esses aparelhos estão presentes em mais de 90% das casas. Logo, a implementação de padrões mais restritivos de eficiência para os equipamentos são ações convenientes com impactos significativos para a conservação de energia.

No Brasil, as distribuidoras de energia são obrigadas por lei a reter 0,5% do faturamento para financiar Programas de Eficiência Energética – PEEE com o objetivo de investir em iniciativas que contribuam para a conservação de energia. É o caso do Paranoá Parque, que em 2017 foi contemplado pelo PEE da Companhia de Energia Elétrica de Brasília (CEB-D) “Agente CEB 3” com a troca de 120 geladeiras. O projeto tinha como objetivo promover a troca de geladeiras e lâmpadas para modelos mais eficiente e incentivar a eficiência energética, no entanto 28% das residências no empreendimento ainda possuem refrigeradores com mais de 10 anos de utilização, indicando que ações para a troca dos equipamentos e conscientização ainda são eficazes na região.

Abaixo, o gráfico “Panorama geral da idade dos refrigeradores do Paranoá Parque mostra um panorama geral da idade dos refrigeradores das residências” com o resumo das idades dos refrigeradores no empreendimento.

GRÁFICO 09 – Panorama geral da idade dos refrigeradores do Paranoá Parque



(Fonte: elaboração própria, 2020)

As geladeiras possuem vida útil de dez a quinze anos e tendo como base o ano de 2019, os aparelhos fabricados há dez anos já podem demonstrar queda no desempenho. Além disso, os aparelhos eletrodomésticos passam por aperfeiçoamentos regularmente e podem obter ganhos em eficiência energética, como por exemplo os modelos de refrigeradores em 2024 terão aumentado sua eficiência em 6,9% (EPE, 2016).

Segue abaixo, no quadro 05, o resumo das estimativas de consumo médio mensal de energia elétrica dos refrigeradores de acordo com o tempo de uso do aparelho. Os consumos médios foram calculados de acordo com os dados disponibilizados na página web da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e pelo estudo “Avaliação da eficiência energética e Geração Distribuída para os próximos dez anos” realizado pela EPE (2016).

QUADRO 05 – Estimativas de consumo médio mensal de energia elétrica dos refrigeradores e o tempo de uso

Refrigerador	
Tempo de uso (ano base 2019)	Consumo médio mensal de energia elétrica
1 - 5 anos	58,5 kwh
6 - 9 anos	60,5 kwh
10 anos ou mais	150 kwh

Fonte: elaboração própria (2020)

Os modelos antigos de refrigeradores são menos eficientes do que as versões mais novas, com um consumo mensal que pode chegar a 150 kwh por mês (ANEEL, 2020). Os modelos fabricados nos últimos cinco anos consomem cerca de 66% a menos e por isso que

medidas para tornar os equipamentos mais eficientes possuem tanto potencial. As geladeiras podem permanecer ligadas vinte e quatro horas por dia durante todo o mês nas residências, logo, quanto melhor seu o desempenho energético menor o custo com energia elétrica.

Em relação ao programa de eficiência energética Agente CEB 03 (2017), a iniciativa também trocou as lâmpadas de algumas casas, de fluorescente para LED. Essa iniciativa se refletiu nos resultados da pesquisa de campo onde cerca de 80% das residências utilizam lâmpadas de LED nos cinco pontos de luz. Dessa forma, esse resultado contrasta com a PPH 2019, que afirma que 49,28% das residências do Distrito Federal utilizam sempre LED para iluminação.

A utilização de lâmpadas de LED traz benefícios para o usuário, como o melhor desempenho energético entre os modelos e maior vida útil, com uma potência que pode variar de 6 – 20 watts. Para efeito de comparação, os modelos fluorescentes podem ter uma potência máxima de 100 watts e para os incandescentes de 200 watts. Dessa forma, a fim de conhecer a relevância dessa tecnologia na estrutura de consumo das unidades habitacionais é necessário analisar o consumo médio mensal de energia elétrica mensal do equipamento.

A análise consistiu no cálculo do consumo médio mensal das lâmpadas de LED utilizando a potência máxima, a quantidade de pontos de luz da casa e o tempo médio de utilização diária igual a três horas. Os dados para calcular o consumo médio mensal de energia elétrica gasto com as lâmpadas de LED segue no quadro 06.

QUADRO 06 – Dados para calcular o consumo médio mensal das lâmpadas de LED

Potência máxima	12 watts
Potência total (5 pontos de iluminação)	60 watts
Tempo mensal de utilização	90 horas

Fonte: Elaboração própria (2020)

A equação 3, abaixo, traz método de calcular o consumo mensal de energia elétrica das lâmpadas de LED a partir dos dados da potência e horas de uso (ANEEL, 2020).

$$\text{Consumo (kwh)} = (\text{potência em watt}/1000) \times (\text{tempo}) \text{ número de horas (3)}$$

Com isso, o consumo mensal médio de energia elétrica das lâmpadas de LED na unidade habitacional é de 5,04 kilowatt hora. A fim de comparar as tecnologias, o mesmo

método foi aplicado para os modelos fluorescentes utilizando a potência máxima, os pontos de luz da casa e três horas média de utilização.

QUADRO 07 – Dados para calcular o consumo médio mensal das lâmpadas fluorescentes

Potência máxima	23 watts
Potência total (5 pontos de iluminação)	115 watts
Tempo mensal de utilização	90 horas

Fonte: Elaboração própria (2020)

O quadro 07 e a equação 03 foram aplicadas e o consumo médio mensal de energia elétrica pelas lâmpadas fluorescentes resultou em 10,35 kilowatt hora. Logo, o consumo de energia mensal do modelo LED corresponde a 48,7% do valor encontrado, comprovando o seu melhor desempenho energético.

Outro equipamento muito relevante para o consumo de energia em uma residência é o chuveiro elétrico. O manual do usuário entregue aos moradores do empreendimento específica a potência máxima do chuveiro elétrico em 4500 volts. No entanto, cerca de 48% dos entrevistados relataram a queima do aparelho pelo menos uma vez desde a mudança e que por isso utilizam o chuveiro apenas no modo verão ou adquirem uma versão com potência mais baixa. De acordo com a ANEEL, o modo de operação “verão” pode variar a potência entre 2.100 e 3.500 watts e a água esquentar até o ponto morno. Dessa forma, apesar do menor consumo energético, essa situação limita o comportamento do usuário e diminui a sua qualidade de vida.

A fim de entender o peso do consumo elétrico mensal do chuveiro, foram utilizados a potência especificada no Manual do Usuário, os dados da PPH 2019 e o método de cálculo sugerido pela ANEEL (2020). De acordo com a pesquisa do PROCEL 43,46% dos moradores do DF tomam banho por cerca de cinco minutos em uma média de quatro banhos diários, o que vem de encontro com a média de moradores por casa no Paranoá Parque, o quadro 08 resume os dados.

QUADRO 08 – Dados para calcular o consumo médio mensal do chuveiro elétrico

Potência máxima	4.500 watts
Tempo mensal de utilização	10 horas

Fonte: Elaboração própria (2020)

A equação 03 pode ser novamente utilizada como o método de calcular o consumo mensal de energia elétrica do chuveiro a partir dos dados da potência e horas de uso (ANEEL,

2020). Dessa forma, o consumo médio mensal para aquecer a água do banho é 45 kwh, o que indica sua relevância quando comparado com o refrigerador e o tempo de utilização.

Os aparelhos de televisão obtiveram números relevantes na pesquisa realizada no Paranoá Parque, presente em 90% das unidades habitacionais. Em média são dois aparelhos de TV por domicílio, sendo que a 80% dos aparelhos possuem menos 10 anos de utilização. De acordo com a ANEEL (2020), o tempo de utilização do aparelho são seis horas do e o consumo médio mensal dos aparelhos de TV é de 11,2 kwh e no modo *standby* é 4,3 kwh. Dessa forma, as ações de orientação aos moradores sobre os modos eficientes de utilização dos aparelhos podem trazer uma redução no gasto com energia elétrica.

A máquinas de lavar roupa também está presente em 90% das residências do Paranoá Parque e um terço desses aparelhos foram adquiridos há dez anos ou mais. A potência desses aparelhos pode variar entre 400 e 800 watts e a frequência de uso no Distrito Federal é pequena, uma vez na semana com 3 lavagens diárias (PROCEL, 2019). Dessa forma, foi possível obter o consumo médio mensal da máquina de lavar roupas.

QUADRO 09 – Dados para calcular o consumo médio mensal da máquina de lavar roupas

Potência máxima	800 watts
Ciclo médio de lavagem	1:15 horas
Tempo mensal de utilização	15 horas

Fonte: Elaboração própria (2020)

Os dados presentes no quadro 09 e a equação 03 foram utilizadas como método de calcular o consumo mensal de energia elétrica da máquina de lavar a partir dos dados da potência e horas de uso (ANEEL, 2020). Aplicando os dados, o resultado encontrado para o consumo médio mensal de energia elétrica da lavadora de roupas é de 12 kwh.

As recomendações construtivas da edificação do Paranoá Parque não permitem a instalação dos equipamentos nas paredes, logo a relevância dos aparelhos de condicionadores de ar não se aplica. No entanto, outros equipamentos que buscam o conforto térmico no ambiente aparecem nos questionários, como o ventilador com 56% e o climatizador com 16%. Logo, conclui-se que parte dos moradores buscam maneiras artificiais para a manutenção do ar interno na unidade habitacional.

A estrutura de consumo médio de energia elétrica para as residências do Paranoá Parque foi estabelecida a partir do gasto de energia elétrica dos equipamentos mais relevantes, de acordo com a EPE (2016). A tabela 09 “Equipamentos e Consumo médio mensal de

energia elétrica” resume as informações coletadas indicando os equipamentos mais frequentes nas casas e o consumo médio mensal de cada um. O quadro 10 resume o consumo energético total desses aparelhos resultando em 131,8 kWh, sendo que os valores da geladeira e do chuveiro elétrico são os mais representativos. Dessa forma, ainda há espaço para promover programas de eficiência energética e de conscientização com os moradores sobre hábitos mais eficientes.

QUADRO 10 – Equipamentos e Consumo médio mensal de energia elétrica

Equipamento	Consumo médio mensal de energia elétrica
Geladeira	58,5 kWh
Chuveiro elétrico	45 kWh
Máquina de lavar roupa	12 kWh
Televisão	11,2 kWh
F Lâmpadas	5,04 kWh
F Total	131,8 kWh

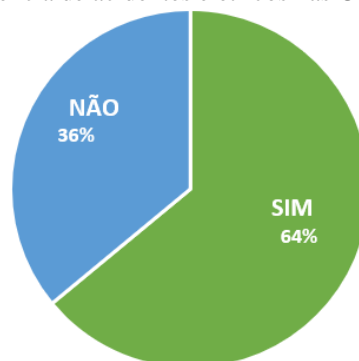
Fonte: Elaboração própria (2020)

A estrutura de consumo médio das residências do Paranoá Parque resultou em um gasto de energia elétrica 60% maior do que o consumo médio encontrado nas faturas de energia, confirmando a necessidade de estudos mais detalhados sobre as medições realizadas no empreendimento pela companhia de energia.

d. Problemas elétricos

Um dos aspectos com maior relevância da pesquisa campo foram os resultados relacionados com a ocorrência de problemas elétricos na unidade habitacional. De acordo com o gráfico 10, no quesito ocorrência dos acidentes elétricos, observou-se que cerca de 64% das casas já teve algum problema com a rede elétrica, que pode ser desde a queima de equipamentos elétricos, a explosão da tomada e um princípio de incêndio. Logo, essa situação indica algum problema no projeto da rede elétrica da edificação ou na qualidade dos materiais utilizados.

GRÁFICO 10 – Ocorrência de acidentes elétricos nas UHs do Paranoá Parque



(Fonte: Elaboração própria, 2020)

e. Edificação

O material construtivo e as especificações técnicas da unidade habitacional são informações essenciais para o diagnóstico energético da edificação. As informações sobre a composição das paredes e da cobertura, os tipos de vidro, o tamanho das aberturas são fundamentais na análise do desempenho térmico da moradia. Dessa forma, a coleta desses dados também fez parte da pesquisa de campo.

As informações sobre a edificação, como as áreas dos cômodos e os materiais construtivos, foram coletadas por meio de um questionário aos gestores dos edifícios solicitando as especificações técnicas do apartamento. Dessa forma, os dados coletados foram apresentados no quadro “Especificação técnica da UH do Paranoá Parque”.

QUADRO 11 – Especificação técnica das unidades habitacionais do Paranoá Parque

Especificações técnicas - Unidade habitacional	
Projeto	Unidade habitacional com sala, 2 dormitórios para duas pessoas, cozinha, área de serviço e banheiro
Área total	46 m ²
Área útil do apto	41,85 m ²
Dimensões dos cômodos	
Dormitório casal	8,84 m ²
Dormitório duas pessoas	7,92 m ²
Cozinha e área de serviço	6,84 m ²
Sala de estar/refeições	12,17 m ²
Banheiro	3,8 m ²
Área de circulação	2,28 m ²
Sistema construtivo	
Material	Concreto moldado in loco
Pé direito	2,5 m
Vedação vertical	
Revestimento	Concreto regularizado plano
Espessura	0,10 m
Pintura	Tinta Látex
Cor das paredes externas	Bege
Absortância solar (cor externa)	0,35
Área molhada	
Revestimento de azulejo com 1,50 metros de altura nas paredes da cozinha, área de serviço e banheiro e em toda área do box	
Vedação horizontal	
Cobertura	Telha de fibrocimento sob laje de concreto
Área	46 m ²
Espessura telha	6 mm
Espessura laje	0,10 m
Câmara de ar	0,8 m x 0,8 m

Esquadrias	
Janela maior sala	Alumínio e Vidro Liso. Janela de correr, duas folhas (uma fixa e uma móvel) 1,4 m X 2,30 m
Janela quartos e cozinha	Alumínio e Vidro Liso. Janela de correr, duas folhas (uma fixa e uma móvel) 1,2 m X 1,2 m
Janela banheiro	Alumínio e Vidro Fantasia 0,60 m X 0,80 m
Porta	Marco metálico e porta prancheta de madeira 0,80 m X 2,10 m

Fonte: Elaboração própria, 2020

Além disso, a fim de contribuir para a caracterização da moradia, o layout da UH tipo do empreendimento foi disponibilizado pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Distrito Federal – CODHAB/DF ao longo do trabalho em campo. Logo, essa visualização contribuiu para a avaliação das diretrizes construtivas do programa Minha Casa Minha Vida.

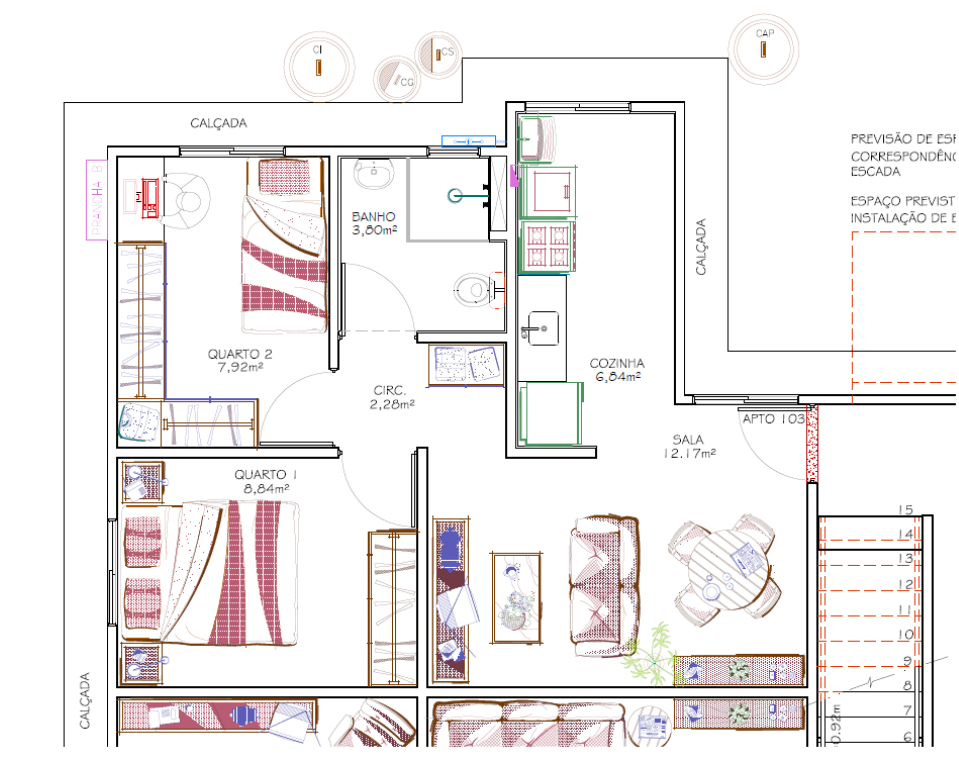


FIGURA10 – Layout apartamento tipo Paranoá Parque

(Fonte: CODHAB/DF, 2014)

As edificações do Paranoá Parque foram construídas com concreto moldado in loco e por isso qualquer tipo de intervenção nas paredes ou no telhado é proibida, podendo causar danos a estrutura do prédio. Essa informação consta em avisos nos corredores do prédio e no documento Manual do Usuário e se não for cumprida, pode causar a perda da garantia de

qualquer área afetada pela intervenção. A figura 11 mostra uma das placas que advertem para qualquer alteração no sistema construtivo que pode ser encontrada no empreendimento.

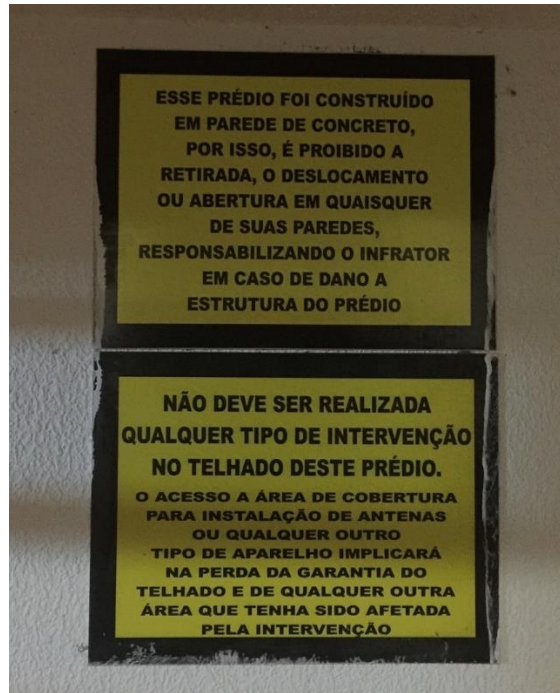


FIGURA 11 – Placa com aviso para proibição de qualquer intervenção nas paredes e no telhado do prédio
(Fonte: elaboração própria, 2020)

4.3 Desempenho Térmico

A norma ABNT NBR 15.575: Edificações – Desempenho pode ser utilizada como procedimento de avaliação de desempenho dos sistemas construtivos e está presente na legislação atual do programa Minha Casa Minha Vida. Um dos objetivos do diagnóstico energético é a análise da edificação multifamiliar do ponto de vista térmico utilizando a metodologia de cálculo dos parâmetros especificadas na norma de desempenho.

O desempenho térmico é o comportamento da edificação em uso em relação as suas variáveis térmicas. Para avaliação do desempenho do Paranoá Parque, será utilizado o procedimento simplificado descrito na ABNT NBR 15.575: Desempenho que avalia a adequação dos sistemas de vedação e cobertura. Para isso, foram aplicadas as metodologias presentes na norma de desempenho parte 3 e parte 4.

A avaliação do desempenho térmico de um edifício multifamiliar é feita a partir da análise da unidade habitacional crítica do ponto de vista térmico. Ou seja, a unidade habitacional a ser analisada é o apartamento do último andar com as janelas das áreas de permanência prolongada (quarto e sala) viradas para oeste e cobertura exposta.

A divisão territorial por zonas bioclimáticas também faz parte da análise do desempenho térmico de uma edificação. Esta classificação está presente na Norma de Desempenho (2013) como uma referência a outra norma, a NBR 15.220-3, que descreve diretrizes construtivas de acordo com as características climáticas da região. No caso do presente estudo, o empreendimento do MCMV está localizado na zona bioclimática 04 e essa informação servirá de guia para a avaliação do desempenho térmico.

4.3.1 Análise do sistema de vedação vertical (SVV)

A verificação dos níveis mínimos de desempenho térmico da edificação conta com a análise dos sistemas de vedação vertical da habitação, ou seja, as partes que limitam verticalmente o edifício. De acordo com a ABNT NBR 15.575, os SVV são avaliados de acordo com os requisitos e critérios apresentados na norma. Para o desenvolvimento deste trabalho foi aplicado o método de cálculo da norma ABNT NBR 15.220: Desempenho Térmico de edificações - Parte 2.

a. Adequação das paredes externas

A adequação das paredes externas consiste em avaliar a transmitância térmica e a capacidade térmica do sistema construtivo das paredes externas e verificar se os valores se adequam ao desempenho mínimo estabelecido no item 11.2.1 da norma de desempenho ABNT NBR 15.575.

As paredes externas dos edifícios do Paranoá Parque a serem analisadas é composta por uma camada de 10 centímetros de concreto moldado in loco. A Figura 12 apresenta o desenho esquemático da vedação externa, considerando o fluxo de calor horizontal “q”.

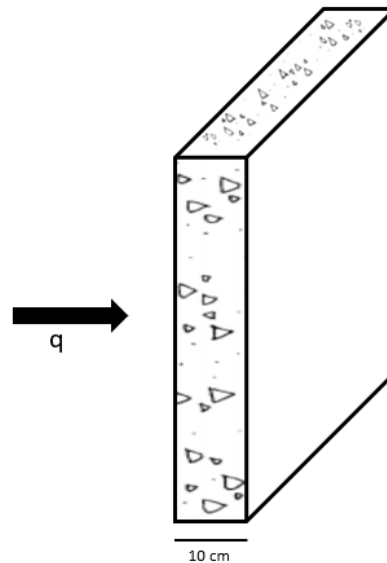


FIGURA 12 – Desenho esquemático da vedação externa
(Fonte: elaboração própria, 2020)

O cálculo dos parâmetros: transmitância térmica e capacidade térmica foram baseados no método descrito pela ABNT NBR 15.220-2. Além disso, para a análise do desempenho térmico foi utilizada a parede do dormitório duas pessoas com orientação para oeste, que possui maior incidência solar.

Para calcular a transmitância térmica (U) da parede, é necessário conhecer a resistência térmica do concreto, que está descrita na equação 04 a seguir.

$$R_{t_{concreto}} = \frac{e_{concreto}}{\lambda_{concreto}} \quad (04)$$

Onde,

e : espessura (m)

λ : condutividade térmica (W/(m·K))

$$R_{concreto} = \frac{0,10}{1,75}$$

$$R_{concreto} = 0,05714 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

Logo, a resistência térmica total da parede é calculada abaixo.

$$R_T = R_{concreto} + R_{si} + R_{se} \quad (05)$$

Onde,

R_{si} : Resistência térmica superficial interna

R_{se} : Resistência térmica superficial externa

$$RT = 0,22714 (m^2 \cdot K)/W$$

Dessa forma, é possível calcular a transmitância térmica (U) pela expressão abaixo.

$$U = \frac{1}{RT} \quad (06)$$

$$U = \frac{1}{0,22714}$$

$$U = 4,40 W/(m^2 \cdot K)$$

A transmitância térmica revela a facilidade com que o calor é transmitido através do SVVE e a avaliação do valor de U depende do absorvância térmica (α^a), que é indicado a partir da cor aplicada nas paredes externas. No caso do Paranoá Parque a fachada está pintada em amarelo claro com absorvância igual a 0,30.

Considerando a localização do empreendimento na zona bioclimática 04, a NBR 15.575-4 indica que para valores de absorvância menores que 0,6, o valor transmitância térmica (U) deve ser menor ou igual a 3,7 W/(m².K). Os cálculos apresentados para o empreendimento, indicam que o Paranoá Parque não está conforme à norma de desempenho, dado que o valor U encontrado é igual a 4,40 W/(m².K).

A capacidade térmica é outro parâmetro para avaliação do desempenho térmico das vedações verticais, que expressa a quantidade de energia necessária para aumentar em uma unidade a temperatura. Para calcular o valor da capacidade térmica é necessário aplicar a fórmula abaixo.

$$C_T = \sum_i^n e_i \cdot c_i \cdot \rho_i \quad (07)$$

$$C_T = e_{concreto} \cdot c_{concreto} \cdot \rho_{concreto} \quad (08)$$

Onde,

e: espessura (m)

c: calor específico (kJ/(kg·K))

ρ : densidade de massa aparente (kg/m³)

$$C_T = 0,10 \cdot 1 \cdot 2400$$

$$C_T = 240 kJ/m^2 \cdot K$$

De acordo com a NBR 15.575-4, a capacidade térmica da parede externa para a zona bioclimática 04 deve ser maior ou igual a $130 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{K}$. O cálculo apresentado para este estudo demonstra que o empreendimento está conforme com as exigências da norma de desempenho, com uma capacidade térmica de $240 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{K}$.

b. Abertura para ventilação

Os ambientes devem apresentar aberturas para ventilação apropriadas para proporcionar a ventilação do ar nos ambientes. A norma de desempenho 15.575-4 avalia as aberturas nos ambientes de permanência prolongada: sala, cozinha e quartos por meio dos cálculos descritos abaixo.

A sala possui uma área de $12,17 \text{ m}^2$ e uma janela grande com dimensões de 1,40 x 2,30 metros. Logo:

$$A = 100 \cdot \left(\frac{A_A}{A_p} \right) \cdot 100\% \quad (09)$$

Onde,

A: nível de desempenho

A_A : área efetiva de abertura para ventilação do ambiente (m)

A_p : área do piso do ambiente (m)

$$A_A = \frac{(\text{área da janela})}{2} \quad (10)$$

$$A_A = \frac{(1,40 \cdot 2,30)}{2}$$

$$A_A = 1,61 \text{ m}$$

Aplicando a área efetiva de abertura na equação 09,

$$A = 100 \cdot \left(\frac{1,61}{12,17} \right) \cdot 100\%$$

$$A = 13\%$$

Já a cozinha e a área de serviço possuem uma área de $6,84 \text{ m}^2$ e uma janela com dimensões de 1,2 x 1,2 metros. Com isso, temos:

$$A_A = \frac{(1,20 \cdot 1,20)}{2} = 0,72 \text{ m}$$

$$A = 100 \cdot \left(\frac{0,72}{6,84} \right) \cdot 100\%$$

$$A = 10,5\%$$

O dormitório casal possui área de $8,84 \text{ m}^2$ com uma janela de $1,2 \times 1,2$ metros. Seguindo o mesmo procedimento, tem-se:

$$A_A = \frac{(1,20 \cdot 1,20)}{2} = 0,72 \text{ m}$$

$$A = 100 \cdot \left(\frac{0,72}{8,84} \right) \cdot 100\%$$

$$A = 8\%$$

O dormitório duas pessoas têm uma área de $7,92 \text{ m}^2$ e uma janela de $1,2 \times 1,2$ metros.

Portanto:

$$A_A = \frac{(1,20 \cdot 1,20)}{2} = 0,72 \text{ m}$$

$$A = 100 \cdot \left(\frac{0,72}{7,92} \right) \cdot 100\%$$

$$A = 9\%$$

De acordo com a NBR 15.575-4, as aberturas para ventilação nas zonas bioclimáticas de 1 a 7 devem ser médias, ou seja, o nível de desempenho mínimo A deve ser maior ou igual a 7%. Visto que os níveis de desempenho para a sala, cozinha/área de serviço e dormitórios resultaram em valores acima do mínimo exigido e com isso a unidade habitacional está em conformidade com a norma.

4.3.2 Análise do sistema de cobertura

O sistema de cobertura da edificação do Paranoá Parque é composto por uma laje de concreto com espessura de 10 centímetros e uma telha de fibrocimento de 6 milímetros. Além disso, uma câmara de ar está presente entre as camadas. Essa composição pode ser vista no desenho esquemático abaixo.

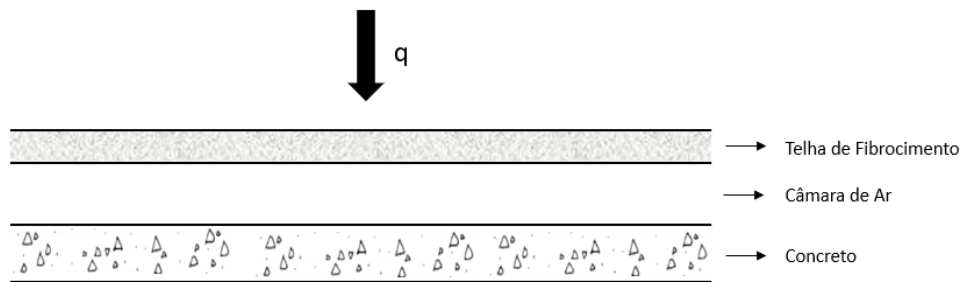


FIGURA 13 – Desenho esquemático do sistema de cobertura
(Fonte: elaboração própria, 2020)

A análise do desempenho térmico do sistema de cobertura consiste na avaliação dos valores de transmitância térmica e de absorvância à radiação solar (α) dos componentes que compõem a estrutura. Dessa forma, é avaliada a isolamento térmico da cobertura com base nos níveis mínimos de desempenho estabelecidos na parte 05 da ABNT NBR 15.575: Edificações – Desempenho.

A transmitância térmica (U) para o sistema de cobertura é calculada com base no método simplificado da norma NBR 15.220-2 considerando o fluxo descendente de calor. Portanto, a resistência térmica dos componentes é dada abaixo:

$$R_t = \sum \frac{e}{\lambda} \quad (11)$$

$$R_t = \frac{e_{fibrocimento}}{\lambda_{fibrocimento}} + R_{ar} + \frac{e_{concreto}}{\lambda_{concreto}} = 0,28 (m^2 \cdot K)/W$$

$$RT = R_t + R_{si} + R_{se} \quad (12)$$

$$RT = 0,4863 (m^2 \cdot K)/W$$

Logo, o valor pode ser encontrado utilizando a equação 06, já aplicada para as paredes:

$$U = \frac{1}{0,4863}$$

$$U = 2,05 W/(m^2 \cdot K)$$

A norma de desempenho descreve que para o valor de U encontrado, a absorvância do material deve ser menor ou igual a 0,6. No entanto, o sistema de cobertura da edificação do Paranoá Parque é composto por telha fibrocimento que possui um α^a igual a 0,95 (TEXEIRA, 2006). Dessa forma, pode-se concluir que a cobertura não está conforme de acordo com a NBR 15.575-5.

4.4 Medidas de eficiência energética

O procedimento de diagnóstico energético da norma ABNT NBR ISO 50.002 traz como um dos objetivos a identificação de medidas de eficiência energética que possam ser aplicadas ao ambiente construído. As soluções identificadas são categorizadas de acordo com o seu custo de implementação, que no caso das habitações de interesse social é uma das informações mais relevantes para a proposição de melhorias. Logo, as medidas são baseadas no custo de implementação, no custo de manutenção, na economia energética e nos ganhos imensuráveis, como o aumento do conforto térmico.

A coleta de informações sobre as edificações do Paranoá Parque foi feita a partir de uma pesquisa de campo que verificou o consumo de energia elétrica médio e as características construtivas de uma unidade habitacional do empreendimento. As informações coletadas foram analisadas a fim de identificar as não conformidades com a legislação atual do programa Minha Casa Minha Vida e propor medidas para potencializar a eficiência energética nas residências. Portanto, como este estudo de caso é para uma edificação já construída, as medidas que podem ser incorporadas são de *retrofit*, ou seja, uma reforma com o objetivo de melhorar os equipamentos, o conforto, a economia de energia e o reaproveitamento dos recursos naturais.

O consumo de energia elétrica médio mensal para as unidades habitacionais do Paranoá Parque resultou em um valor menor que o esperado em comparação com os estudos já desenvolvidos no tema. Em 26% das unidades habitacionais, a quantidade de energia consumida descrita na fatura foi igual a zero quilowatt-hora, o que é incompatível com a rotina diária de uma residência com aparelhos elétricos. Dessa forma, foi identificada uma inconsistência na medição do consumo de energia elétrica por parte da companhia de energia elétrica da cidade para uma parcela das casas do empreendimento.

A diferença na medição do consumo de energia elétrica foi comprovada quando comparado a caracterização dos equipamentos das casas e os valores faturados, resultando em um consumo médio 60% maior do que o encontrado nas faturas. A coleta de dados constatou unidades habitacionais com zero quilowatt-hora consumidos na conta de energia e que também declararam estar inscritas no programa federal Tarifa Social de Energia Elétrica. Essa situação não faz parte do regulamento do programa e por isso foi feito contato com a Companhia Energética de Brasília (CEB-D) a fim de esclarecer o contexto encontrado, que até o momento da conclusão deste trabalho não teve resposta.

Um dos indicadores mais relevantes para a proposição de melhorias em eficiência energética em uma edificação é o consumo de energia na fase de operação. Esse valor indica a rotina de uso dos equipamentos, as necessidades do usuário e uma base para calcular o custo-benefício das melhorias que podem ser feitas, por isso a importância de um maior aprofundamento nas condições de medição de energia. Além disso, cerca de 64% das casas já sofreram algum problema elétrico, o que diante desse cenário fica evidenciado a necessidade de estudo mais preciso sobre as condições elétricas dos edifícios do empreendimento.

A fim de recomendar melhorias em eficiência energética para o empreendimento e atingir o objetivo deste trabalho, foi estimado o custo com energia elétrica nas unidades habitacionais. Para isso foi utilizado o consumo médio de 131,8 kWh, encontrado na caracterização dos equipamentos, e a tarifa de energia elétrica aplicada ao Distrito Federal para a classe residencial B no mês de agosto de 2020 (anexo 03). Dessa forma, o gasto com energia elétrica em uma casa no Paranoá Parque é de R\$ 80,20 e esse valor foi utilizado para calcular o custo-benefício das melhorias em eficiência energética, conforme explicitado no quadro 12.

QUADRO 12 – Custo médio previsto com energia elétrica por Unidade Habitacional do Paranoá Parque

Consumo médio (kWh)	131,8
Tarifa de energia ago/2020 (R\$/kWh)	0,6088504
Custo com energia elétrica (R\$)	80,20

Fonte: Elaboração própria (2020)

De acordo com o procedimento de cálculo simplificado da norma ABNT NBR 15.220 (2005), a análise do desempenho térmico da unidade habitacional resultou em uma não conformidade no material da parede e da cobertura. Isto significa que o material escolhido para a compor as vedações da edificação do Paranoá Parque não é adequado para o clima do Distrito Federal. Dessa forma, está descrito na norma que em caso de resultado não conforme no procedimento simplificado é necessário aplicar procedimento computacional para confirmar os resultados.

Caso seja confirmado que o material construtivo das paredes e da cobertura não é adequado, é necessário intervenções para o aumento do conforto térmico nessas unidades habitacionais. A troca do material é inviável devido à complexidade e o custo-benefício dessa intervenção na implementação de um *retrofit*. Logo, o que se faz necessário são medidas que compensem esse desconforto térmico causado pela escolha precipitada dos elementos construtivos da edificação.

O sistema construtivo empregado no Paranoá Parque também trouxe outra implicação para a requalificação do edifício: a proibição de qualquer intervenção nas paredes e no telhado do edifício porque pode prejudicar a estrutura do prédio. A pesquisa de campo evidenciou que 90% das casas do empreendimento utilizam o chuveiro elétrico para o aquecimento da água do banho e o consumo de energia deste equipamento é o segundo mais representativo na fatura de energia. Diante desta situação, uma solução aplicável seria o sistema de aquecimento de água solar (SAS), no entanto não é permitido fazer qualquer tipo de intervenção na cobertura do edifício.

A implantação de um sistema SAS requer a instalação aparelhos no telhado que permitem o aquecimento da água com o calor do sol. De acordo com o estudo “Sustentabilidade em Habitação de Interesse Social” da WRI Brasil (2018), esse tipo de solução é recomendado para edifícios multifamiliares localizados no centro-oeste e reduziria os gastos com energia elétrica, o mesmo com a geração distribuída. No caso do Paranoá Parque, esse tipo de sistema não pode ser utilizado devido as restrições no sistema construtivo e evidencia como as escolhas tomadas em fase de projeto influenciam na requalificação de uma edificação, especialmente para melhorias em eficiência energética.

No Paranoá Parque, as edificações foram construídas com janelas de vidro duplo transparente que não permitem a manutenção da iluminação com garantia da ventilação natural. Sistemas que dão autonomia ao usuário contribuem para o conforto térmico no ambiente construído, principalmente as soluções relacionadas com a ventilação natural que fazem com que os sistemas artificiais de resfriamento sejam menos requeridos. Dessa forma, a troca das esquadrias em um edifício de habitação de interesse social é uma intervenção de alto custo para os moradores e por isso medidas paliativas são necessárias, como a instalação de cortinas nas áreas de permanência prolongada.

Além disso, devido ao clima seco encontrado no Distrito Federal também são recomendadas medidas de resfriamento evaporativo. Essa estratégia bioclimática utiliza da vegetação para manutenção do conforto térmico contribuindo com o aumento da umidade do ar e sombreamento que as plantas trazem. Foi constatado a presença de espaços públicos destinados a áreas verde no Paranoá Parque, onde a requalificação desses espaços pode contribuir com o aumento do conforto térmico e proporciona melhor qualidade de vida para os moradores.

Em relação a situação dos equipamentos encontrados nas residências do Paranoá Parque, existe espaço para o aumento da eficiência energética. O refrigerador é o equipamento que tem a maior relevância no consumo energético total de uma casa e no Paranoá Parque,

cerca de 28% das unidades habitacionais possuem o aparelho com mais de dez anos de uso. No caso de troca desses aparelhos por modelos atuais, segue abaixo no quadro 13 o custo-benefício dessa medida.

QUADRO 13 – Custo-benefício da troca de geladeiras com mais de 10 anos de uso

Medida de Eficiência Energética	Investimento inicial (R\$/UH)	Redução no consumo mensal por UH (%)	Economia de Energia (UH/ano)	Payback
Troca de geladeiras com mais de 10 anos de uso	R\$ 1.100,00	44,7%	1.080 kWh	19 meses

Fonte: Elaboração própria (2020)

O conjunto habitacional apresentou um alto índice no uso de lâmpadas de LED, cerca de 80% das casas utilizam lâmpadas mais eficientes. No entanto os outros 20% das residências que utilizam o modelo fluorescente podem fazer a troca pelo modelo de LED e economizar R\$39,00 anuais na fatura de energia. Dessa forma, a aplicação dessa medida de eficiência energética reduz o consumo de energia elétrica em 63,7 kWh anual e o quadro 14 traz o resumo das informações.

QUADRO 14 – Custo-benefício da instalação de lâmpadas de LED na área privativa da UH

Medida de Eficiência Energética	Investimento inicial (R\$/UH)	Redução no consumo mensal por UH (%)	Economia de Energia (UH/ano)	Payback
Lâmpada de LED na área privativa	R\$ 100,00	3,87%	63,7 kWh	30 meses

Fonte: Elaboração própria, 2020

O uso de lâmpadas de LED no interior da unidade habitacional apresenta uma redução no consumo mensal de energia elétrica relativamente baixo. No entanto, essa intervenção associada a conscientização do morador sobre a vida útil desse modelo ser 78% maior em comparação com o fluorescente, pode ocasionar um aumento na consciência sobre o uso da energia.

A conscientização dos moradores é uma medida essencial para os ganhos em eficiência energética nas edificações, isso porque o desempenho energético da residência depende do comportamento do usuário. Durante a coleta de dados no Paranoá Parque, os moradores expressaram a preocupação com os gastos com energia elétrica e com hábitos mais eficientes de consumo, no entanto as famílias relataram deixar de usar os aparelhos elétricos que possuem para não gastar energia. Com isso, a disseminação de informação pode trazer uma mudança de pensamento e provocar maior compreensão da população em hábitos de consumo de energia elétrica mais eficientes.

Considerações finais

O setor de edificações é um dos maiores consumidores de energia no Brasil e a aplicação de medidas de eficiência energética nessas construções é uma estratégia com grande potencial para enfrentar as mudanças climáticas e reduzir o consumo de energia. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo analisar o desempenho energético de uma unidade habitacional de programa Minha Casa Minha Vida e identificar o potencial de melhorias em eficiência energética nessas habitações.

O Brasil é referência mundial nos avanços das políticas de eficiência energética e nos resultados encontrados, no entanto, o país baseou suas políticas energéticas na segurança da oferta de energia, necessitando de uma abordagem integrada. O conceito de política pública e a elaboração de iniciativas que induzam o desenvolvimento sustentável foram abordadas neste trabalho e no caso da eficiência energética, essas iniciativas são essenciais para promover a inovação tecnológica e novos mecanismos de financiamento no setor. Portanto, a integração das políticas energéticas com o planejamento de outros setores, como o setor da construção civil, é necessária para melhorar o resultado das iniciativas de eficiência energética na matriz energética brasileira.

A conservação de energia no setor residencial é uma ação estratégica, visto que a eficiência energética possui uma abordagem em múltiplos níveis, com a redução do consumo energético e dos custos operacionais. A integração de ações de eficiência energética em programas de habitação social vai de encontro com a sustentabilidade das famílias de baixa renda, onde a redução do valor das despesas mensais é muito bem-vindo. O Programa Minha Casa Minha Vida é a maior iniciativa habitacional já criada no Brasil, dessa forma as melhorias em eficiência energética nessas habitações podem trazer benefícios econômicos para o governo e melhor qualidade de vida para a população.

As medidas eficientes para as edificações estão relacionadas com a regionalização dos projetos que devem ser compatíveis com a demanda climática local, com os materiais construtivos disponíveis na região e os hábitos de consumo de energia dos usuários. No caso de edificações existentes, o diagnóstico energético é o primeiro passo para a elaboração de um programa de melhorias habitacionais, requalificação e retrofit.

O diagnóstico energético realizado neste trabalho revelou a situação do desempenho térmico e a caracterização do consumo médio mensal de energia elétrica nas unidades habitacionais do Paranoá Parque. O diagnóstico energético apresentou a caracterização dos equipamentos das residências, o que resultou em uma especificação do consumo de energia

elétrica mais preciso. O consumo médio mensal encontrado foi de 131,8 kWh por UH, indicando que os gastos com energia é, em média, 60% maior que o encontrado nas faturas. Além disso, 64% das casas já tiveram algum tipo de problema elétrico, com relatos de princípio de incêndio, queima de aparelhos elétricos e estouro na tomada, portanto é recomendado que os gestores dos edifícios procurem profissionais especializados para averiguar as condições elétricas das edificações e evitar problemas mais graves no futuro.

As normas de desempenho foram aplicadas e o resultado indicou que as edificações do empreendimento não estão conforme em relação ao desempenho térmico das paredes e da cobertura. Os valores de transmitância térmica encontrados para as paredes e o telhado não é indicado para a zona bioclimática 04, ou seja, o concreto é um material que não contribui com o conforto térmico da edificação. Além disso, devido ao tipo de sistema construtivo empregado é proibido qualquer tipo de intervenção nos sistemas de vedação externo do edifício. A norma indica simulações computacionais para confirmar os valores encontrados no método simplificado, entretanto é possível identificar no empreendimento a carência de especificações em eficiência energética e conforto térmico nas primeiras fases do programa.

O sistema construtivo de concreto moldado *in loco* já foi o mais utilizado no programa Minha Casa Minha Vida devido a sua facilidade na produção em larga escala, representando cerca de 52% das unidades produzidas em 2015. No entanto, o sistema construtivo utilizado no empreendimento faz com o que o custo benefício das intervenções, como a troca de janelas ou instalação de equipamentos de energia solar, sejam inviáveis em vista do risco em danificar a estrutura do prédio. Dessa forma, as limitações encontradas no sistema construtivo trouxeram restrições para as melhorias que podem ser feitas no Paranoá Parque.

Qualquer tipo de intervenção no telhado é proibido, o que torna inviável a implantação de sistemas de aquecimento de água e de geração distribuída, por exemplo. Também foi identificado que as janelas nas áreas de permanência prolongada não permitem a manutenção da ventilação natural e da iluminação ao mesmo tempo, e por isso não estão conforme. No entanto, o Paranoá Parque possui espaços públicos destinados a áreas verdes que podem contribuir com o resfriamento evaporativo, aumentando a umidade do ar na região e conforto térmico.

Foi encontrado também uma inconsistência na medição da energia elétrica de parte das residências que declararam estar inscritas no programa Tarifa Social de Energia Elétrica. O consumo de energia elétrica é o principal indicador de eficiência energética e os valores inconsistentes foram encontrados em 36% das residências do Paranoá Parque. Essa situação não faz parte da legislação do programa indicando algum problema na medição de energia

dessas casas, o que foi questionado para a Companhia Energética de Brasília que não respondeu as perguntas enviadas.

No Paranoá Parque, a medição do consumo de energia elétrica é feita de forma individualizada para cada unidade habitacional, o que é positivo diante do controle dado ao usuário sob o consumo e gastos com energia. No entanto, investigações mais aprofundadas nas condições elétricas da edificação são necessárias para corrigir a medição de energia e maior atenção do governo distrital e federal no monitoramento da aplicação dos descontos na tarifa de energia. Além disso, o valor baixo descrito na fatura traz uma falsa sensação de economia para os moradores que acabam considerando o seu hábito de consumo de energia elétrica eficiente.

Em relação a eficiência energética dos equipamentos, o aparelho refrigerador e chuveiro elétrico obtiveram maior destaque no consumo energética da UH e foi encontrado espaço para melhorias com a troca de geladeiras e lâmpadas. Cerca de 28% das residências possuem geladeiras com mais de 10 anos de uso e a troca desses aparelhos traz uma economia de 1.080 kWh por ano. Além disso, o uso da lâmpada de LED já uma realidade no Paranoá Parque que representa uma economia de 63,7 kWh ao ano. Dessa forma, é importante destacar o papel do usuário e a mudança nos hábitos de consumo como um agente de mudança para o aumento da conservação de energia.

Um projeto de *retrofit* pode não ter como nenhum tipo de intervenção física e ter como medida de eficiência energética a mudança no comportamento do usuário. A capacitação dos moradores sobre as medidas de sustentabilidade e os benefícios, ambientais e econômicos envolvidos é fundamental em empreendimentos de habitação de interesse social. A conscientização do usuário pode ocorrer por meio técnicas de trabalho social que envolvam cartilhas informativas e atividades socioeducativas, como a capacitação e hábitos de consumo mais eficientes e o faturamento de energia, por exemplo.

A requalificação de um empreendimento sempre vai requerer uma investigação inicial para avaliação do potencial de melhoria dos sistemas de uma edificação, por isso que a metodologia empregada neste estudo deve ser adaptada para outras regiões e sistemas construtivos. Além disso, de acordo com a norma de desempenho térmico, o método de simulação computacional e a medição *in loco* são fundamentais para conferência dos valores encontrados. Portanto, os resultados encontrados no Paranoá Parque sugerem investigações e estudos mais aprofundados sobre o desempenho térmico das edificações e as condições elétricas e de medição das unidades habitacionais.

A melhoria nas especificações de eficiência energética em empreendimentos de HIS também é um interesse do governo, pois possibilita a postergação de investimentos no setor elétrico e a redução dos impactos ambientais. O investimento em eficiência energética nas edificações contribui com o combate as mudanças climáticas e com o cumprimento das metas assinadas no Acordo de Paris, além de proporcionar melhor qualidade de vida para as pessoas. Dessa forma, futuros trabalhos podem verificar a redução nas emissões de gases de efeito estufa causados pelas melhorias habitacionais e os benefícios ambientais e econômicos das medidas de eficiência energética nas edificações públicas e produzidas pelo Estado.

Referências

- ALTOÉ, L et all. Políticas Públicas de incentivo à eficiência energética. **Estudos avançados**, Brasil, v. 31, 2017.
- ANEEL. **Aprenda a calcular o consumo do seu aparelho e economize energia**. <<file:///C:/Users/letic/Documents/TCC%2002%20-----%20EE%20na%20HIS/REFERENCIAR/Aneel%20consumo%20equipamentos%20formulas.html>> Acessado em 23 de março de 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575**: Desempenho de edificações. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSUNÇÃO, J; SCHUTZE, A. Panorama de eficiência energética no Brasil. **Climate Policy Initiative**, Rio de Janeiro, 2017.
- BARROS, D. **Políticas Públicas e programas de eficiência energética**: o papel dos mecanismos de inovação e de regulação. Rio de Janeiro, 2015. Tese (Economia) - Universidade Federal do Rio De Janeiro.
- BAVARESCO, M; GHINI, E. **Métodos de avaliação de eficiência energética por consumo global e energia primária**. Florianópolis, 2016. Tese (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- BRASIL, Ministério das Cidades. Dispõe sobre a **Portaria N°383 de 14 de junho de 2018**, Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H. Disponível em : <http://www.lex.com.br/legis_27663464_PORTARIA_N_383_DE_14_DE_JUNHO_DE_2018.aspx> Acesso em 24.06.2019.
- BRASIL, Ministério das Cidades. **Portaria N°643 de 13 de novembro de 2017**. Dispõe sobre as condições gerais para provisão de sistemas alternativos de geração de energia para empreendimentos. Disponível em:< https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19410059/do1-2017-11-14-portaria-n-643-de-13-de-novembro-de-2017-19409958> Acesso em 20.09.2019.
- BRASIL, Ministério das Cidades. **Portaria N°660 de 14 de novembro de 2018**. Dispõe das diretrizes de elaboração de projeto e estabelece especificações urbanísticas dos empreendimentos FAR e FDS no âmbito do programa Minha Casa Minha Vida. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/50484132/do1-2018-11-16-portaria-n-660-de-14-de-novembro-de-2018-50483803> Acesso em 20.09.2019.
- BRASIL. **Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001**. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. **Lex**: Diário Oficial da União, Brasília, 2001b. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/>>. Acesso em: 20 de junho de 2019.

BRASIL. Presidente da República. Regulamenta a **Lei nº 10.977 de 07 de julho de 2009**, que dispõe sobre o Programa Minha Casa Minha Vida. Brasília.
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/111977.htm>. Acesso em: 20 de junho de 2019.

BRASIL. Secretária Nacional de Habitação e Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. **Metodologia para Elaboração do “Mapa de Tipologias e Sistemas Construtivos”**. Eficiência energética para o Desenvolvimento Urbano Sustentável (EEDUS). Brasília, 2019.

BRASIL. Secretária Nacional de Habitação e Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. **Evolução Normativa do PMCMV relativa a aspectos de Eficiência Energética**. Eficiência energética para o Desenvolvimento Urbano Sustentável (EEDUS). Brasília, 2019.

BRASIL. Presidente da República. Regulamenta a Lei nº 10.295 de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Lei da Eficiência Energética. Lex: Diário Oficial da União. Brasília.
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110295.htm>. Acesso em: 20 de junho de 2019.

CACCIA, L et all. **Sustentabilidade em habitação de interesse social**. WRI Cidades. WRI Brasil. 1ed. Brasil, 2018.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Programa Minha Casa Minha Vida, Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/programas-uniao/habitacao/minha-casa-minha-vida/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 25.06.2019.

CARNEVALLI, J; MIGUEL, P. **Desenvolvimento da Pesquisa de Campo, Amostra e Questionário para realização de um estudo tipo survey sobre a aplicação de QFD no Brasil**. Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP). São Paulo, 2018.

CAVALCANTI, R. **O consumo energético residencial em Campo Grande e a eficiência energética**. Florianópolis, 2002. Dissertação (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina.

CBCS, Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. **Guia de diagnóstico energético em edificações**. Desempenho Energético Operacional de Edificações. 2014.

COELHO, B. **Guia de Boas Práticas de Eficiência Energética no Setor Residencial**. Lisboa, Portugal, 2018. Dissertação (Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia) - Universidade de Lisboa.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR 15.575**. Brasil 2015.

DAVID, T; SABBADINI, F. **Políticas públicas e eficiência energética em energia solar: uma análise comparativa entre Brasil e Alemanha**. UNESA Simpósio de Excelência em gestão de Tecnologia – Ética e gestão 2017

DIAS, R; MATOS, F. **Políticas Públicas: Princípios, propósitos e processos**. São Paulo: Atlas, 2017

ELETROBRÁS. Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL). **Pesquisa de posse e hábitos de uso de equipamentos elétricos na classe residencial – Distrito Federal**. Brasil, 2019.

ELETROBRÁS. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). **PBE Edifica – Etiquetagem Residencial** <<http://www.pbeedifica.com.br/conhecendo-pbe-edifica>> Acessado dia 15 de setembro de 2019.

ELI, L. **Avaliação de medidas de eficiência energética em uma edificação multifamiliar por meio do Regulamento Brasileiro de Etiquetagem**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2017

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional: ano base 2013**. Ministério de Minas Energia, Brasil, 2014.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional: ano base 2017**. Ministério de Minas Energia, Brasil, 2018.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2030**. Ministério de Minas Energia, Brasil, 2015.

ESTEVES, E. **Estatística aplicada**. Universidade de Algarve. Portugal, 2018.

FERREIRA, K. **Avaliação de desempenho de unidades habitacionais do programa Minha Casa Minha Vida em Juiz de Fora: Uma abordagem da NBR 15575/2013 com ênfase em estanqueidade**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Juiz de Fora. Minas Gerais, 2017.

FERREIRA, K. **Sistema de gestão da energia ISO 50001:2011 e desenvolvimento sustentável energético: Sistema de gestão da energia ISO 50001:2011 e desenvolvimento sustentável energético**. Juiz de Fora, Brasil, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Juiz de Fora.

Fundação João Pinheiro. **Déficit Habitacional no Brasil 2015**. 2015.

GONÇALVES, V. **Sistema de gestão da energia ISO 50001:2011 e desenvolvimento sustentável energético**. Lisboa, Portugal, 2017. Dissertação (Engenharia química) - ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

IEA, Internacional Energy Agency. Energy Efficiency 2018: Anlysis and outlooks to 2040. **Market Reports**, Europa, 2019.

IEA, Internacional Energy Agency. Energy Efficiency Governance. **Hanbook**, Europa, v. 2, 2010.

ISO 50.001:2011 - Energy management systems - Requirements with guidance for use. Disponível em <

http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=51297>
Acesso em: 15 de junho de 2019.

ISO 50.002: 2014 – Energy Audits – Requirements with guidance for use. Disponível em: <
<https://www.iso.org/standard/60088.html>> Acesso em: 24 de junho de 2019.

JANNUZZI, G; MELO, C; TRIPODE, A. Políticas Públicas para a promoção de eficiência energética. In: Internacional Energy Initiative. 2012.

KUPFER, D; HASENCLEVER, L. **Economia Industrial**. Elsevier, 2013.

LAMBERTS, R; CSILLAG, D. **O Mercado de Construção de Interesse Social, Aspectos Energéticos e as Instituições Parceiras no Brasil**. Minha Casa + Sustentavel. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Brasil 2015.

LAMBERTS, R; DUTRA, L; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Brasil, v. 1, 2013. 382 p.

LUDVICH, M. **Análise de certificação da eficiência energética em edificações comerciais**. Revista Uni Curitiba. V.1, n.15. Paraná, Brasil 2019.

MARTINS, G; DOMINGUES, O. **Estatística geral e aplicada**. Ed. 6º. Editora Atlas. Brasil, 2017.

MENKES, M. **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade**. Brasília, 2004. Tese (Centro de Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Departamento de Desenvolvimento Energético. **Plano Nacional de Eficiência Energética; Premissas e Diretrizes Básicas**. 2011. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/PlanoNacEfiEnergetica.pdf>> Acesso em: 11 de junho de 2019.

NAÇÕES UNIDAS. **Acordo de Paris** <<https://nacoesunidas.org/acordodeparis/>>. Acessado em 02 de fevereiro de 2020.

PINTO, Á. **A gestão da energia com a norma ISO 50001**. Minas Gerais. Dissertação (Engenharia de Energia) - Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, 2014.

PORTAL ACTION. **Teste de Normalidade Ryan-Joyner**. Teste de normalidades. <<http://www.portalaction.com.br/inferencia/65-teste-de-ryan-joiner>>. Acessado em 15 de outubro 2019.

PROJETEEE. **Dados climáticos** <<http://projeteee.mma.gov.br/>> . Acessado no dia 17 de março de 2020.

RODRIGUES, M. **Eficiência Energética no Setor Residencial**. Coimbra, 2011. Dissertação (Engenharia Mecânica) - Universidade de Coimbra.

- ROSA, J. **Fatores Competitivos do Sistema de Qualidade em Obras com certificado do programa brasileiro de produtividade e qualidade no habitat (PQBPH), Nível A.** Programa de Pós-Graduação na Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, Brasil 2017.
- SANTOS, I. **Técnicas estatísticas para análise de dados de opacidade com proporções de biodiesel.** Universidade Federal do Vale do São Francisco. Juazeiro, Bahia 2012
- SCHINAZI et all. **Guia interativo de eficiência energética em edificações.** São Paulo, Brasil 2018.
- SECCHI, L. **Análise de Políticas Públicas: Diagnóstico de problemas, recomendações e soluções.** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- SECCHI, L. **Políticas Públicas: Conceitos, esquemas de análise, casos práticos.** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- SNH, Secretaria Nacional de Habitação. Programa Minha Casa Minha Vida: Contratações. **SISHAB.** Brasília, 2019. Disponível em: <http://sishab.cidades.gov.br/>. Acesso em: 24 jun. 2019.
- SOUSA, B. **Avaliação do desempenho térmico em projeto de unidade habitacional multifamiliar com base na metodologia da ABNT NBR 15.220/2005 e nos requisitos da ABNT NBR 15.575/2013.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Brasil 2014.
- TEODORO, M. **O consumo energético residencial em campo grande e a eficiência energética:** Edificações residenciais. São Paulo, 2012. Dissertação - Universidade de São Paulo.
- TRIANA, M; LAMBERTS, R; SASSI, P. **Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance.** Energy Policy. ELSEVIER. 2015.
- VANNUCCI, R. **Matemática financeira e engenharia econômica - princípios e aplicações.** Editora Blucher. São Paulo, 2013.

ANEXOS

ANEXO 01 – Tabela dos valores críticos do coeficiente de correlação r .

Apresentam-se na tabela os valores críticos de r para determinadas combinações de graus de liberdade ($n = n - 2$) e de nível de confiança ($1 - \alpha$).

g.l.	α			
	0.1	0.05	0.01	0.001
1	0.9877	0.9969	0.9999	1.0000
2	0.9000	0.9500	0.9900	0.9990
3	0.8054	0.8783	0.9587	0.9911
4	0.7293	0.8114	0.9172	0.9741
5	0.6694	0.7545	0.8745	0.9509
6	0.6215	0.7067	0.8343	0.9249
7	0.5822	0.6664	0.7977	0.8983
8	0.5494	0.6319	0.7646	0.8721
9	0.5214	0.6021	0.7348	0.8470
10	0.4973	0.5760	0.7079	0.8233
11	0.4762	0.5529	0.6835	0.8010
12	0.4575	0.5324	0.6614	0.7800
13	0.4409	0.5140	0.6411	0.7604
14	0.4259	0.4973	0.6226	0.7419
15	0.4124	0.4821	0.6055	0.7247
16	0.4000	0.4683	0.5897	0.7084
17	0.3887	0.4555	0.5751	0.6932
18	0.3783	0.4438	0.5614	0.6788
19	0.3687	0.4329	0.5487	0.6652
20	0.3598	0.4227	0.5368	0.6524
21	0.3515	0.4132	0.5256	0.6402
22	0.3438	0.4044	0.5151	0.6287
23	0.3365	0.3961	0.5052	0.6178
24	0.3297	0.3882	0.4958	0.6074
25	0.3233	0.3809	0.4869	0.5974
26	0.3172	0.3739	0.4785	0.5880
27	0.3115	0.3673	0.4705	0.5789
28	0.3061	0.3610	0.4629	0.5703
29	0.3009	0.3550	0.4556	0.5621
30	0.2960	0.3494	0.4487	0.5541
35	0.2746	0.3246	0.4182	0.5189
40	0.2573	0.3044	0.3932	0.4896
45	0.2429	0.2876	0.3721	0.4647
50	0.2306	0.2732	0.3542	0.4432
55	0.2201	0.2609	0.3385	0.4244
60	0.2108	0.2500	0.3248	0.4079
65	0.2027	0.2404	0.3126	0.3931
70	0.1954	0.2319	0.3017	0.3798
75	0.1888	0.2242	0.2919	0.3678
80	0.1829	0.2172	0.2830	0.3568
90	0.1726	0.2050	0.2673	0.3375
100	0.1638	0.1946	0.2540	0.3211
150	0.1339	0.1593	0.2084	0.2643

(Fonte: ESTEVES, 2008)

ANEXO 02 – Questionário aplicado na pesquisa de campo no Paranoá Parque

QUESTIONÁRIO			
PERFIL SOCIOECONÔMICO			
Endereço do Apto:			
NÚMERO DE MORADORES NA CASA:			
NÍVEL DE INSTRUÇÃO - CHEFE DA FAMÍLIA () Nível Fundamental () Nível Médio () Nível Superior			
INFORMAÇÕES SOBRE ENERGIA ELÉTRICA			
CONSUMO MÉDIO MENSAL ENERGIA ELÉTRICA		KWh	
TIPO DE LÂMPADAS NA RESIDÊNCIA () Fluorescente () LED			
Utiliza TSEE - Tarifa Social de Energia () SIM () Não			
NOS ÚLTIMOS 15 DIAS HOUVE FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA NESSA RESIDÊNCIA () SIM () NÃO			
NOS ÚLTIMOS TRÊS MESES:			
OCORRÊNCIA DUAS OU MAIS QUEIMAS DE LÂMPADAS () SIM () NÃO			
OCORRÊNCIA DESLIGAMENTO/QUEIMA DE DISJUNTOR/FUSÍVEL () SIM () NÃO			
OCORRÊNCIA REDUÇÃO DO NÍVEL DE ILUMINAÇÃO/QUEDA DE TENSÃO () SIM () NÃO			
OCORRÊNCIA CHOQUE ELÉTRICO EM ELETRODOMÉSTICOS () SIM () NÃO			
OCORRÊNCIA AQUECIMENTO DA PAREDE () SIM () NÃO			
OCORRE OUTROS PROBLEMAS DE ENERGIA? () SIM () NÃO			
QUAIS:			
CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS			
NASCENTE:			
POENTE:			
EQUIPAMENTOS e IDADE			
() GELADEIRA	() VENTILADOR		
() FREEZER	() MÁQUINA DE LAVAR		
() AR CONDICIONADO	() LAVA LOUÇAS		
() TELEVISÃO	() FERRO ELÉTRICO		
() COMPUTADOR DESKTOP	() AIRFRYER		
() NOTEBOOK	() AQUECEDOR DE ÁGUA		
() FORNO ELÉTRICO	() CONJUNTO DE SOM		
() FOGÃO ELÉTRICO	() LIQUIDIFICADOR		
() MICROONDAS	() SECADOR DE CABELO		
() CHUVEIRO ELÉTRICO	() CELULAR		
QUANTO EQUIPAMENTOS TEM NA CASA:			
SATISFAÇÃO DO CONSUMIDOR			
COMO O(A) SR.(A) CLASSIFICARIA O PESO DA CONTA DE LUZ NO SEU ORÇAMENTO FAMILIAR			
() MUITO PESADO	() POUCO PESADO	() MAIS OU MENOS PESADO	
() PESADO	() NADA PESADO	() NÃO SABE	
EM DIAS QUENTES, O CALOR DENTRO DA CASA É:			
() POUCO	() MAIS OU MENOS		
() NADA	() NÃO SABE		
NO INVERNO, O FRIO DENTRO DE CASA É:			
() POUCO	() MAIS OU MENOS		
() NADA	() NÃO SABE		
TEM AC EM CASA? () SIM () NÃO			
* SE NÃO, TEM A INTENÇÃO DE COMPRAR? () SIM () NÃO			
É CONFORTÁVEL TRABALHAR OU ESTUDAR EM CASA: () SIM () NÃO			
NESTA RESIDÊNCIA SÃO ADOTADAS MEDIDAS PARA ECONOMIZAR ENERGIA ELÉTRICA () SIM () NÃO			
QUAIS:			
O(A) SR.(A) RECEBE INFORMAÇÕES SOBRE PRODUTOS EFICIENTES E DICAS SOBRE COMO ECONOMIZAR ENERGIA			
() SIM			
() NÃO			
E A ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE SUA RUA É:			
() ÓTIMA	() REGULAR	() PÉSSIMA	
() BOA	() RUIM	() NÃO SABE	

(Fonte: elaboração própria, 2019)

ANEXO 03 – Tarifa convencional – GRUPO B – Companhia Energética de Brasília (CEB), agosto de 2020



Consumo		ICMS	R\$/kWh
B1 - Res. Baixa Renda até 50 kWh	Até 30 kWh	Isento	0,1636938
	De 31 a 50 kWh	Isento	0,2806180
B1 - Residencial Baixa Renda	Até 30 kWh	12	0,1867818
	De 31 a 100 kWh	12	0,3201974
	De 101 a 200 kWh	12	0,4802961
	De 201 a 220 kWh	18	0,5167374
	De 221 a 300 kWh	18	0,5741527
	De 301 a 500 kWh	21	0,5967928
	Acima de 500 kWh	25	0,6299112
B1 - Residencial até 50 kWh		Isento	0,5335908
B1 - Residencial de 51 a 200 kWh		12	0,6088504
B1 - Residencial de 201 a 300 kWh		18	0,6550455
B1 - Residencial de 301 a 500 kWh		21	0,6808753
B1 - Residencial acima de 500 kWh		25	0,7186598

Consumo	ICMS	Fora Ponta R\$/kWh	Inter. R\$/kWh	Ponta R\$/kWh
B1 - Residencial até 50 kWh	Isento	0,4572208	0,6199835	0,9624742
B1 - Residencial de 51 a 200 kWh	12	0,5217089	0,7074283	1,0982251
B1 - Residencial de 201 a 300 kWh	18	0,5612923	0,7611026	1,1815503
B1 - Residencial de 301 a 500 kWh	21	0,5834253	0,7911146	1,2281414
B1 - Residencial acima de 500 kWh	25	0,6158018	0,8350166	1,2962957

(Fonte: CEB, 2020)