

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROJETO DE GRADUAÇÃO**

CLARA MONTEIRO GOMES

**ANÁLISE DA TARIFA BRANCA EM UNIDADES
RESIDENCIAIS CONSIDERANDO O USO DE COLETOR
SOLAR – ESTUDO DE CASO**

VITÓRIA
2020

CLARA MONTEIRO GOMES

**ANÁLISE DA TARIFA BRANCA EM UNIDADES RESIDENCIAIS
CONSIDERANDO O USO DE COLETOR SOLAR – ESTUDO DE
CASO**

Parte manuscrita do Projeto de Graduação da aluna **Clara Monteiro Gomes**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheira Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Augusto César Rueda Medina

VITÓRIA
2020

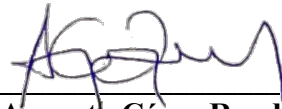
CLARA MONTEIRO GOMES

**ANÁLISE DA TARIFA BRANCA EM UNIDADES RESIDENCIAIS
CONSIDERANDO O USO DE COLETOR SOLAR – ESTUDO DE CASO**

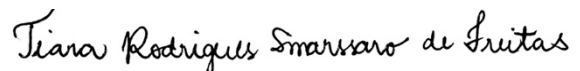
Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Clara Monteiro Gomes**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheira Eletricista.

Aprovada em 04 de dezembro de 2020.

COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Augusto César Rueda Medina
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Profa. Dra. Tiara Rodrigues Smarssaro de Freitas
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora



Prof. Dr. Walbermark Marques dos Santos
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador

Dedico esse trabalho à minha família e aos meus amigos que estiveram sempre presentes.
Em especial, aos meus amados avós, pelo carinho e amor em todos esses anos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de realizar mais um sonho e concluir essa etapa em minha vida. Ele me sustentou em todos os momentos.

Em meio a um período tão difícil, quero externar esse sentimento de gratidão aos meus amados e inesquecíveis avós, Salete e Pedro, que partiram antes mesmo de que, de fato, eu concluísse a faculdade, mas foram meus maiores admiradores e inspirações.

Agradeço aos meus pais, Patrícia e Gildo, por todo o apoio, união, carinho, amor e força. E à minha irmã, Alice, por tudo isso e por tantos momentos de companheirismo.

Agradeço ao meu companheiro, Thiago, pelo incentivo, dedicação, apoio, carinho e torcida, que tornou essa caminhada muito mais fácil de ser concluída.

Aos meus amigos e aos meus familiares, em especial à minha tia Gracilda, por estarem ao meu lado compartilhando bons momentos.

E a todos que se dispuseram em me ajudar nesse trabalho, muito obrigada!

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso em duas unidades consumidoras residenciais que possuam um sistema de coletor solar para aquecimento da água do chuveiro. O estudo tem a finalidade de verificar a viabilidade da adesão à modalidade tarifária horária Branca, conhecida como Tarifa Branca, juntamente com a utilização do sistema de aquecimento de água por coletor solar, além de analisar, economicamente, o valor do investimento nesse sistema, caso fosse investido em aplicação tradicional de baixo risco, como a poupança. Na Tarifa Branca, o preço da tarifa de consumo de energia varia de acordo com três postos tarifários, tendo o valor mais alto durante o posto tarifário de ponta, que é o período em que o sistema elétrico das concessionárias se encontra em sobrecarga, enquanto que, na Tarifa Convencional, considera-se apenas um preço único de tarifa de consumo sem distinção horária. Para esse estudo, utilizou-se de uma metodologia de pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso para a coleta de dados e, assim, estimar o consumo diário e as curvas de carga dos dias úteis e finais de semana das residências, e a obtenção dos dados reais de consumo mensal de 12 meses fornecidos pela distribuidora para a análise do consumo. Com isso, estimou-se o valor das faturas de energia elétrica, considerando os casos da Tarifa Convencional e da Tarifa Branca com o coletor solar comparados ao caso da Tarifa Convencional sem o coletor solar, sendo que o resultado com o menor valor da fatura foi considerado o mais vantajoso. A diferença na redução da fatura foi considerada nos cálculos para analisar se o investimento no coletor solar é melhor do que investir na poupança. Percebe-se que, para a adesão à Tarifa Branca, é essencial manter um perfil de consumo com baixa utilização de equipamentos elétricos no horário de ponta, o que envolve eletrodomésticos considerados fundamentais para o bem-estar dos consumidores. Em um dos estudos desse trabalho, a Tarifa Branca foi mais vantajosa, mas com pouca diferença com relação à Tarifa Convencional, mesmo com baixo consumo no horário de ponta; no outro caso, permanecer na Tarifa Convencional foi a melhor opção, visto que o consumo no horário de ponta é significativo. Em ambos, o investimento no sistema de aquecimento de água por coletor solar é, economicamente, mais lucrativo do que investir o mesmo valor na poupança pelo mesmo período. Com isso, é notória a importância da adesão de forma consciente à modalidade tarifária horária Branca.

Palavras-chave: Tarifa Branca. Coletor solar. Tarifa Convencional. Consumidor. Análise tarifária. Análise econômica. Investimento. Poupança.

ABSTRACT

This project proposes to study the case of two residential consumers where there is a solar collector system for heating the shower water. The study analyzes the viability of adhering to the White hourly tariff modality, better known as White Tariff, including the use of the water heating system, and it also analyzes, in the economically way, the investment value of this system, in case of investing in traditional low-risk investment, such as savings account. In the White Tariff, the tax of the energy consumption varies according to the tariff posts, with the highest value during the peak tariff post, which is the period when the concessionaires' electrical system is overloaded, whereas in the Conventional Tariff, there is only one value for the tax of energy consumption and there is not any hourly distinction. It was used, for this study, a research methodology of possession of equipment and electricity consumption habits to collect data and, then, estimate the daily consumption and the load curves of the business days and weekends of the residences, and the data of the monthly consumption, for 12 months, provided by the electricity distributor. Thus, the value of the electricity bills was estimated considering the cases of the Conventional Tariff and the White Tariff including the solar collector and these were compared to the case of the Conventional Tariff without the solar collector, and the result with the lowest bill value was considered the more advantageous and this difference in the reduction of the bill is considered in the calculations to analyze if the investment in the solar collector is better than investing in savings account. It is noticed that, for the adhesion to the White Tariff, it is essential to maintain an electrical consumption profile with low use of electrical equipment during peak hours, which may not be good, as they are usually considered essential for the well-being of consumers. In one of the cases, the White Tariff was more advantageous, but with just a little difference in relation to the Conventional Tariff, even with low consumption during peak hours; in the other case, staying on the Conventional Tariff was the best option. In both, investing in a solar water heating system is economically more profitable than investing the same amount in savings account for the same period. Then, it is notorious the importance of consciously adhering to the White hourly tariff modality.

Keywords: White tariff. Solar collector. Conventional tariff. Consumer. Tariff analysis. Economic analysis. Investment. Saving account.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de curva média de carga de um consumidor residencial da Região Sudeste.....	18
Figura 2 – Grupos e subgrupos tarifários segundo a ANEEL	19
Figura 3 – Representação dos horários de ponta, intermediário e fora de ponta ao longo das horas de um dia.....	20
Figura 4 – Ilustração gráfica entre os valores das tarifas da modalidade tarifária horária Branca e a modalidade tarifária Convencional para a distribuidora EDP SP segundo a Resolução nº2.629, vigência em 23/10/2019.....	24
Figura 5 – Consumo residencial médio do chuveiro elétrico no Brasil.....	26
Figura 6 – Sistema de aquecimento de água por coletor solar	27
Figura 7 – Exemplo do gráfico da média do consumo antes e depois da instalação do coletor solar	38
Figura 8 – Análise da viabilidade econômica da Residência A: diagrama de fluxo de caixa para o cálculo da TIR.....	55
Figura 9 – Análise da viabilidade econômica da Residência A: diagrama de fluxo de caixa para o cálculo do <i>Payback</i>	56
Figura 10 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: diagrama de fluxo de caixa para o cálculo da TIR.....	71
Figura 11 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: diagrama de fluxo de caixa para o cálculo do <i>Payback</i>	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico da média do consumo mensal, em kWh, antes de depois da instalação do coletor solar na Residência A	46
Gráfico 2 – Dia útil – Curva de carga estimada da Residência A: Consumo (kWh) x Hora (h) - Atual	48
Gráfico 3 – Dia útil – Representação da presença dos eletrodomésticos de maior relevância no consumo diário da Residência A - Atual	48
Gráfico 4 – Final de semana - Curva de carga estimada da Residência A: Consumo (kWh) x Hora (h) - Atual	49
Gráfico 5 – Final de semana - Representação da presença dos eletrodomésticos de maior relevância no consumo diário da Residência A - Atual.....	49
Gráfico 6 – Gráfico do consumo da Residência A de acordo com os postos horários da ANEEL	52
Gráfico 7 – Gráfico da média do consumo mensal, em kWh, antes de depois da instalação do coletor solar na Residência B	59
Gráfico 8 – Dia útil – Curva de carga estimada da Residência B: Consumo (kWh) x Hora (h) - Atual	61
Gráfico 9 – Dia útil – Representação da presença dos eletrodomésticos de maior relevância no consumo diário da Residência B – Atual.....	61
Gráfico 10 – Final de semana - Curva de carga estimada da Residência B: Consumo (kWh) x Hora (h) - Atual	62
Gráfico 11 – Final de semana - Representação da presença dos eletrodomésticos de maior relevância no consumo diário da Residência B – Atual	62
Gráfico 12 – Gráfico do consumo da Residência B de acordo com os postos horários da ANEEL	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valor das tarifas das modalidades Convencional e Horária Branca (TUSD e TE) – Resolução Homologatória nº 2589, vigência em 07/08/2019.....	40
Tabela 2 – Planilha para análise tarifária – cálculo para as faturas dos três casos	40
Tabela 3 – Resumo da primeira parte da análise tarifária da Residência A	46
Tabela 4 – Dados de consumo de 12 meses da Residência A fornecidos pela distribuidora ..	47
Tabela 5 – Análise tarifária da Residência A: valores estimados das faturas	50
Tabela 6 – Análise tarifária da Residência A: redução do valor das faturas comparadas à fatura da Tarifa Convencional sem coletor solar	51
Tabela 7 – Análise da viabilidade econômica da Residência A: tabela base para cálculos ...	53
Tabela 8 – Resumo da primeira parte da análise tarifária da Residência B	60
Tabela 9 – Resumo da primeira parte da análise tarifária da Residência B	60
Tabela 10 – Análise tarifária da Residência B: valores estimados das faturas.....	63
Tabela 11 – Análise tarifária da Residência B: redução do valor das faturas comparadas à fatura da Tarifa Convencional sem coletor solar	64
Tabela 12 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: tabela base para cálculos..	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Valores dos impostos, incluídos na fatura de energia elétrica, referentes ao mês de outubro de 2019	41
Quadro 2 – Informações da rotina, nos dias úteis, dos moradores da Residência A	44
Quadro 3 – Informações da rotina, nos finais de semana, dos moradores da Residência A ..	45
Quadro 4 – Análise tarifária da Residência A: simulação do valor total das faturas	50
Quadro 5 – Análise da viabilidade econômica da Residência A: considerações iniciais	53
Quadro 6 – Análise da viabilidade econômica da Residência A: resultados do projeto	56
Quadro 7 – Informações de rotina, nos dias úteis, dos moradores da Residência B	57
Quadro 8 – Informações da rotina, nos finais de semana, dos moradores da Residência B...	58
Quadro 9 – Análise tarifária da Residência B: simulação do valor total das faturas.....	63
Quadro 10 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: considerações iniciais	66
Quadro 11 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: resultados do projeto.....	72
Quadro 12 – Resumo comparativo dos itens analisados para a Análise Tarifária das Residências A e B	73
Quadro 13 – Resumo comparativo da porcentagem do consumo das Residências A e B de acordo com os postos tarifários	74
Quadro 14 – Resumo comparativo dos itens analisados para a Análise Econômica das Residências A e B	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CDB	Certificado de Depósito Bancário
CPF	Cadastro de Pessoa Física
EDP	Energias de Portugal
ES	Espírito Santo
FGC	Fundo Garantidor de Créditos
FP	Fora de Ponta
GD	Geração Distribuída
IN	Intermediário
LCI	Letras de Crédito Imobiliário
MME	Ministério de Minas e Energia
P	Ponta
PPH	Pesquisa de Posse e Hábitos de Consumo de Energia
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
QUA	Quarta-feira
QUI	Quinta-feira
RTP	Revisão Tarifária Periódica
SEG	Segunda-feira
SEX	Sexta-feira
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
SP	São Paulo
TER	Terça-feira
TE	Tarifa de Energia
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
TR	Taxa Referencial
TUSD	Tarifa de Utilização de Serviços de Distribuição
UC	Unidade Consumidora
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivos	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Conceitos de Estrutura e Análise Tarifária	18
2.1.1	Curva de Carga	18
2.1.2	Classificação das Unidades Consumidoras	18
2.1.3	Postos Tarifários	20
2.1.4	Modalidades Tarifárias no Brasil	21
2.1.4.1	Modalidades tarifárias do grupo A	21
2.1.4.2	Modalidades tarifárias do grupo B	22
2.1.5	Modalidade Tarifária Horária Branca.....	22
2.1.6	Migração para a Modalidade Tarifária Horária Branca Considerando o Uso do Coletor Solar.....	25
2.2	Conceitos de Análise Econômica	27
2.2.1	Investimentos Financeiros	28
2.2.1.1	Investimentos financeiros de baixo risco	28
2.2.1.2	Poupança.....	29
2.2.2	Análise de Indicadores.....	30
2.2.3	Tempo de Retorno do Investimento	30
2.2.4	Valor Presente Líquido	30
2.2.5	Taxa Mínima de Atratividade.....	31
2.2.6	Taxa Interna de Retorno	31
2.3	Trabalhos Relacionados	32
3	METODOLOGIA	35
3.1	Levantamento dos Dados para o Estudo	36
3.2	Tratamento dos Dados Obtidos	37
3.3	Estudo, Comparação e Análise Tarifária	38
3.4	Análise da Viabilidade Econômica	42

4	RESULTADOS.....	43
4.1	Considerações para os Cálculos	43
4.2	Residência A.....	44
4.3	Residência B.....	57
4.4	Resumo dos Resultados.....	73
5	CONCLUSÃO.....	75
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA DE POSSE DE EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO	83
	APÊNDICE B – PLANILHA PARA TRATAMENTO DOS DADOS.....	88
	ANEXO A – ORÇAMENTO COMPLETO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR COLETOR SOLAR.....	91

1 INTRODUÇÃO

A participação dos consumidores, alimentados em baixa tensão, na composição da carga de energia elétrica do Brasil se expandiu e, em razão dessa presença significativa, os hábitos de consumo desse grupo passaram a afetar o gerenciamento energético do país. Esse crescimento se deu a partir do desenvolvimento econômico e tecnológico, tendo uma ampliação nas opções e nas aquisições de eletrodomésticos e equipamentos que consomem energia elétrica, chegando a alcançar um terço da energia gerada no país (FERREIRA; MARANGONI; KONOPATZKI, 2015).

Até 2013, a estrutura tarifária, para esse grupo de consumidores, era apenas o modelo tarifário convencional, ou seja, o consumo de energia elétrica com um custo fixo, independentemente de horários ou dias da semana. E assim, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), com o intuito de contornar essa situação, após algumas audiências públicas, estabeleceu uma nova modalidade tarifária para consumidores de baixa tensão, a modalidade tarifária horária Branca, conhecida como Tarifa Branca, para ter sua vigência a partir de 2018 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013). Esses consumidores de baixa tensão são classificados, pela ANEEL, como grupo B (com atendimento em tensão igual ou inferior a 2,3 kV) (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2010, p. 115).

A Tarifa Branca permite às unidades consumidoras (UCs) do grupo B, como residências urbanas e rurais, comércios, serviços e indústrias de pequeno porte, possuírem valores diferenciados de tarifa para horários diferentes de consumo de energia elétrica ao longo do dia, o que possibilita uma melhor gestão de consumo e um estímulo para a utilização da energia elétrica nos horários em que o custo da tarifa é menor, podendo assim, diminuir o valor da fatura no final do mês (FERREIRA; MARANGONI; KONOPATZKI, 2015).

Quando um modelo de tarifação diferenciado é implementado, há duas opções para implantação: de forma compulsória ou de forma opcional. De forma compulsória, os consumidores, ao racionalizarem a utilização do sistema frente às variações econômicas presentes na fatura, reduzem o valor a ser pago nas contas de energia elétrica e podem ser contemplados por tarifas mais baixas graças à postergação dos investimentos em melhorias nas

redes. Em contrapartida, os de forma opcional estão ligados a riscos, causam incertezas quanto à receita das distribuidoras e requerem compensação, cujos objetivos são cobrir os custos e garantir o pagamento dos investimentos da concessionária (SANTOS et al., 2012).

Na Tarifa Branca, o valor das tarifas varia de acordo com o horário do dia em que a energia elétrica é consumida, tendo seu maior valor durante o horário de sobrecarga do sistema elétrico e o menor valor quando o sistema possui um excedente de geração (FERREIRA; MARANGONI; KONOPATZKI, 2015). Sendo assim, essa modalidade tarifária dispõe de três tarifas diferentes para os horários de consumo: um valor de custo menor no horário em que o sistema é menos demandado pelo consumidor (horário fora de ponta), um valor mais elevado no horário de sobrecarga do sistema (horário de ponta) e um terceiro valor, que pertence ao horário intermediário (uma hora que antecede e uma hora que sucede o horário de ponta). Devido ao fato do valor da tarifa do horário fora de ponta ser menor que o valor da tarifa do horário de ponta, a Tarifa Branca é recomendada para os consumidores que concentram o seu consumo nos horários fora de ponta dos dias úteis e nos finais de semana (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020a).

A Resolução Normativa nº 733 da ANEEL, de 06 de setembro de 2016, estabelece as condições para aplicação da modalidade tarifária horária Branca (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016a). Já a Resolução Normativa nº 502 da ANEEL, de 07 de agosto de 2012, regulamenta os sistemas de medição de energia elétrica das UCs do grupo B (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012a).

O início da vigência da Tarifa Branca foi em janeiro de 2018 e, pela adesão ser de forma opcional, os resultados em relação às receitas das concessionárias ainda são incertos. A adesão não consciente e em massa à Tarifa Branca pode vir a causar um déficit na receita das distribuidoras e a curva de demanda apenas sofreria um deslocamento, tendo a necessidade de recalcular as tarifas para que a receita não seja prejudicada. Ou pode acontecer de apenas os consumidores, que já possuem o perfil de carga de consumo mínimo nos horários de ponta e intermediário, aderirem à Tarifa Branca, o que não interferiria nos hábitos de consumo e teriam uma redução no valor final da fatura de energia elétrica (PEDUZZI, 2018).

Uma possibilidade, para os consumidores que possuem o perfil de carga caracterizado pelo maior consumo no horário de ponta do sistema elétrico nacional e que não se sentem confortáveis em mudar esses hábitos, é o uso da geração distribuída (GD) juntamente com a adesão à Tarifa Branca. Em consequência, essa possível adesão, em massa, do uso da GD no horário de pico acarretaria um desafogamento do sistema elétrico (PEDRINI, 2016).

Defronte a essa questão, a inserção da GD torna-se uma possibilidade, contribuindo para que os consumidores de baixa tensão possam beneficiar-se da Tarifa Branca sem ter que alterar seu perfil e hábitos de consumo. Essa GD está relacionada às fontes renováveis de energia, como a solar e a eólica (PEDRINI, 2016).

Porém, há também uma alternativa ao uso da GD. O uso do sistema de coletor solar para aquecimento da água do chuveiro, responsável por uma significativa demanda do consumo de energia elétrica das residências. Por exemplo, em uma residência pequena, com quatro moradores, o chuveiro elétrico pode corresponder até 45% do consumo de energia elétrica nos meses mais frios e 30%, quando a potência é reduzida, nos meses mais quentes do ano. O coletor solar não é definido como uma GD, mas auxiliaria na redução do uso de energia elétrica no horário de ponta do sistema (SALES, 2017).

Neste trabalho, o enfoque é o uso do sistema de coletor solar como resposta à demanda. Em tal caso, armazenar energia em forma de calor, através do coletor solar para uso em horário de ponta, é uma alternativa acessível, com custo cerca de 4 a 5 vezes menor do que a instalação de uma unidade de GD solar. A principal função desse coletor solar é o aquecimento da água do chuveiro (KISOLTEC, 2019).

Tem-se, como base principal desse estudo, o trabalho “Análise da viabilidade de adesão da modalidade tarifária horária Branca no setor residencial”, realizado por Stoffel (2017), no qual se desenvolveu uma metodologia para levantamento dos dados dos equipamentos elétricos de uma residência, a partir de tabelas fundamentadas na Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso do PROCEL, com a finalidade de estimar a curva de carga média diária. Realizou-se a análise tarifária de residências do grupo B, com características distintas, para avaliar se era mais vantajoso aderir à modalidade tarifária horária Branca ou permanecer na

modalidade tarifária Convencional. Caso o perfil de consumo da UC não fosse de adesão à Tarifa Branca, foram sugeridas mudanças nos hábitos de uso dos equipamentos.

Fundamentando-se no trabalho citado, notou-se a necessidade de que o consumo da residência não seja elevado durante o horário de ponta para que a adesão à Tarifa Branca seja viável. Como levantado por Stoffel (2017), um dos equipamentos com maior consumo, nesse horário, é o chuveiro elétrico. Sendo assim, propõe-se realizar um estudo de caso em residências nas quais o chuveiro elétrico não tem parte no consumo devido ao uso de sistema de coletor solar para aquecimento da água do chuveiro e verificar se, nesse cenário, a adesão à modalidade tarifária horária Branca é vantajosa ou não. Além disso, analisar, economicamente, se é mais lucrativo investir no sistema do coletor solar ou investir, esse mesmo valor, em uma aplicação tradicional de baixo risco, como a poupança, pelo mesmo período.

Apresenta-se, então, neste trabalho, uma análise da viabilidade tarifária e econômica da adesão à Tarifa Branca em duas unidades residenciais, considerando o uso do coletor solar, como alternativa acessível ao consumidor que busca reduzir o consumo de energia no horário de ponta, e, conseqüentemente, diminuir o valor da fatura de energia elétrica. Também é apresentada uma análise econômica do valor do investimento no coletor solar sendo investido em uma poupança no Brasil. Um *software* para análises e visualizações interativas de planilhas de dados, criando tabelas e gráficos, como o *Power BI*, um editor de planilhas eletrônicas que possibilita organizar os dados, assim como realizar cálculos e gráficos, como o *software Microsoft Excel* e um *software* para apresentação gráfica, como o *Microsoft PowerPoint*, foram utilizados para o tratamento dos dados levantados e para a criação de gráficos, a partir das entrevistas realizadas (RODRIGUES, 2020).

A Introdução é a primeira seção desse documento e apresenta o contexto do assunto, a definição do problema do estudo e os objetivos a serem alcançados. O restante do documento está dividido em quatro partes: a seção 2, que é o Referencial Teórico e apresenta os conceitos e as definições necessárias para o entendimento do estudo; a seção 3, a Metodologia, em que é explicado todo o método utilizado para a obtenção dos dados, tratamento e estimativa das curvas de carga e do consumo, além dos itens a serem abordados nas análises tarifária e econômica; a seção 4, os Resultados, na qual são expostos todos os resultados obtidos das

análises de cada residência; e, a seção 5, a Conclusão, que contempla se os casos do estudo realizado são vantajosos ou não e lista recomendações para possíveis trabalhos futuros.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é definir a viabilidade da adesão à modalidade tarifária horária Branca pelos consumidores residenciais de baixa tensão, em conjunto com a utilização de um sistema de coletor solar para aquecimento de água.

1.1.2 Objetivos Específicos

De forma a alcançar o objetivo geral, os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Realizar a análise tarifária de UCs que utilizam o coletor solar para aquecimento de água do chuveiro;
- b) Indicar a modalidade tarifária com maior redução no valor da fatura de energia elétrica, juntamente com a utilização do coletor solar, a partir da análise tarifária, considerando o valor das faturas das modalidades tarifárias Convencional e da horária Branca;
- c) Analisar, economicamente, a viabilidade do investimento no sistema de coletor solar para aquecimento de água ou, o mesmo valor, em aplicação tradicional de baixo risco, como a poupança.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O atual modelo brasileiro de tarifação da energia elétrica é um produto de mais de 100 anos de evolução, decorrente da relação do desenvolvimento econômico, social e político do Brasil e do mundo (PEDROSA, 2012).

No início do século XX, a *Light*, uma empresa canadense de serviços de energia elétrica, chegou ao Brasil, durante o período histórico denominado República Velha. A regulação tarifária, nessa época, foi marcada pela Cláusula Ouro, cláusula contratual que permitia o pagamento das obrigações em dinheiro, moedas estrangeiras ou peças de ouro, observando a cotação de mercado. Então, essa cláusula fazia com que as tarifas fossem atualizadas em decorrência de futuras desvalorizações da moeda brasileira, sendo definidas parcialmente em moeda e ouro, atualizadas pelo câmbio médio mensal. Com isso, as concessionárias estrangeiras eram muito favorecidas e isso incentivava a ampliação e desenvolvimento, melhorando a atratividade do Brasil aos investimentos externos, divulgando também a cultura do uso da energia elétrica (JANNUZZI et al., 2002).

O cenário político brasileiro mudou ao longo do tempo, e os assuntos relacionados à energia elétrica estiveram cada vez mais presentes. A influência política nos processos de regulamentação e supervisões das medições da energia cresceram, passaram por algumas estruturas, até que surgiu o órgão regulador. Esse órgão é chamado Agência Nacional de Energia Elétrica, a ANEEL, foi criado pela Lei nº 9.427, em 1996, e é vinculado ao Ministério de Minas e Energia (MME). Suas principais atribuições são regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização de energia elétrica do Brasil, garantir tarifas justas, exigir investimentos, zelar pela qualidade do serviço, entre outras, proporcionando condições favoráveis para que o mercado de energia se desenvolva com equilíbrio e em benefício da sociedade (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016b).

Assim, a tarifa de energia elétrica, no Brasil, segue uma regulamentação específica, determinada pela ANEEL, para cada distribuidora. Para a maioria das distribuidoras, a revisão tarifária periódica acontece a cada quatro anos, onde são redefinidos os valores dos custos operacionais e remuneração dos investimentos. Por outro lado, os reajustes tarifários são realizados anualmente (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2017).

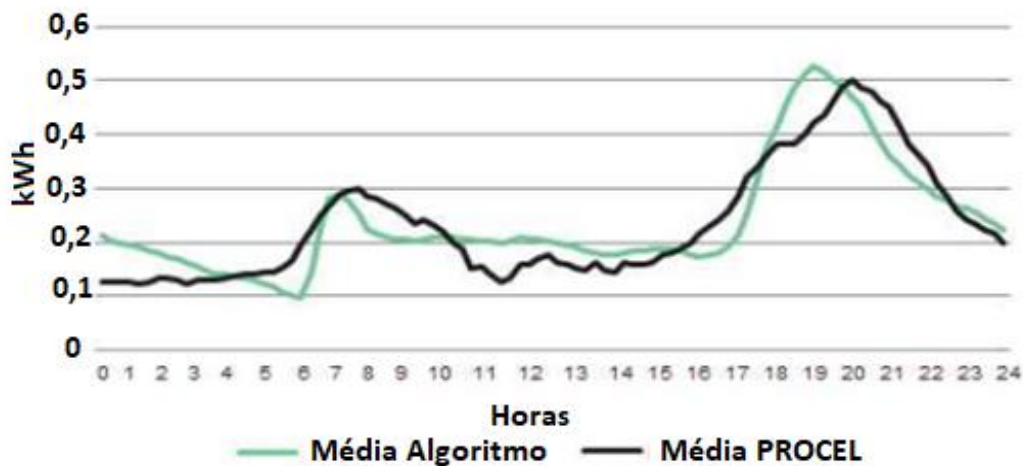
2.1 Conceitos de Estrutura e Análise Tarifária

Em relação ao tema do presente trabalho e para melhor entendimento a respeito das características da Tarifa Branca, em comparação à Tarifa Convencional, alguns conceitos referentes à estrutura e à análise tarifária do sistema elétrico brasileiro serão apresentados a seguir.

2.1.1 Curva de Carga

A curva de carga trata-se de uma representação gráfica da demanda da potência elétrica ao longo de um intervalo de tempo. A relevância das curvas de carga é ainda maior por apresentar, não apenas dados de potência demandada, como também de energia consumida de uma unidade consumidora (UC) ou de um conjunto de unidades (FERREIRA; MARANGONI; KONOPATZKI, 2015). Na Figura 1, é possível observar um exemplo de curva de carga.

Figura 1 – Exemplo de curva média de carga de um consumidor residencial da Região Sudeste



Fonte: Gastaldello (2017).

2.1.2 Classificação das Unidades Consumidoras

As UCs são compostas por instalações e equipamentos elétricos, caracterizadas pelo recebimento de energia elétrica em apenas um ponto de entrega, com sistema de medição individual, correspondente a apenas um consumidor (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2014, p. 12).

Devido à diversidade de UCs atendidas por um sistema elétrico e considerando as atividades desenvolvidas nas instalações e o nível de tensão de fornecimento de energia, as UCs foram classificadas em grupos pela ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2010, p. 10).

As UCs foram divididas em dois tipos de grupos no Brasil: grupo A e grupo B. No grupo A, encontram-se as UCs atendidas em tensão igual ou superior a 2,3 kV (média ou alta tensão), ou atendidas a partir de ramais de distribuição subterrâneos, caracterizado pela tarifa binômia. No grupo B, estão as UCs atendidas em baixa tensão, ou seja, abaixo de 2,3 kV (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2010, p. 10). Esses grupos e seus respectivos subgrupos estão representados na Figura 2.

Figura 2 – Grupos e subgrupos tarifários segundo a ANEEL

GRUPO A		GRUPO B	
SUBGRUPO	TENSÃO DE FORNECIMENTO	SUBGRUPO	CLASSE DE CONSUMO
A1	$\geq 230\text{kV}$	B1	Residencial
A2	88kV a 138kV	B2	Rural
A3	69kV	B3	Demais Classes
A3a	30kV a 44kV	B4	Iluminação Pública
A4	2,3kV a 25kV		
AS	Subterrâneo		

Fonte: ANEEL (2010).

Como apresentado na Figura 2, o grupo A é subdividido em seis subgrupos e nele enquadram-se, geralmente, indústrias e estabelecimentos de médio ou grande porte. O grupo B, correspondente aos consumidores em baixa tensão e é subdividido em quatro subgrupos: consumidores residenciais como B1; consumidores rurais como B2; enquanto os estabelecimentos comerciais e indústrias de pequeno porte são classificados como B3; e finalmente, a iluminação pública como B4 (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2010, p. 10).

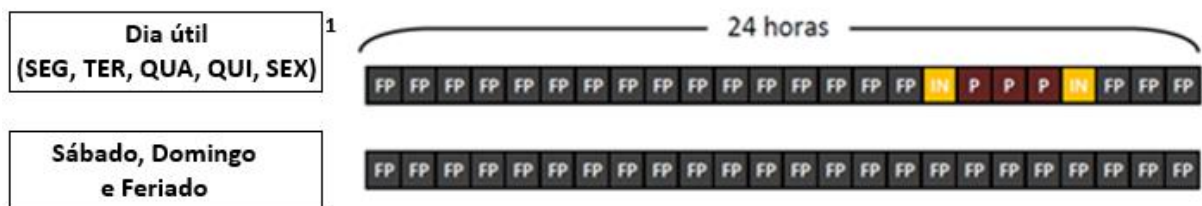
2.1.3 Postos Tarifários

Os postos tarifários são horários de consumo, com diferenciação no valor da tarifa, definidos por cada distribuidora de energia elétrica.

- a) **Posto tarifário de ponta** – período de 3 horas consecutivas diárias nas quais há um elevado consumo de energia conforme a curva de carga de cada distribuidora. Por exemplo, de 18 horas às 21 horas. O horário de ponta não se aplica aos sábados, domingos e feriados nacionais. O valor da tarifa, nesse horário, é mais alto do que nos outros horários (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2010, p. 15);
- b) **Posto tarifário intermediário** – período de 1 hora antes e depois do posto horário de ponta. Por exemplo, de 17 horas às 18 horas e de 21 horas às 22 horas. Nesse horário, o valor da tarifa fica entre o valor da tarifa no horário de ponta e fora de ponta (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2010, p. 15);
- c) **Posto tarifário fora de ponta** – são as horas do dia consecutivas e complementares às dos postos tarifários de ponta e intermediário. Por exemplo, de 22 horas às 17 horas do dia seguinte. O valor da tarifa, nesse horário, é menor do que nos outros (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2010, p. 15).

Na Figura 3, ilustram-se as definições de horário de ponta (P), intermediário (IN) e fora de ponta (FP). Os dias úteis estão representados como segunda-feira (SEG), terça-feira (TER), quarta-feira (QUA), quinta-feira (QUI) e sexta-feira (SEX).

Figura 3 – Representação dos horários de ponta, intermediário e fora de ponta ao longo das horas de um dia



Fonte: ANEEL (2011).

Nota: ¹ Adaptado pela autora.

2.1.4 Modalidades Tarifárias no Brasil

A ANEEL define as modalidades tarifárias como um conjunto de tarifas aplicáveis ao consumo de energia elétrica e à demanda de potência ativa, variando de acordo com o grupo tarifário que a UC está incluída (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012b, p. 2). O grupo A dispõe da tarifa binômia, ou seja, pagam o consumo, em R\$/kWh, e a demanda, em R\$/kW, que é a potência ativa obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora para aquela UC. As UCs do grupo B pagam apenas o valor referente ao seu consumo, em R\$/kWh (DACHERY, 2020).

As UCs atendidas em baixa tensão ganharam importância e participação no mercado do sistema elétrico brasileiro no decorrer dos anos e, com isso, houve a necessidade de equalizar os custos do serviço de energia elétrica a esses consumidores (BAPTISTA, 2016). Até 31 de dezembro de 2017, tinham disponível apenas uma modalidade tarifária: a convencional monômia, a qual há somente um valor para a tarifa, sem distinção de horário, dia ou período do ano. Dessa forma, a ANEEL, em 2010, iniciou uma discussão a respeito de uma nova modalidade tarifária para o grupo B, a Tarifa Branca que, a partir de 1º de janeiro de 2018, começou a ser implantada de forma gradativa. Na primeira fase, a partir de 1º de janeiro de 2018, puderam aderir à nova tarifa as UCs de baixa tensão com média anual de consumo mensal superior a 500 kWh; em 1º de janeiro de 2019, as UCs com média anual de consumo mensal superior a 250 kWh; e, em 1º de janeiro de 2020, para todas as demais UCs. Isso implica que os consumidores do grupo B podem optar por duas modalidades tarifárias, a Convencional ou a Branca (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020b). As descrições das modalidades tarifárias do grupo A e do grupo B estão apresentadas a seguir.

2.1.4.1 Modalidades tarifárias do grupo A

As modalidades tarifárias do grupo A são:

- a) **Modalidade Tarifária Horária Azul** – disponibilizada para todos os subgrupos do grupo A, trata-se de tarifas diferenciadas de consumo de energia e de demanda de potência segundo o posto tarifário (ponta e fora de ponta) (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020c);

- b) **Modalidade Tarifária Horária Verde** – disponível para os subgrupos A3a, A4 e AS. São tarifas diferenciadas de consumo de energia de acordo com o posto tarifário (ponta e fora de ponta) e uma única tarifa de demanda de potência (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020c).

A modalidade tarifária horária Azul possui dois valores de demanda, um para o período de ponta e um para o período fora de ponta, porém o valor da tarifa do consumo no horário de ponta é menor que do que na modalidade horária tarifária Verde. A curva de carga de cada UC deve ser analisada para decidir qual a sua melhor opção (DACHERY, 2020).

Para o grupo A, a escolha da modalidade tarifária é opcional para algumas UCs e compulsória para outras. Para as UCs que possuem tensão de fornecimento abaixo de 69 kV, existe a possibilidade de escolher entre a modalidade tarifária horária Azul ou a Verde. Para as demais UCs do grupo A, a modalidade tarifária horária Azul é compulsória (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020c).

2.1.4.2 Modalidades tarifárias do grupo B

Para o grupo B, as modalidades tarifárias são:

- a) **Modalidade Tarifária Convencional Monômnia** – disponibilizada para todos os subgrupos do grupo B, diz respeito a uma única tarifa de consumo de energia elétrica, independentemente do horário de utilização (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020c);
- b) **Modalidade Tarifária Horária Branca** – tarifa diferenciada de consumo de energia elétrica de acordo com o posto tarifário (ponta, intermediário e fora de ponta). Não está disponível para os subgrupos B4 (iluminação pública) e para a subclasse Baixa Renda do subgrupo B1 (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020c).

2.1.5 Modalidade Tarifária Horária Branca

A modalidade tarifária horária Branca, mais comumente conhecida como Tarifa Branca, abriu a opção de uma nova modalidade tarifária para as UCs do grupo B que, até o final de 2017, possuíam apenas a modalidade tarifária Convencional, conhecida como Tarifa Convencional,

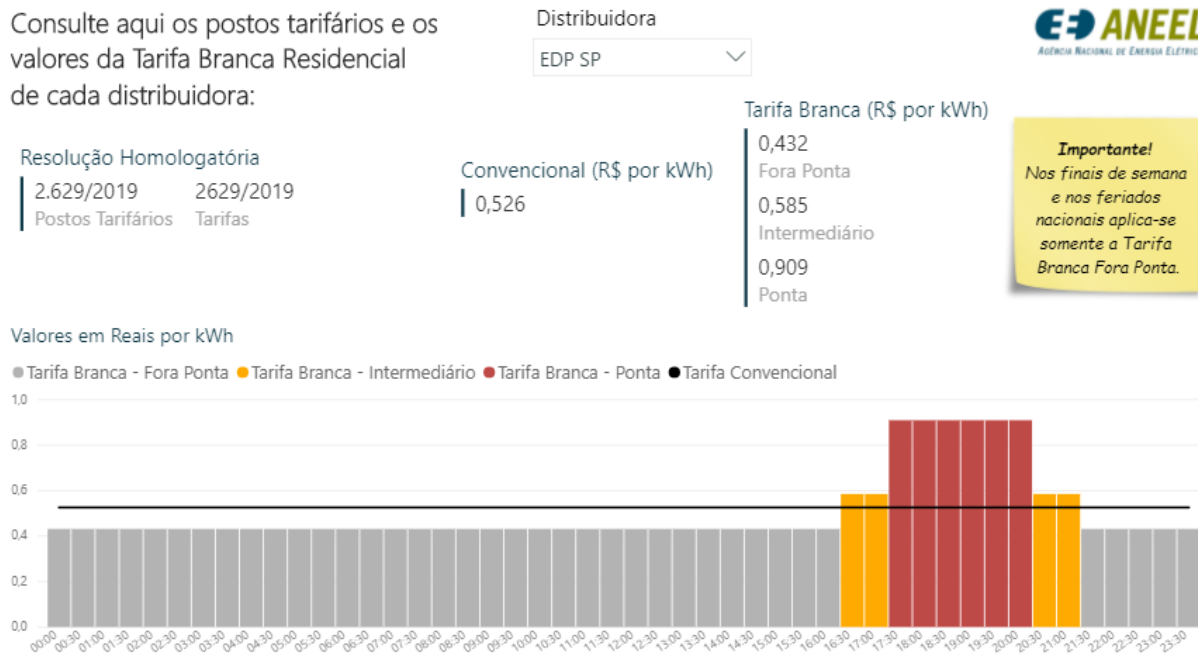
para tarifação do consumo de energia elétrica. De uma forma geral, a Tarifa Branca difere-se da Tarifa Convencional nos diferentes preços de tarifas que variam de acordo com o horário em que há o consumo de energia elétrica.

Conforme já apresentado, a modalidade tarifária horária Branca está disponível, como opção, para os subgrupos B1 (exceto para a subclasse Baixa Renda), B2 e B3 do grupo B e, para fins de tarifação, apresenta os três postos tarifários: de ponta, intermediário e fora de ponta (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020c).

A Tarifa Branca foi proposta com o intuito de estimular o gerenciamento do uso de energia elétrica, pelas UCs do grupo B, nos horários em que o sistema elétrico possui maior demanda para os horários em que o sistema não está sobrecarregado. Isso se deve à diferença do valor da tarifa do consumo de energia elétrica nos horários de ponta e nos horários fora de ponta do sistema, definidos por cada distribuidora e aprovados pela ANEEL (LAWSON; WEISS, 2018).

A ANEEL compara, de forma ilustrativa, os valores das tarifas da modalidade tarifária Convencional com os da modalidade tarifária horária Branca, nos dias úteis e nos finais de semana e feriados nacionais, para todas as distribuidoras. A Figura 4 apresenta o exemplo da distribuidora Energias de Portugal (EDP) do estado de São Paulo (SP). Observa-se que, em relação ao valor da Tarifa Convencional, a Tarifa Branca no horário de ponta é, aproximadamente, 1,73 vezes maior, no intermediário, 1,11 vezes maior e, no horário fora de ponta, 0,82 vezes menor (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020a).

Figura 4 – Ilustração gráfica entre os valores das tarifas da modalidade tarifária horária Branca e a modalidade tarifária Convencional para a distribuidora EDP SP segundo a Resolução nº2.629, vigência em 23/10/2019



Fonte: ANEEL (2020a).

Com a aplicação da Tarifa Branca, há a necessidade da implantação de sistemas de medição mais modernos, como os medidores eletrônicos de energia elétrica mais aprimorados para essa aplicação e que sejam homologados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, o Inmetro. Segundo a Resolução Normativa nº 733 da ANEEL, de 06 de setembro de 2016, a distribuidora é responsável pelos custos de aquisição e instalação dos equipamentos que forem necessários ao faturamento da Tarifa Branca, com as suas funcionalidades mínimas, como o valor de energia elétrica ativa consumida acumulada por posto tarifário e a identificação do posto tarifário corrente. Caso o medidor seja solicitado com funcionalidades adicionais, o consumidor é o responsável pela eventual diferença de custo, com relação ao medidor minimamente necessário para a tarifação da Tarifa Branca, e pelos custos de alteração no padrão de entrada da sua UC, se houver necessidade. A fatura, nesta situação, deve discriminar os valores de consumo em cada período (ponta, fora ponta e intermediário) (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016a, p. 2-3).

Então, desde 1º de janeiro de 2018, o consumidor que solicitar a adesão à Tarifa Branca tem o prazo de até 30 (trinta) dias para ser atendido pela distribuidora e, a qualquer tempo, pode ser solicitado o regresso à modalidade tarifária Convencional, devendo a distribuidora providenciá-la em até 30 (trinta) dias também. Após o retorno à Tarifa Convencional, uma nova adesão à

Tarifa Branca só será possível após o prazo de 180 (cento e oitenta) dias (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016a, p. 2).

2.1.6 Migração para a Modalidade Tarifária Horária Branca Considerando o Uso do Coletor Solar

A Tarifa Branca não é recomendada caso o período de maior consumo de energia elétrica da UC seja durante os horários de ponta e intermediário. O consumidor, antes de optar pela alteração da modalidade tarifária, deve conhecer o seu perfil de consumo e a relação entre os valores da Tarifa Branca e da Tarifa Convencional, que variam para cada distribuidora. Quanto mais o consumo for deslocado para o horário fora de ponta do sistema e quanto maior for a diferença entre as duas tarifas, maiores os benefícios de se aderir à modalidade tarifária horária Branca (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016c).

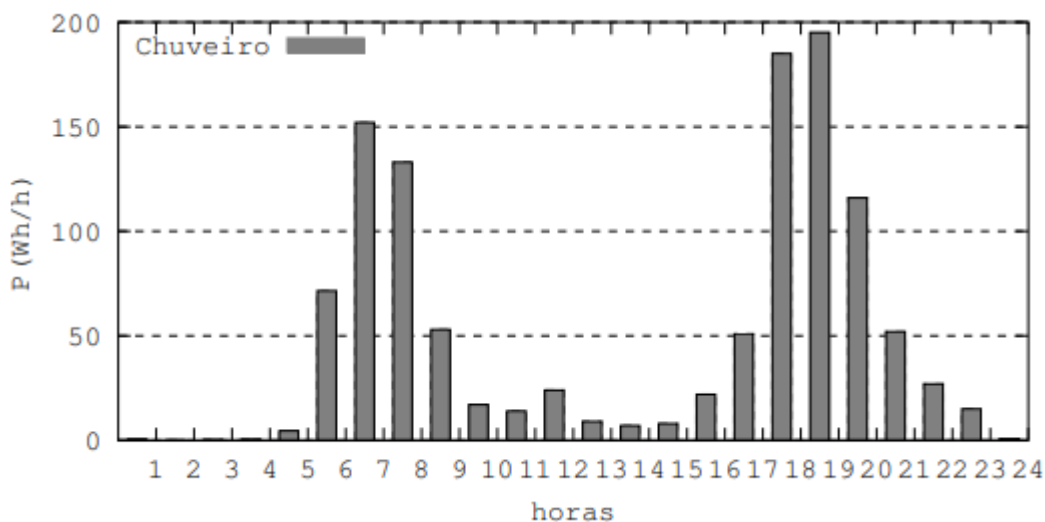
Deve-se analisar a possibilidade de deslocar o uso de equipamentos elétricos, como máquinas de lavar roupas, máquinas de lavar louças e secador de cabelo, que não estão diretamente ligados ao conforto do consumidor, e os equipamentos como chuveiro elétrico, ar-condicionado e televisores, que acarretariam uma alteração no bem-estar e conforto da rotina do consumidor, para os horários fora de ponta (PEDRINI, 2016).

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) foi criado, em 1985, pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio e é gerenciado pela Eletrobrás. Periodicamente, o PROCEL realiza pesquisas no contexto residencial, comercial e industrial. Essa pesquisa, denominada Pesquisa de Posse e Hábitos de Consumo de Energia (PPH), visa levantar as quantidades e o comportamento das cargas instaladas nas UCs dos três setores, de maneira a levantar as curvas de consumo típicas de cada um deles, e apresentar informações que permitam avaliar o potencial de economia de energia elétrica por programas de eficiência energética (PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2017).

Conforme apresentado por Tomé (2014), o aquecimento da água para o banho é considerado um item fundamental para a higiene e conforto da sociedade contemporânea e, a partir dos dados disponíveis, levantados pela PPH de 2005, é possível notar o impacto do chuveiro elétrico

nas curvas de consumo. A Figura 5 apresenta o comportamento médio residencial do chuveiro elétrico pelas unidades consumidoras do Brasil.

Figura 5 – Consumo residencial médio do chuveiro elétrico no Brasil



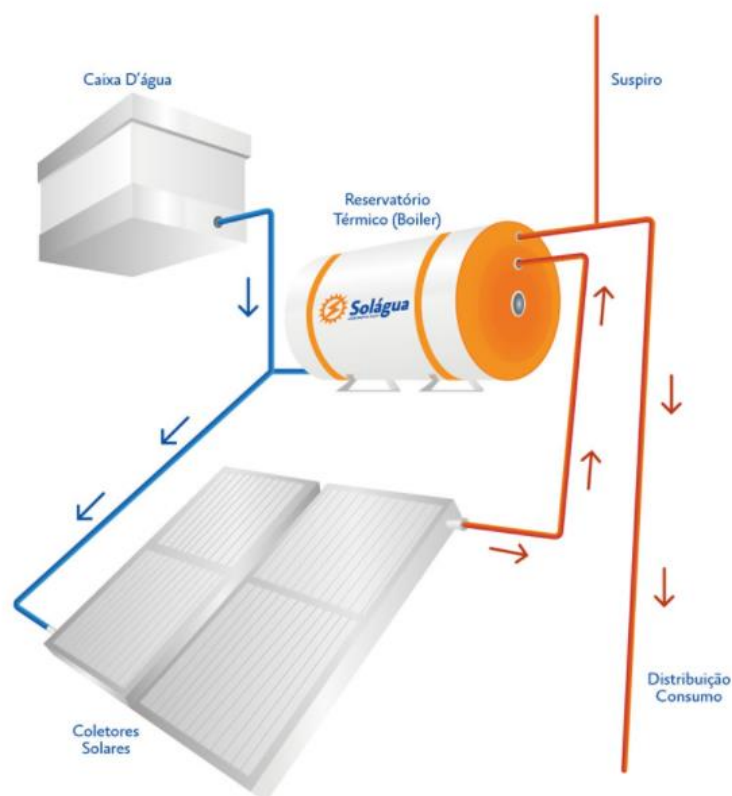
Fonte: Tomé (2014).

Percebe-se, na Figura 5, que há dois períodos de maior consumo do chuveiro elétrico: pela manhã, das 6h às 8h, horário em que as pessoas costumam se levantar para sair para suas obrigações, e ao anoitecer, das 17h às 20h, horário de retorno às residências. Esse último horário coincide com o horário em que o sistema elétrico está sobrecarregado (TOMÉ, 2014).

Então, sem as mudanças de hábitos de consumo, no horário de ponta, a adesão à Tarifa Branca não é recomendada (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016c). Diante dessa situação, para que os consumidores de baixa tensão não precisem alterar o hábito e horário de utilizar o chuveiro elétrico, considerado item de conforto e, que a opção de aderir à Tarifa Branca possa ser viável, propõe-se o uso de um sistema de aquecimento solar, como resposta à demanda, para o aquecimento da água do chuveiro, juntamente com a adesão à Tarifa Branca.

O sistema de coletor solar para aquecimento de água, como pode ser visto na Figura 6, é uma opção de estrutura simples e, com isso, cerca de 4 a 5 vezes mais acessível do que a instalação de uma GD de energia solar, por exemplo, pois possui basicamente dois aparelhos: os painéis coletores solares e um reservatório térmico, também conhecido como *boiler* (KISOLTEC, 2019).

Figura 6 – Sistema de aquecimento de água por coletor solar



Fonte: Solágua (2020).

O sistema de coletor solar, apresentado na Figura 6, funciona da seguinte forma: a água sai de uma caixa d'água principal alimentada com água fria constantemente; a água é levada, pelas tubulações, para os painéis coletores solares que, enquanto absorvem a energia solar, esquentam a água que passa por ali, por meio da tubulação de cobre; a água quente vai para o *boiler*, que a mantém aquecida durante bastante tempo por possuir um isolamento térmico; a água aquecida sai do *boiler* e vai para a tubulação da residência que, para transportar essa água, deve ser preferencialmente de cobre também (LAMAS, 2019).

2.2 Conceitos de Análise Econômica

A análise da viabilidade econômica é um estudo com a finalidade de avaliar se o investimento em uma determinada atividade, no caso desse estudo, a instalação de um sistema de coletor solar, é viável ou não, ou seja, se é mais vantajoso investir na instalação do coletor solar ou deixar o mesmo valor investido de uma outra forma. Isto é, essa análise compara o investimento

demandado com os retornos que poderão ser obtidos, para decidir se compensa ou não investir (REIS, 2018).

2.2.1 Investimentos Financeiros

O ato de investir dinheiro significa aplicar um capital com a expectativa de um benefício futuro, ou seja, a obtenção de um retorno, lucro ou um rendimento sobre o dinheiro investido. É necessário que a taxa de lucro seja maior que os custos para que um investimento seja considerado lucrativo (BASSOTO, 2018).

Existem muitos tipos de investimentos e cada um com suas características específicas, uns são mais rentáveis e outros mais seguros, por exemplo. Não existe investimento sem riscos. Sabe-se que investir requer conhecimento da área financeira, principalmente, para identificar investimentos de baixo, moderado e alto risco (RICO, 2019a).

Neste trabalho, será utilizada, como referência, a poupança, uma aplicação tradicional considerada de baixo risco.

2.2.1.1 Investimentos financeiros de baixo risco

Para que um investimento financeiro seja considerado de baixo risco, é indispensável que o produto seja conservador e admita os seguintes aspectos:

- a) baixo risco de desvalorização e engano (não ser pago conforme combinado);
- b) boa liquidez (fácil acesso ao resgate dos valores);
- c) baixa incidência de taxas (RICO, 2019b).

Então, investimentos de baixo risco são aplicações em que se tem pouca probabilidade de perder o valor investido, ou seja, são seguros, e ainda há um possível rendimento, porém são os que dão menor retorno financeiro (CLUSTER21, 2018). Compõem-se de aplicações como fundos e títulos curtos ou intermediários: Letras de Crédito Imobiliário (LCI), Certificado de Depósito Bancário (CDB), Tesouro Direto, Fundos de Renda Fixa Referenciados e a Poupança (RICO, 2019b).

2.2.1.2 Poupança

Os investimentos de baixo risco são importantes para os objetivos de curto prazo e para a reserva de emergência, aquela que se pode precisar resgatar, de repente, para atender uma necessidade urgente. Nesse sentido, a caderneta de poupança, que surgiu no Brasil no século XIX, ainda é, em 2020, a aplicação financeira mais popular do Brasil, mesmo com uma rentabilidade menor (RESEARCH XP, 2020).

A poupança é conhecida, pela maioria da população, como o investimento de mais baixo risco do mercado. Isso se deve ao fato de que é coberta pelo Fundo Garantidor de Créditos (FGC), uma associação, sem fins lucrativos, que tem como principal objetivo proteger os investidores de possíveis riscos financeiros que possam incidir sobre os investimentos cobertos pelo fundo, como o de falência das instituições financeiras. O FGC garante até R\$ 250.000,00 por Cadastro de Pessoa Física (CPF), por instituição financeira (FUNDO GARANTIDOR DE CRÉDITOS, 2017).

Seja qual for o banco a se realizar o investimento na poupança, a rentabilidade será a mesma. Para os investimentos em poupança feitos até 03/05/2012, a rentabilidade é de Taxa Referencial (TR) + 0,5% ao mês. A partir de 04/05/2012, os investimentos realizados na poupança funcionam em duas partes:

- a) remuneração básica dada pela TR;
- b) remuneração adicional: 0,5% ao mês quando a Taxa Selic for superior a 8,5% ao ano; ou 70% da Taxa Selic mensal quando essa for igual ou inferior a 8,5% ao ano (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2020).

A rentabilidade, ou seja, o ganho com o investimento na poupança, só ocorre uma vez ao mês. Esse é o dia do mês correspondente ao dia em que o primeiro depósito foi feito. A liquidez da poupança é diária, isto é, diariamente é possível sacar os recursos da poupança em caso de necessidade. Porém, caso o investidor faça o resgate antes do próximo aniversário, ele perde todo aquele ganho que seria gerado entre o aniversário anterior e o próximo (RESEARCH XP, 2020).

O Brasil é um país em que menos de 45% da população investe e, ao considerar apenas os investidores, 88% investem na poupança (RESEARCH XP, 2020). Devido a esse fato, escolheu-se o investimento na poupança para esse estudo.

2.2.2 Análise de Indicadores

A análise da viabilidade econômica de um projeto de engenharia exige a utilização de indicadores econômicos e financeiros. No caso desse sistema de coletor solar, a viabilidade se dá quando o retorno do investimento necessário para aquisição, instalação e manutenção do sistema é maior do que se o mesmo investimento fosse aplicado na poupança pelo mesmo período.

Os indicadores utilizados na análise deste trabalho são: o tempo de retorno do investimento (*Payback*), o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto. Esses indicadores serão descritos a seguir.

2.2.3 Tempo de Retorno do Investimento

O *payback* indica o tempo necessário para que o lucro líquido de um projeto se iguale ao valor aportado no investimento inicial, ou seja, o retorno. Para o *payback* mais preciso, deve-se atualizar os valores ao VPL e considerar uma taxa, no caso, a TMA (ROCK CONTENT, 2018). Esse indicador é dado pela equação (1).

$$Payback = n, tal\ que\ \sum_{T=0}^n C_T = I_0 \quad (1)$$

Sendo n o número de meses de operação do projeto, I_0 o investimento inicial realizado e C_T o fluxo de caixa do período T atualizado aos valores de VPL.

2.2.4 Valor Presente Líquido

O VPL representa a diferença entre os benefícios gerados pelo projeto e os custos relacionados durante a sua vida útil. Obtém-se o VPL por meio dos fluxos de caixa futuros do projeto, quando

trazidos ao valor presente, descontados a uma determinada taxa de juros (NETO, 2012), como mostra a equação (2).

$$VPL = -I_0 + \sum_{T=1}^n \frac{C_T}{(1+r)^T} \quad (2)$$

O tempo T tem como *range* a vida útil do sistema, n é o número de meses de operação do projeto, a taxa de desconto é representada por r , I_0 é o investimento inicial realizado e C_T , o fluxo de caixa do período T .

Quando o $VPL > 0$, o projeto em análise é viável. Um valor positivo para VPL indica que as receitas durante o período analisado compensaram o investimento e os custos ao decorrer do projeto (VERISSIMO, 2017).

2.2.5 Taxa Mínima de Atratividade

A TMA é uma taxa utilizada, como comparativo, para definir se um investimento financeiro é economicamente atrativo ou não (REIS, 2018).

2.2.6 Taxa Interna de Retorno

A TIR é uma medida relativa, expressa em percentual, que demonstra o quanto rende um projeto de investimento, considerando a mesma periodicidade dos fluxos de caixa do projeto, ou seja, é a taxa de investimento que torna o seu VPL nulo, fazendo com que os valores das despesas se igualem às receitas quando trazidas ao valor presente (PRATES, 2019). A TIR, então, é a raiz da equação (3).

$$VPL = -I_0 + \frac{C_1}{(1+TIR)^1} + \frac{C_2}{(1+TIR)^2} + \frac{C_3}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+TIR)^n} = 0 \quad (3)$$

Sendo I_0 o investimento inicial realizado, n o número de meses de operação do projeto, C_n o fluxo de caixa do período n e, por definição, VPL nulo.

A TIR permite a comparação de projetos de diferentes setores, devendo-se dar prioridade àquele que possuir maior indicador (GONÇALVEZ, 2018).

Em relação à TMA, a TIR pode ser:

- a) maior, significando que o investimento é economicamente atrativo;
- b) igual, indicando indiferença em relação à outra oportunidade;
- c) menor, o que torna o investimento inviável por existir outros projetos com maior retorno (SVIECH; MANTOVAN, 2013).

2.3 Trabalhos Relacionados

O tempo efetivo de implantação, em grande escala, da modalidade tarifária horária Branca ainda é pequeno. Alguns estudos relacionados a esse tema para avaliar a viabilidade da adesão à essa nova modalidade tarifária, pelas unidades consumidoras do grupo B, e seus respectivos impactos na fatura final de energia elétrica dos consumidores e nas concessionárias já foram realizados e serão mencionados a seguir.

O trabalho, utilizado como base principal desse estudo, é intitulado “Análise da viabilidade de adesão da modalidade tarifária horária Branca no setor residencial” e foi desenvolvido por Stoffel (2017). Realizou-se a análise tarifária de 8 residências do grupo B, com características distintas, avaliando se seria mais vantajoso aderir à modalidade tarifária horária Branca ou permanecer na modalidade tarifária Convencional. Caso o perfil de consumo da UC não fosse de adesão à Tarifa Branca, foram sugeridas mudanças nos hábitos de uso do consumidor. Para isso, elaborou-se uma metodologia para levantamento dos dados dos equipamentos elétricos, a partir de tabelas embasadas na Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Consumo do PROCEL, com a finalidade de estimar a curva de carga média diária. Essa estimativa da curva de carga foi validada a partir da medição de um analisador de energia instalado durante 7 dias nas residências. O estudo também foi validado a partir dos dados de 12 meses de consumo, fornecidos pela distribuidora local, confirmando o valor do consumo diário estimado a partir das pesquisas realizadas. As sugestões de alteração nos hábitos foram fundamentadas a partir dos gráficos de participação do consumo dos eletroeletrônicos de acordo com as horas do dia. As conclusões desse trabalho foram baseadas nas unidades consumidoras avaliadas e, das oito residências, apenas duas apresentaram que a adesão à tarifa horária Branca era financeiramente

viável sem alteração dos hábitos. Das outras seis, a principal mudança de hábito sugerida, no horário de ponta, foi a utilização do chuveiro elétrico, com o intuito da redução do consumo e consequente redução no valor da fatura. Portanto, o objetivo do trabalho foi alcançado a partir do método desenvolvido.

Outro trabalho de relevância para esse estudo é intitulado “Estudo da Tarifa Branca de energia elétrica: Análise de viabilidade para unidades consumidoras residenciais”, produzido por Cunha (2018). Fez-se um estudo de caso, em uma residência, observando os aspectos de consumo mensal e dos horários de consumo de aparelhos existentes na residência. Os dados desse trabalho também foram coletados a partir do modelo de Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Consumo do PROCEL. Os dados de consumo mensal foram obtidos através das faturas de energia elétrica para a estimativa da curva de carga. Fez-se uma modulação simulada da carga para supor uma alteração nos hábitos de consumo no horário de ponta. Concluiu-se que, para a adesão à modalidade tarifária horária Branca, seria necessário manter um perfil de baixo consumo no horário de ponta pois, caso contrário, o valor da fatura de energia elétrica ficaria mais alta do que na modalidade tarifária Convencional.

A modalidade tarifária horária Branca tem como objetivo o gerenciamento do consumo de energia elétrica a fim de reduzir os investimentos nas redes de transmissão e de distribuição. Com isso, Limberger (2014), desenvolveu e publicou o trabalho “Estudo da Tarifa Branca para classe residencial pela medição de consumo de energia e de pesquisas de posses e hábitos”. Foi realizado o monitoramento de 120 unidades consumidoras, divididas em três perfis: beneficiados, potenciais beneficiados e não beneficiados. Verificou-se que, em um curto período, a adesão à Tarifa Branca traria prejuízos às concessionárias, pois muitos consumidores teriam o benefício de faturas mais baratas sem ter que alterar seus hábitos de consumo. Para isso, sugeriu-se adequar a tarifa de forma a encontrar um equilíbrio para a receita da concessionária ou a adesão ser exclusiva às unidades consumidoras que só seriam beneficiadas caso houvesse mudança no perfil de consumo no horário de ponta. Sendo assim, a concessionária teria redução da demanda no horário de ponta, redução das perdas e operaria com maior confiabilidade e segurança, além de ter gastos reduzidos com a expansão e manutenção do sistema.

Embasando-se nos trabalhos apresentados, notou-se a necessidade de que o consumo da residência não seja elevado durante o horário de ponta para que a adesão à Tarifa Branca seja viável e, como levantado por Stoffel (2017), um dos equipamentos com maior consumo, nesse horário, é o chuveiro elétrico.

3 METODOLOGIA

Foi utilizado o método de pesquisa descritiva com o propósito de analisar os dados de consumo de energia elétrica de residências, que utilizam o coletor solar no aquecimento da água do chuveiro, para verificar a viabilidade da adesão à Tarifa Branca. A pesquisa foi desenvolvida a partir de uma revisão bibliográfica sobre os assuntos que englobam os conceitos da ANEEL de classificação de unidades consumidoras, postos tarifários, modalidades tarifárias e, especificamente, a modalidade tarifária horária Branca. Também foram abordados definição de curva de carga, utilização do coletor solar para aquecimento de água do chuveiro, conceitos de análise tarifária, econômica e descrição de indicadores financeiros, além do estudo intitulado “Análise da viabilidade de adesão da modalidade tarifária horária Branca no setor residencial”, desenvolvido por Stoffel (2017). Esse estudo foi fundamentado na Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso do PROCEL e é a base principal dessa atual pesquisa, que tem caráter quantitativo e a finalidade é o estudo de caso das residências que se enquadram no tema proposto.

Para isso, utilizou-se a técnica de coleta de dados por meio de um questionário, baseado no que foi desenvolvido por Stoffel (2017), servindo para a obtenção de dados quantitativos de equipamentos que consomem energia elétrica, sendo iluminação e eletrodomésticos, e a duração em que esses são utilizados diariamente, tanto nos dias úteis quanto nos finais de semana, além da rotina de hábitos dos moradores das residências. A aplicação desse questionário se deu por meio de entrevista e os entrevistados foram escolhidos conforme adequação ao tema definido, que foi a da residência ser do subgrupo B1, do grupo B da ANEEL, possuir e utilizar um sistema de coletor solar para aquecimento da água do chuveiro, ou seja, não há participação de chuveiro elétrico no consumo de energia. Outro critério adotado é que existisse os registros de consumo anterior e posterior à instalação do sistema de aquecimento de água. Após a entrevista, os dados foram compilados em planilhas que permitiam a obtenção de curvas de carga e a estimativa de valores finais de fatura de energia elétrica, possibilitando a análise da viabilidade da adesão à modalidade tarifária horária Branca e a viabilidade econômica do investimento, no coletor solar e na poupança, pelo mesmo período.

Sendo assim, o desenvolvimento deste trabalho está estruturado em quatro etapas e serão descritas a seguir:

- a) levantamentos dos dados para o estudo;
- b) tratamento dos dados obtidos;
- c) estudo, comparação e análise tarifária;
- d) análise da viabilidade econômica.

3.1 Levantamento dos Dados para o Estudo

A primeira etapa consiste no levantamento dos dados necessários para a realização do estudo proposto, ou seja, a coleta de informações. A obtenção desses dados se deu em forma de entrevista por meio de tabelas baseadas na metodologia desenvolvida por Stoffel (2017), a partir da Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso do PROCEL (PROCEL, 2017). As tabelas, desenvolvidas por Stoffel (2017), estão em formato de questionário e foram adaptadas para a necessidade do presente trabalho, como por exemplo, na parte da identificação dos moradores, é preciso saber o número da instalação da residência, quanto tempo residem nesse local, quando o coletor solar foi instalado e os dados do chuveiro elétrico de antes da instalação do sistema de aquecimento por coletor solar.

O questionário está dividido em duas partes: a primeira, que corresponde à identificação das pessoas entrevistadas e seus respectivos hábitos e rotina; e a segunda, que corresponde à iluminação e equipamentos existentes na residência que consomem energia elétrica. Esse questionário, que foi baseado no questionário da Stoffel (2017), encontra-se no APÊNDICE A. Verificou-se a potência dos aparelhos elétricos, o horário e o tempo que permanecem em uso para gerar o perfil de carga da unidade consumidora entrevistada e, assim, estimar as curvas de carga diárias.

No final da pesquisa, foram realizadas três perguntas aos entrevistados para averiguar o conhecimento deles a respeito do tema do trabalho. As três perguntas foram: 1) Você entende o que é eficiência energética? Se sim, explique com poucas palavras.; 2) Você sabe o que é Tarifa Branca? Se sim, explique com poucas palavras.; 3) Estaria disposto a mudar hábitos do dia a dia para economizar na conta de energia aderindo à Tarifa Branca? Acha isso importante?.

Juntamente à EDP do estado do Espírito Santo (ES), uma das distribuidoras de energia elétrica do estado e que atende às unidades consumidoras entrevistadas, foram obtidos os dados de

consumo, faturados mensalmente, no período anterior e posterior à instalação do sistema de coletor solar. Esses dados são para comparar o consumo médio diário, fornecido pela distribuidora, com o consumo diário estimado, para cada unidade consumidora, por meio das curvas de cargas diárias.

Através da mesma distribuidora, foi possível obter os valores, em Reais, segundo a Resolução Homologatória nº 2589, vigência em 07 de agosto de 2019 da ANEEL, das tarifas TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição), aquela que cobre os custos com o transporte de energia – linhas de transmissão e distribuição, e a TE (Tarifa de Energia), tarifa que custeia a geração de energia, Convencional e Branca, (TUSD+TE), assim como o valor dos tributos.

3.2 Tratamento dos Dados Obtidos

Foram utilizados, para o tratamento dos dados levantados nas entrevistas realizadas, os *softwares Power BI e Microsoft Excel*, possibilitando uma melhor visualização dos resultados através de gráficos.

Para o estudo, necessita-se estimar a curva de carga diária, antes e após a instalação do coletor solar, de cada uma das duas residências, com base nos dados coletados. Para isso, tem-se uma planilha que permite colocar os dados de consumo, em kWh, de hora em hora, de cada equipamento para cada uma das residências a serem estudadas. Essa etapa também foi baseada no trabalho desenvolvido por Stoffel (2017) e adequada para o presente estudo, considerando, na mesma planilha, o consumo, nos dias úteis e finais de semana, dos aparelhos presentes nas residências entrevistadas. A planilha completa, desta etapa, encontra-se no APÊNDICE B. A partir da coluna Consumo Total (kWh), que é a soma dos consumos, é possível traçar uma curva de carga estimada, em kWh x Hora, que demonstra o consumo diário de energia elétrica do consumidor, considerando os eletroeletrônicos e iluminação existentes, bem como os hábitos de consumo, distribuídos ao longo do dia, condizentes com os dados levantados nas entrevistas.

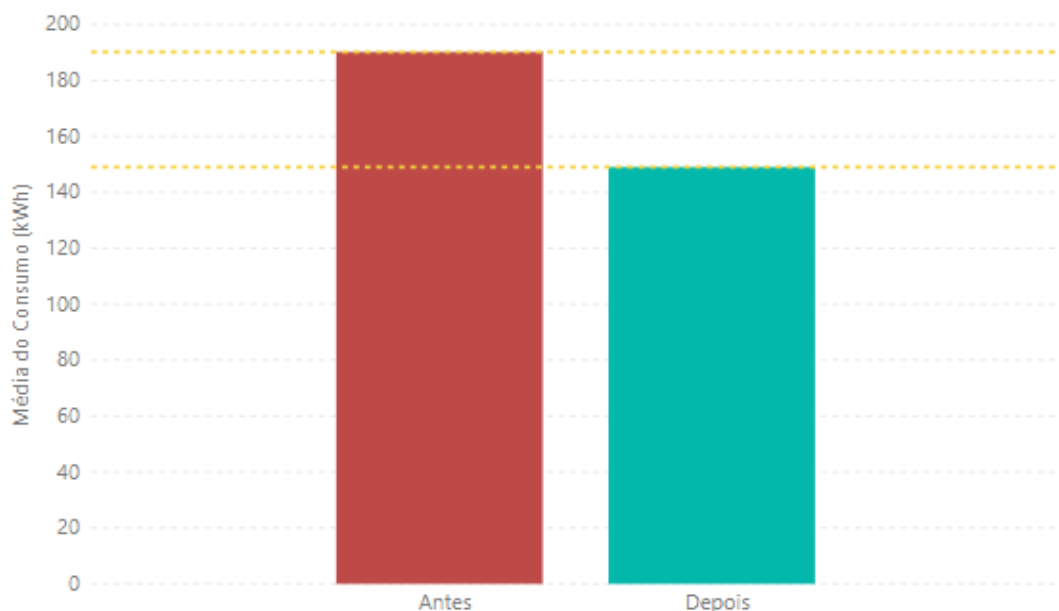
3.3 Estudo, Comparação e Análise Tarifária

A partir dos dados coletados pelas entrevistas e fornecidos pela distribuidora de energia, inicia-se a análise decorrente desse estudo, o qual está dividido em quatro partes.

A primeira parte corresponde à apresentação das características da residência e dos moradores, seus respectivos hábitos e rotina durante a semana e nos finais de semana e o tempo em que residem nesse local. É apresentada a data em que o sistema de coletor solar para aquecimento do chuveiro foi instalado. Foi definido como antes e depois os períodos anterior e posterior, respectivamente, à essa instalação do coletor solar.

Realiza-se a análise comparativa, a partir de um gráfico da média do consumo da residência, antes e depois da instalação do coletor solar para aquecimento da água do chuveiro. Com isso, tem-se a estimativa da redução e a consequente economia do consumo de energia elétrica. Esse gráfico está exemplificado na Figura 7.

Figura 7 – Exemplo do gráfico da média do consumo antes e depois da instalação do coletor solar



Fonte: Produção da própria autora.

O valor da diferença no consumo antes e no depois, na Figura 7, representa a quantidade, em kWh, da redução média do consumo de energia elétrica após a instalação do coletor solar.

A segunda parte trata-se da comparação das médias:

- a) do consumo diário a partir dos dados fornecidos pela distribuidora (consumo mensal (kWh/mês) e número de dias de faturamento) considerando juntos os dias úteis e finais de semana;
- b) do consumo diário estimado, após a instalação do coletor solar, uma para os dias úteis e uma para os finais de semana, segundo a pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso.

Para o período posterior à instalação do sistema de aquecimento de água do chuveiro, essa comparação valida o método caso os valores estimados sejam próximos ao valor da média de consumo diário a partir dos dados reais de leitura do medidor fornecidos pela distribuidora. Com isso, traçam-se as curvas de carga estimadas, para os dias úteis e para os finais de semanas, e os gráficos com a participação do consumo dos eletrodomésticos no decorrer do dia.

A terceira parte refere-se à análise tarifária. Com o suporte das Tabelas 1 a 3, é possível estimar o valor da fatura final, a partir dos dados coletados na pesquisa, das respectivas residências através do consumo de energia elétrica em três casos:

- a) sem coletor solar e Tarifa Convencional – a partir da média dos dados de consumo fornecidos pela distribuidora;
- b) com coletor solar e Tarifa Convencional – a partir da média dos dados de consumo fornecidos pela distribuidora;
- c) com coletor solar e Tarifa Branca – segundo os dados coletados na pesquisa.

A Tabela 1 apresenta os valores, utilizados, nesse estudo, das modalidades tarifárias Convencional e horária Branca, TUSD e TE, vigentes a partir da Resolução Homologatória nº 2589, em 07 de agosto de 2019, para o subgrupo B1 da EDP ES. Esses valores foram utilizados para a estimativa do valor da fatura de energia elétrica (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2019).

Tabela 1 – Valor das tarifas das modalidades Convencional e Horária Branca (TUSD e TE) – Resolução Homologatória nº 2589, vigência em 07/08/2019

	Modalidade Tarifária			
	Convencional	Horária Branca		
		Fora de Ponta	Intermediário	Ponta
TUSD (R\$/kWh)	R\$ 0,27440	R\$ 0,20029	R\$ 0,38144	R\$ 0,56259
TE (R\$/kWh)	R\$ 0,25141	R\$ 0,23765	R\$ 0,23765	R\$ 0,40283
Total da Tarifa (R\$/kWh)	R\$ 0,52581	R\$ 0,43794	R\$ 0,61909	R\$ 0,96542

Fonte: ANEEL (2019).

Com o apoio da Tabela 2 e a partir da soma do consumo para os postos horários de ponta, intermediário e fora de ponta para o período de um mês, definido como 22 dias úteis e 4 finais de semana, é possível obter o valor precificado do consumo pela tarifa cobrada, ainda sem tributos, para cada um dos três casos do estudo.

Tabela 2 – Planilha para análise tarifária – cálculo para as faturas dos três casos

		Modalidade Tarifária / Coletor Solar				
		Convencional sem coletor	Convencional com coletor	Horária Branca		
				Fora de Ponta	Intermediário	Ponta
Consumo de energia (kWh)	Dias úteis Final de semana					
Cálculo sem tributos (R\$)	Dias úteis Final de semana					
						Total da Tarifa Branca (R\$/kWh)

Fonte: Produção da própria autora.

Então, calcula-se o valor final da fatura de energia elétrica, que o consumidor pagaria, já com os tributos incluídos, de acordo com cada modalidade tarifária, Convencional e horária Branca, com e sem o coletor solar instalado. O valor percentual dos impostos, incluídos na fatura da energia elétrica, está de acordo com o Quadro 1 de Cálculo PIS/PASEP e COFINS disponibilizada pela distribuidora local, no caso a EDP ES, referente ao mês de outubro de 2019, encontra-se no Quadro 1 (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020a).

Quadro 1 – Valores dos impostos, incluídos na fatura de energia elétrica, referentes ao mês de outubro de 2019

Tributos - Outubro/2019	
PIS	1,28%
COFINS	5,90%
ICMS	25%

Fonte: EDP ES (2020a).

Para o cálculo do valor final da estimativa da fatura de energia elétrica considerando os impostos, utilizou-se da equação (4). Tem-se, para melhor visualização da equação, Vf sendo o valor final da estimativa do valor da fatura de energia elétrica, dado em R\$, o consumo, em kWh, e o valor da tarifa de consumo, em R\$/kWh.

$$Vf = \frac{(\text{Consumo} \times \text{Valor da tarifa de consumo})}{(1 - ICMS) \cdot (1 - (PIS + COFINS))} \quad (4)$$

Para finalizar a terceira parte desta análise, obtém-se o valor da redução, em porcentagem, da fatura de energia elétrica a partir da equação (5) a seguir. Para esse cálculo, é considerada a opção de Tarifa Convencional sem Coletor como referência, que é o caso mais comum na população brasileira. Tendo essa opção como referência, será possível avaliar se é vantajoso ou não aderir à Tarifa Branca, utilizando ou não o coletor solar.

$$\text{Redução} = \frac{\text{Valor da redução da fatura com coletor solar}}{\text{Valor da fatura com Tarifa Convencional sem coletor solar}} \quad (5)$$

Na quarta parte da análise tarifária, avaliam-se as possíveis mudanças de hábitos que possam ocorrer nas residências para que a opção de aderir à Tarifa Branca seja lucrativa. A partir das perguntas respondidas pelos entrevistados e dos gráficos gerados a partir desses dados, verifica-se a hipótese do consumidor em abdicar-se de alguma atividade, com um consumo alto de energia elétrica que esteja sendo realizada no horário de ponta, ser realizada no horário fora de ponta.

3.4 Análise da Viabilidade Econômica

Para a análise da viabilidade econômica, será utilizado o *software Microsoft Excel* como apoio para os cálculos de VPL, TIR e *Payback*, a partir de tabelas com os respectivos valores de investimento inicial e fluxo de caixa mensal para as residências estudadas. O *software Microsoft PowerPoint* será utilizado para a representação do diagrama de fluxo de caixa.

A TMA do estudo é considerada sendo a taxa mensal de rendimento da poupança que, em maio de 2020, foi de 0,1733% ao mês (INVESTIMENTOS E NOTÍCIAS, 2020). Tendo esses dados, calcula-se a TIR para cada um dos casos a partir da equação (3) com o apoio do *software Microsoft Excel*. Assim sendo, compara-se a TIR com o valor da TMA definida para analisar se é maior, igual ou menor e, então, indicar se o investimento é ou não economicamente mais atrativo em relação ao investimento da poupança no Brasil.

E, para finalizar, calcula-se o *Payback* dos investimentos relacionados às residências do estudo, trazendo o fluxo de caixa para o valor presente, referenciado à TMA, e somando os valores até que seja igual ao valor do investimento inicial. O tempo necessário para que a soma desse valor seja igual ao valor do investimento inicial é o *Payback*, o tempo de retorno do investimento.

Para esses cálculos, será utilizada uma tabela de apoio, no *Microsoft Excel*, contendo as colunas descritas a seguir:

- a) **Período** – representa os meses, a partir do mês 1, a fim de situar-se no tempo;
- b) **Fluxo** – representa o fluxo de caixa do investimento no sistema de aquecimento solar, desde o valor investido, inicialmente, até posteriores retornos mensais do investimento devido à economia na fatura de energia elétrica;
- c) **Mês** – representa os meses, a partir do mês 0, para utilização nos cálculos da TIR e *Payback*;
- d) **VPL Poupança** – são os valores mensais do fluxo de caixa trazidas ao valor presente considerando a taxa da Poupança (0,1733% ao mês);
- e) **Somatória *Payback*** – soma-se, acumuladamente, os valores dos fluxos de caixa mensais do VPL Poupança;
- f) ***Payback realizado?*** – indica SIM quando a somatória da coluna Somatória *Payback* for superior ao valor investido inicialmente.

4 RESULTADOS

Nesta seção, serão expostos os resultados das simulações, dos gráficos e das análises tarifárias e econômicas das duas residências com coletor solar, desse estudo de caso, aderindo ou não à Tarifa Branca, a partir das entrevistas realizadas e do histórico de consumo, além de sugestões de possíveis mudanças de hábitos de acordo com as análises dos resultados. Para os estudos e análises foram utilizados os *softwares*: *Microsoft Excel*, *Power BI* e o *Microsoft PowerPoint*.

4.1 Considerações para os Cálculos

As duas residências estudadas foram nomeadas Residência A e Residência B. Para os cálculos de análise econômica, necessitou-se de algumas definições, em relação ao valor e ao tempo, do sistema de aquecimento solar. Segundo a empresa Solaris, que foi contactada para solicitar o orçamento, um sistema de 400 litros, baixa pressão e água tratada, que é o melhor e mais utilizado no mercado no estado do Espírito Santo, é orçado em R\$ 4399,00 (sistema e instalação). No ANEXO A, encontra-se a descrição de todo o orçamento desse sistema.

A vida útil do sistema de aquecimento de água por coletor solar orçado é de, aproximadamente, 25 anos. Isto é, depois desse tempo, perde-se 20% da eficiência e começa a operar com 80%. Esse sistema tende a chegar em 50 anos de vida útil total, segundo informações da empresa. Os dados de vida útil e valor do sistema de aquecimento solar serão essenciais para esse estudo.

Então, tem-se como base de cálculo os dados de investimento inicial de R\$ 4.399,00 do sistema de aquecimento por coletor solar e uma vida útil de 25 anos, porém, os cálculos são feitos mensalmente, com isso, consideram-se 300 meses. E, em se tratando do fluxo de caixa mensal para a Residência A e para a Residência B, será considerada, para cada caso, a situação de maior economia entre as estimativas das faturas da Tarifa Convencional com coletor solar ou da Tarifa Branca com coletor solar em relação à fatura da Tarifa Convencional sem coletor solar.

4.2 Residência A

A Residência A é um apartamento, localizado em Itaparica, município de Vila Velha – Espírito Santo, possui, aproximadamente, 55 m² e se enquadra no subgrupo B1, do grupo B da ANEEL. Nela reside um casal, homem e mulher, há aproximadamente 5 anos, ambos com 30 anos.

Baseado na entrevista de posse de equipamentos e hábitos de uso, obtiveram-se as informações, apresentadas a seguir, no Quadro 2, acerca da rotina do casal nos dias úteis.

Quadro 2 – Informações da rotina, nos dias úteis, dos moradores da Residência A

	Moradores	
	Homem	Mulher
Horário de acordar	06h	08h
Expediente de trabalho	08h às 17h	18h às 23h
Retorno para a residência	18h	00h
Horário de dormir	23h	01h

Fonte: Produção da própria autora.

O homem acorda e se levanta às 06h, toma banho, café da manhã e sai para trabalhar das 08h às 17h. Costuma chegar em casa, de volta do trabalho, às 18h e ir dormir às 23h. A mulher trabalha das 18h às 23h, com isso, tem o hábito de acordar e se levantar às 08h, almoçar por volta das 11h, em casa, e sair para trabalhar em torno das 16h. Devido à rotina, ela costuma ir dormir às 01h. Então, segundo o Quadro 2 e as informações da pesquisa, nos dias úteis, apenas durante o período das 16h às 18h a residência está vazia.

Diariamente, o casal dorme com o ar-condicionado ligado durante toda a noite e toda a madrugada, até o horário da mulher acordar. O homem joga umas 2 horas de videogame praticamente todos os dias à noite quando chega do trabalho. De manhã e à tarde, caso a mulher não esteja utilizando o *notebook* para estudar ou planejar suas aulas, está faxinando a casa ou lavando a roupa e, todos os dias, antes de ir trabalhar, utiliza a prancha elétrica alisadora, também chamada de chapinha, no cabelo. Na cozinha, eles utilizam, com frequência, fritadeira elétrica sem óleo, panela elétrica e cafeteira.

No Quadro 3, encontram-se dados dos hábitos de finais de semana do casal da Residência A. Caso não haja algum evento social, o casal costuma se levantar às 08h, ficar em casa o dia todo, planejando a semana, estudando, assistindo à televisão, jogando videogame e aproveitam para faxinar a casa. Não possuem o hábito de cozinhar nos finais de semana.

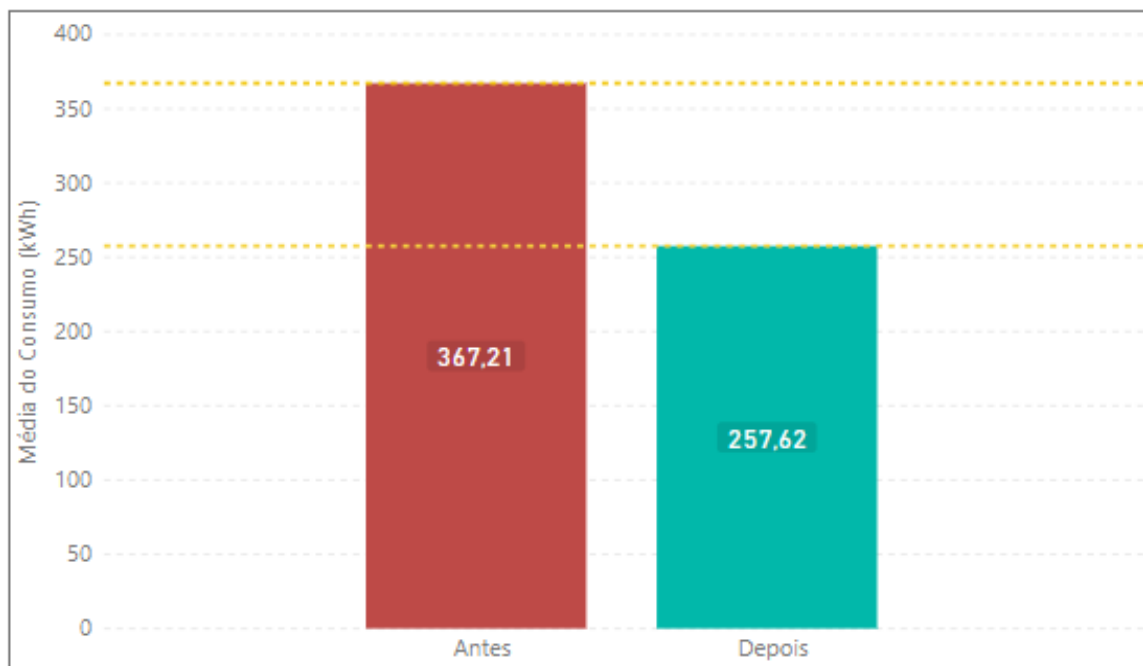
Quadro 3 – Informações da rotina, nos finais de semana, dos moradores da Residência A

	Moradores	
	Homem	Mulher
Horário de acordar	08h	08h
Horário de dormir	00h	00h

Fonte: Produção da própria autora.

A Residência A possui 1 chuveiro aquecido pelo coletor solar. O chuveiro instalado no apartamento era de 6.800 W de potência. De julho de 2015 a abril de 2018, o consumo do chuveiro elétrico era considerado na fatura da energia e esse período foi definido como o antes; após essa data, foi instalado o coletor solar para aquecimento da água, então, define-se o período de maio de 2018 a janeiro de 2020 como o depois. Cada um do casal utiliza o chuveiro em torno de 15 minutos diariamente, com isso, tem-se uma média de uso de 30 minutos diários do chuveiro. No Gráfico 1, apresenta-se a média de consumo de energia elétrica mensal, em kWh, antes e depois do coletor solar instalado.

Gráfico 1 – Gráfico da média do consumo mensal, em kWh, antes de depois da instalação do coletor solar na Residência A



Fonte: Produção da própria autora.

No Gráfico 1, constata-se uma redução de 109,59 kWh, ou seja, a média do consumo mensal da Residência A reduziu em torno de 29,84% após a instalação do coletor solar. Sendo o chuveiro elétrico de 6.800 W, e com a utilização diária total na média de 30 minutos, ou seja, 0,5 hora/dia, tem-se que, em 30 dias, o consumo mensal do chuveiro era de, aproximadamente, 102 kWh, valor próximo à média mensal reduzida. Na Tabela 3, está representado o resumo das informações da primeira parte da análise desse estudo de caso.

Tabela 3 – Resumo da primeira parte da análise tarifária da Residência A

	Antes	Depois
Período	07/2017 a 04/2018	05/2018 a 01/2020
Média do consumo	367,21 kWh	257,62 kWh
Consumo do chuveiro	102 kWh	0 kWh
Redução do consumo	109,59 kWh	
Redução do consumo (%)	29,84%	

Fonte: Produção da própria autora.

Para a segunda parte dessa análise, obtém-se a média do consumo diário, a partir dos dados fornecidos pela distribuidora de energia, ao longo de 12 meses (fevereiro de 2019 a janeiro de 2020), considerando a média do consumo mensal e a média dos dias de faturamento. Essa média

de consumo diário calculado foi de 9,58 kWh, como visto o resultado na Tabela 4, considerando os dias úteis e finais de semana.

Tabela 4 – Dados de consumo de 12 meses da Residência A fornecidos pela distribuidora

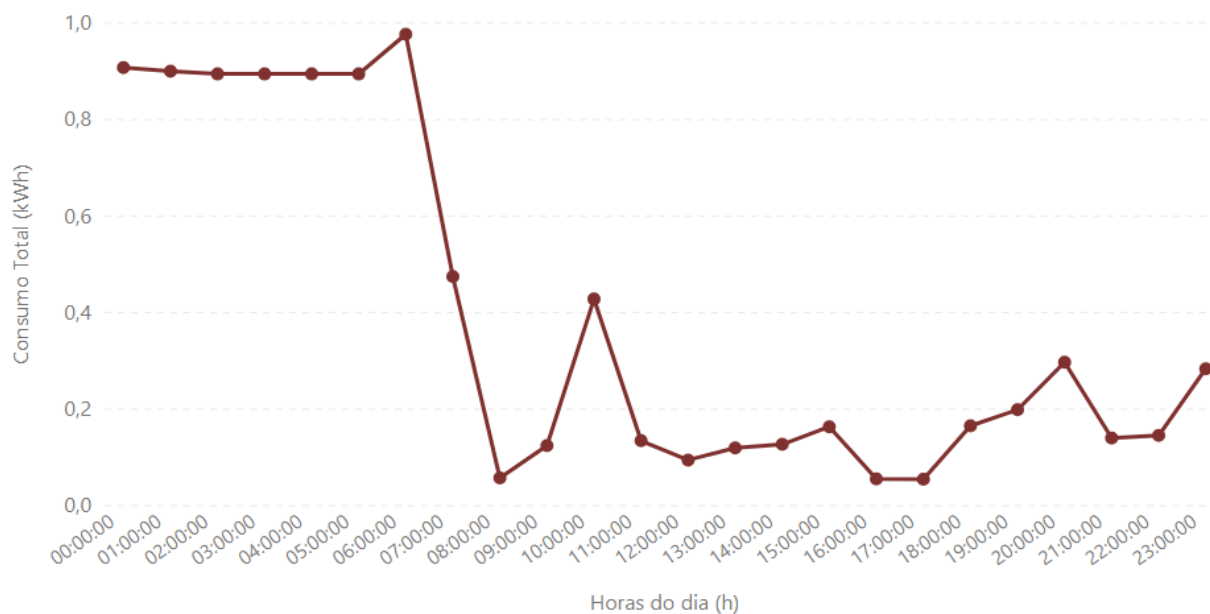
Mês/Ano	Consumo Mensal (kWh/mês)	Nº dias de Faturamento	Consumo Diário (kWh/dia)
jan/20	142	29	4,9
dez/19	355	31	11,45
nov/19	275	29	9,48
out/19	353	33	10,7
set/19	346	29	11,93
ago/19	366	31	11,81
jul/19	390	32	12,19
jun/19	315	28	11,25
mai/19	330	31	10,65
abr/19	259	30	8,63
mar/19	199	30	6,63
fev/19	149	30	4,97
Média	289,92	30,25	9,58

Fonte: EDP ES (2020b).

A partir do tratamento dos dados coletados da pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de consumo de energia, tem-se, como estimativa, 9,42 kWh de média de consumo diário nos dias úteis e 9,75 kWh de média de consumo nos finais de semana. Constata-se que o valor da média do consumo, dos dados reais da distribuidora, fica entre esses dois valores estimados, ou seja, valor bem próximo, o que ratifica o método utilizado nesse estudo.

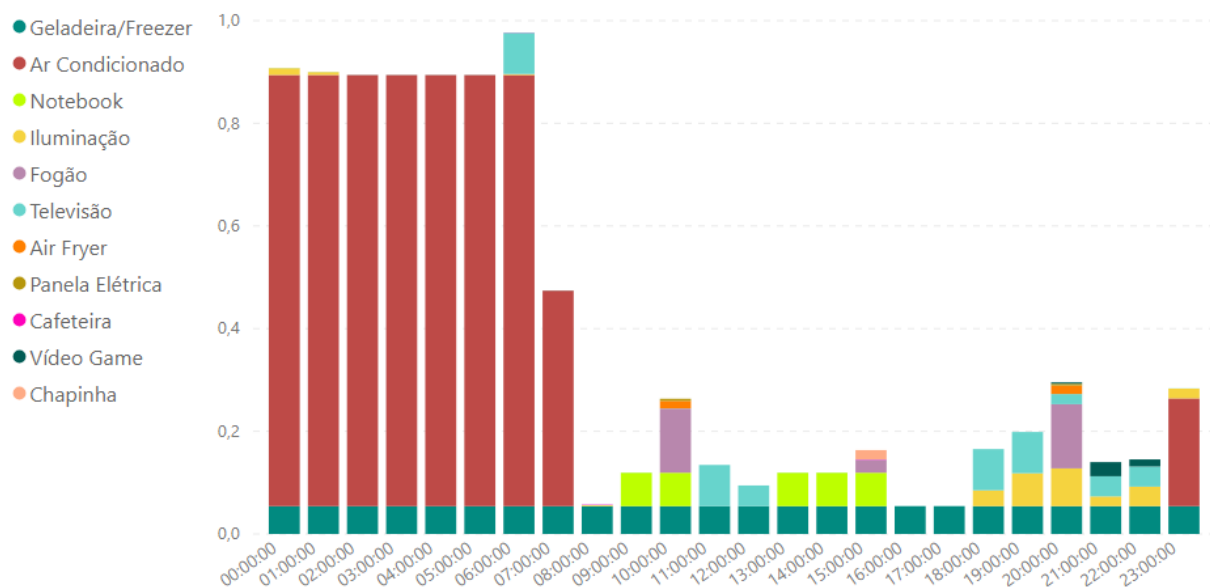
Com a confirmação dos dados, foi possível traçar as curvas de carga diária estimadas, de 1 em 1 hora, dos dias úteis e final de semana da Residência A, as quais se encontram, respectivamente, nos Gráficos 2 e 4. A presença dos eletrodomésticos de maior relevância, representada por uma cor para cada equipamento e pelo comprimento da barra, em proporção direta ao impacto no consumo diário, está apresentada nos Gráficos 3 e 5, justificada pelos hábitos de consumo dos residentes descritos no início da seção 4.2.

Gráfico 2 – Dia útil – Curva de carga estimada da Residência A: Consumo (kWh) x Hora (h) - Atual



Fonte: Produção da própria autora.

Gráfico 3 – Dia útil – Representação da presença dos eletrodomésticos de maior relevância no consumo diário da Residência A - Atual

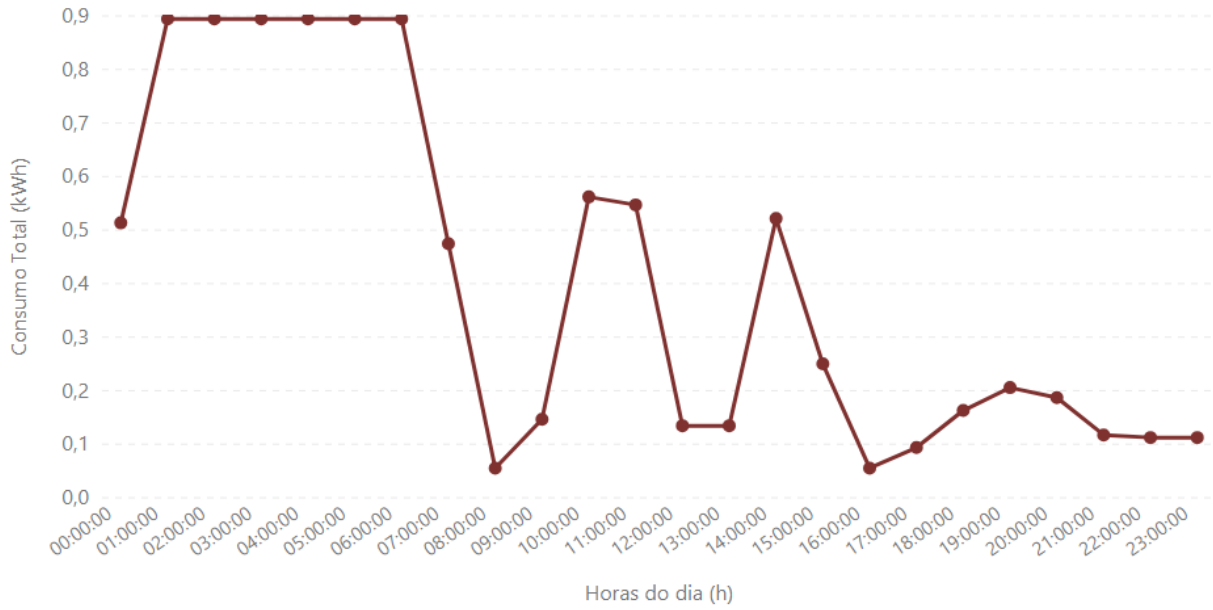


Fonte: Produção da própria autora.

Ao analisar os Gráficos 2 e 3, dos dias úteis, simultaneamente, identifica-se o comportamento semelhante do consumo de energia elétrica no decorrer das horas de um dia. Percebe-se o impacto do consumo do ar-condicionado durante todo o horário em que os moradores estão dormindo, o aumento do consumo quando o esposo se levanta para ir trabalhar e, logo depois, no horário da esposa se levantar. É notório também o consumo no horário do almoço e também

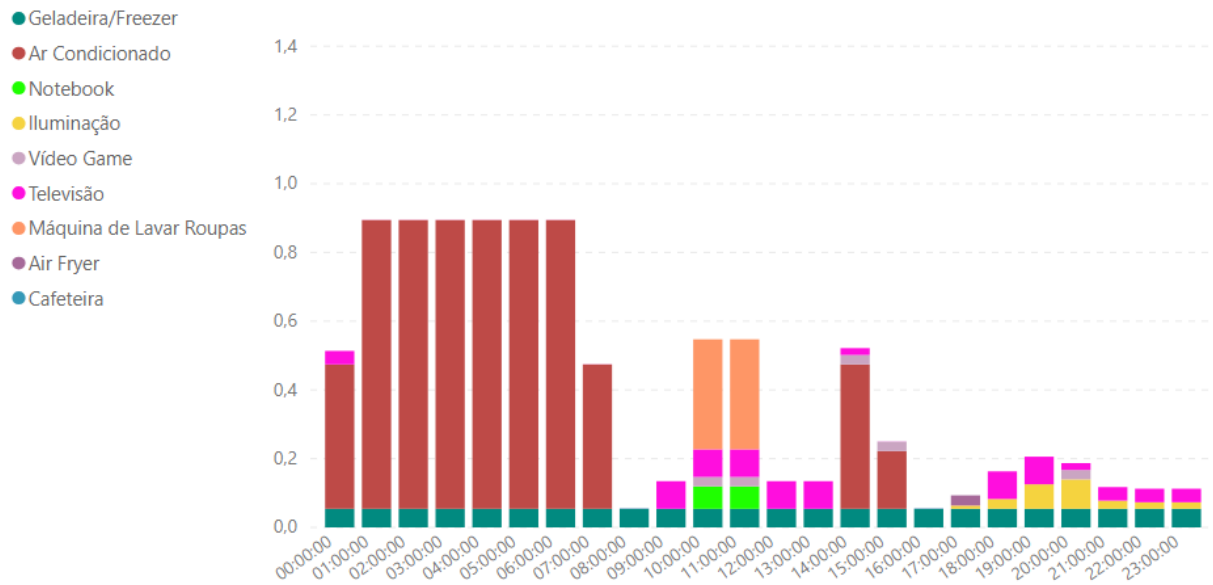
no horário da tarde, devido aos afazeres da mulher e, depois disso, quando a casa está vazia, percebe-se o consumo constante da geladeira até o momento que o homem retorna e o consumo aumenta novamente até o horário em que os dois vão dormir. Esses comportamentos são típicos dos dias úteis da Residência A.

Gráfico 4 – Final de semana - Curva de carga estimada da Residência A: Consumo (kWh) x Hora (h) - Atual



Fonte: Produção da própria autora.

Gráfico 5 – Final de semana - Representação da presença dos eletrodomésticos de maior relevância no consumo diário da Residência A - Atual



Fonte: Produção da própria autora.

Ao observar os Gráficos 4 e 5, percebe-se que, até nos finais de semana, o casal dorme com o ar-condicionado ligado e que se levantam um pouco mais tarde do que nos dias úteis. Como relatado por eles, raramente cozinham nos finais de semana, costumam pedir comida. Caso não haja eventos, o casal costuma ficar em casa durante todo o dia e as atividades são identificadas pelos consumos do notebook, televisão, videogame e máquina de lavar roupas.

A terceira parte dessa análise trata-se, de fato, da análise tarifária da Residência A. A partir dos dados de consumo, por hora, dos dias úteis e finais de semana, calculou-se o valor previsto da fatura, para essa unidade consumidora, considerando os casos desse estudo: modalidade tarifária Convencional sem e com coletor solar e horária Branca com coletor solar, como visto na Tabela 5.

Tabela 5 – Análise tarifária da Residência A: valores estimados das faturas

		Modalidade Tarifária / Coletor Solar				
		Convencional sem coletor	Convencional com coletor	Fora de Ponta	Horária Branca	
Consumo de energia (kWh)	Dias úteis	367,21	257,62	188,54	4,27	14,55
	Final de semana				78,00	
Cálculo da fatura sem tributos (R\$)	Dias úteis	R\$ 193,08	R\$ 135,46	R\$ 82,57	R\$ 2,64	R\$ 14,05
	Final de semana				R\$ 34,16	
					Total da Tarifa Branca (R\$)	R\$ 133,42

Fonte: Produção da própria autora.

A seguir, no Quadro 4, são mostrados os valores das faturas estimadas considerando os tributos.

Quadro 4 – Análise tarifária da Residência A: simulação do valor total das faturas

	Valor total da fatura estimada
Tarifa Convencional sem coletor	R\$ 277,36
Tarifa Convencional com coletor	R\$ 194,58
Tarifa Branca com coletor	R\$ 191,65

Fonte: Produção da própria autora.

Baseando-se no Quadro 4, é possível afirmar que a redução do valor da fatura foi maior no caso de adesão à Tarifa Branca com o coletor solar instalado. A redução, em porcentagem, dos casos de Tarifa Convencional com coletor solar e Tarifa Branca com coletor solar em relação à referência estabelecida, que é a Tarifa Convencional sem coletor solar, encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6 – Análise tarifária da Residência A: redução do valor das faturas comparadas à fatura da Tarifa Convencional sem coletor solar

Redução	Tarifa Convencional com coletor	R\$ 82,77
		29,84%
	Tarifa Branca com coletor	R\$ 85,71
		30,90%

Fonte: Produção da própria autora.

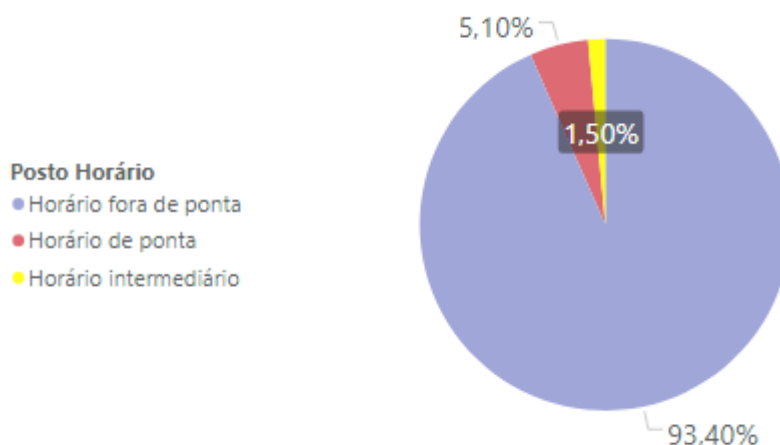
Percebe-se, a partir da Tabela 6, que apenas instalando o coletor solar para aquecimento da água do chuveiro houve uma redução de, aproximadamente, 29,84% na fatura de energia elétrica, significando uma economia de R\$ 993,24 em um ano. Porém, caso a Residência A, além de instalar o coletor solar, também optasse por aderir à modalidade tarifária horária Branca, a redução, em relação à fatura da Tarifa Convencional sem coletor solar, seria na faixa de 30,90%, resultando em uma economia anual em torno de R\$ 1.028,52.

Desta forma, para a Residência A, as duas opções: Tarifa Convencional com coletor e Tarifa Branca com coletor são vantajosas em relação à Tarifa Convencional sem coletor solar. Caso a Residência A, que já tem o coletor solar instalado e é faturado pela Tarifa Convencional, decida por ser faturada pela Tarifa Branca, ainda terá uma redução estimada de 3,5% na fatura, isso se não houver mudanças de hábitos consideráveis no horário de ponta.

Para a quarta e última parte dessa análise tarifária, observa-se que, durante o horário de ponta, os moradores da Residência A utilizam equipamentos essenciais para o conforto, bem-estar e alimentação de pessoas jovens. Como não há o consumo do chuveiro, apresentam-se os impactos do consumo do fogão, fritadeira elétrica, geladeira, televisão e videogame no horário das 18h às 21h, horário no qual apenas o esposo está em casa nos dias úteis. No Gráfico 6,

encontra-se, em porcentagem, o consumo mensal dessa residência, considerando os horários de ponta, intermediário e fora de ponta.

Gráfico 6 – Gráfico do consumo da Residência A de acordo com os postos horários da ANEEL



Fonte: Produção da própria autora.

Como representado no Gráfico 6, em estimativa, 93,40% do consumo mensal da Residência A já estariam situados durante o horário fora de ponta caso houvesse a adesão à Tarifa Branca, e o que é utilizado durante o horário de ponta é para o próprio conforto. O casal da Residência A tem conhecimento com relação ao que é eficiência energética, sobre os equipamentos com menor consumo, conhecem a respeito do que é Tarifa Branca e a sua diferença em relação à Tarifa Convencional e estariam dispostos a mudar os hábitos de consumo para economizar energia elétrica caso a adesão à Tarifa Branca fosse muito mais vantajosa financeiramente, porém, como a diferença é pequena, preferem permanecer na Tarifa Convencional.

A parte final do estudo da Residência A trata-se da análise da viabilidade econômica do investimento no sistema de aquecimento de água por coletor solar. Tem-se as seguintes considerações iniciais para os cálculos no Quadro 5: o investimento inicial (I_0) como sendo o valor de aquisição e instalação do sistema de aquecimento solar; o fluxo de caixa mensal (C_T) sendo a economia média mensal da fatura de energia elétrica a partir da instalação do coletor solar na residência e, nesse caso, aderindo à Tarifa Branca pois foi o cenário de maior economia; o tempo (t) como o período necessário para que o sistema de aquecimento solar perca 20% da

sua eficiência e comece a operar com 80% da mesma; e o TMA, já definido para o estudo, como a taxa de rendimento da poupança.

Quadro 5 – Análise da viabilidade econômica da Residência A: considerações iniciais

Item	Valor
Investimento Inicial (I_0)	R\$ 4.399,00
Redução do consumo mensal (Ct)	R\$ 85,71
Tempo (t)	300 meses
TMA (ao mês)	0,1733%

Fonte: Produção da própria autora.

Na Tabela 7, apresenta-se a tabela base para os cálculos da viabilidade econômica da Residência A.

Tabela 7 – Análise da viabilidade econômica da Residência A: tabela base para cálculos

(continua)

Período	Fluxo	Mês	VPL Poupança	Somatória Payback	Payback realizado?
M1	-R\$ 4.399,00	0			
M2	R\$ 85,71	1	R\$ 85,56	R\$ 85,56	NÃO
M3	R\$ 85,71	2	R\$ 85,41	R\$ 170,98	NÃO
M4	R\$ 85,71	3	R\$ 85,27	R\$ 256,24	NÃO
M5	R\$ 85,71	4	R\$ 85,12	R\$ 341,36	NÃO
M6	R\$ 85,71	5	R\$ 84,97	R\$ 426,33	NÃO
M7	R\$ 85,71	6	R\$ 84,82	R\$ 511,16	NÃO
M8	R\$ 85,71	7	R\$ 84,68	R\$ 595,83	NÃO
M9	R\$ 85,71	8	R\$ 84,53	R\$ 680,36	NÃO
M10	R\$ 85,71	9	R\$ 84,38	R\$ 764,75	NÃO
M11	R\$ 85,71	10	R\$ 84,24	R\$ 848,99	NÃO
M12	R\$ 85,71	11	R\$ 84,09	R\$ 933,08	NÃO
M13	R\$ 85,71	12	R\$ 83,95	R\$ 1.017,03	NÃO
M14	R\$ 85,71	13	R\$ 83,80	R\$ 1.100,83	NÃO
M15	R\$ 85,71	14	R\$ 83,66	R\$ 1.184,49	NÃO
M16	R\$ 85,71	15	R\$ 83,51	R\$ 1.268,00	NÃO
M17	R\$ 85,71	16	R\$ 83,37	R\$ 1.351,37	NÃO
M18	R\$ 85,71	17	R\$ 83,22	R\$ 1.434,59	NÃO
M19	R\$ 85,71	18	R\$ 83,08	R\$ 1.517,67	NÃO
M20	R\$ 85,71	19	R\$ 82,94	R\$ 1.600,61	NÃO

Tabela 7 – Análise da viabilidade econômica da Residência A: tabela base para cálculos
(conclusão)

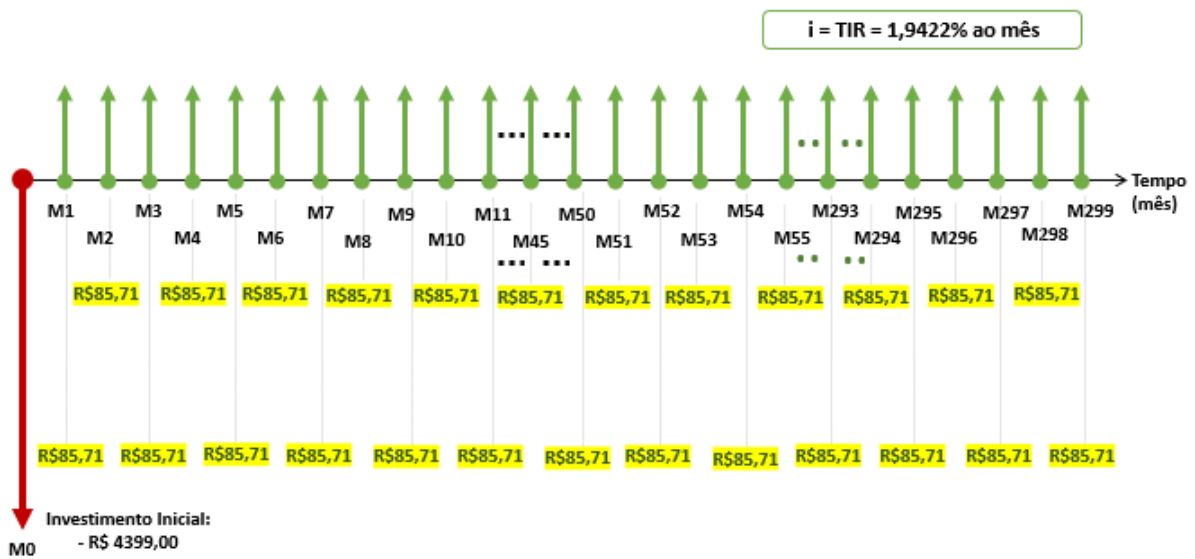
Período	Fluxo	Mês	VPL Poupança	Somatória Payback	Payback realizado?
M21	R\$ 85,71	20	R\$ 82,79	R\$ 1.683,40	NÃO
M22	R\$ 85,71	21	R\$ 82,65	R\$ 1.766,05	NÃO
M23	R\$ 85,71	22	R\$ 82,51	R\$ 1.848,56	NÃO
M24	R\$ 85,71	23	R\$ 82,36	R\$ 1.930,92	NÃO
M25	R\$ 85,71	24	R\$ 82,22	R\$ 2.013,14	NÃO
M26	R\$ 85,71	25	R\$ 82,08	R\$ 2.095,22	NÃO
M27	R\$ 85,71	26	R\$ 81,94	R\$ 2.177,16	NÃO
M28	R\$ 85,71	27	R\$ 81,80	R\$ 2.258,95	NÃO
M29	R\$ 85,71	28	R\$ 81,65	R\$ 2.340,61	NÃO
M30	R\$ 85,71	29	R\$ 81,51	R\$ 2.422,12	NÃO
M31	R\$ 85,71	30	R\$ 81,37	R\$ 2.503,49	NÃO
M32	R\$ 85,71	31	R\$ 81,23	R\$ 2.584,72	NÃO
M33	R\$ 85,71	32	R\$ 81,09	R\$ 2.665,81	NÃO
M34	R\$ 85,71	33	R\$ 80,95	R\$ 2.746,76	NÃO
M35	R\$ 85,71	34	R\$ 80,81	R\$ 2.827,57	NÃO
M36	R\$ 85,71	35	R\$ 80,67	R\$ 2.908,24	NÃO
M37	R\$ 85,71	36	R\$ 80,53	R\$ 2.988,77	NÃO
M38	R\$ 85,71	37	R\$ 80,39	R\$ 3.069,16	NÃO
M39	R\$ 85,71	38	R\$ 80,25	R\$ 3.149,41	NÃO
M40	R\$ 85,71	39	R\$ 80,11	R\$ 3.229,53	NÃO
M41	R\$ 85,71	40	R\$ 79,97	R\$ 3.309,50	NÃO
M42	R\$ 85,71	41	R\$ 79,84	R\$ 3.389,34	NÃO
M43	R\$ 85,71	42	R\$ 79,70	R\$ 3.469,04	NÃO
M44	R\$ 85,71	43	R\$ 79,56	R\$ 3.548,60	NÃO
M45	R\$ 85,71	44	R\$ 79,42	R\$ 3.628,02	NÃO
M46	R\$ 85,71	45	R\$ 79,29	R\$ 3.707,30	NÃO
M47	R\$ 85,71	46	R\$ 79,15	R\$ 3.786,45	NÃO
M48	R\$ 85,71	47	R\$ 79,01	R\$ 3.865,46	NÃO
M49	R\$ 85,71	48	R\$ 78,87	R\$ 3.944,34	NÃO
M50	R\$ 85,71	49	R\$ 78,74	R\$ 4.023,08	NÃO
M51	R\$ 85,71	50	R\$ 78,60	R\$ 4.101,68	NÃO
M52	R\$ 85,71	51	R\$ 78,47	R\$ 4.180,14	NÃO
M53	R\$ 85,71	52	R\$ 78,33	R\$ 4.258,47	NÃO
M54	R\$ 85,71	53	R\$ 78,19	R\$ 4.336,67	NÃO
M55	R\$ 85,71	54	R\$ 78,06	R\$ 4.414,73	SIM

Fonte: Produção da própria autora.

A partir da análise realizada, com o apoio do *software Microsoft Excel*, calculou-se a TIR do projeto. É possível confirmar esse valor através da fórmula, nesse *software*, que considera o

valor do investimento inicial, o valor do retorno mensal e o tempo de vida útil do sistema. Assim, com os valores de fluxos de caixa mensais, pelo período de 300 meses, subtraindo o valor do investimento inicial, de $I_0 = \text{R\$ } 4.399,00$ e sendo $VPL = 0$, como foi definida na equação (3), calculou-se a TIR. Então, a taxa de rendimento desse projeto, a TIR, é de 1,9422% ao mês. O diagrama de fluxo de caixa para se calcular o valor da TIR está representado na Figura 8.

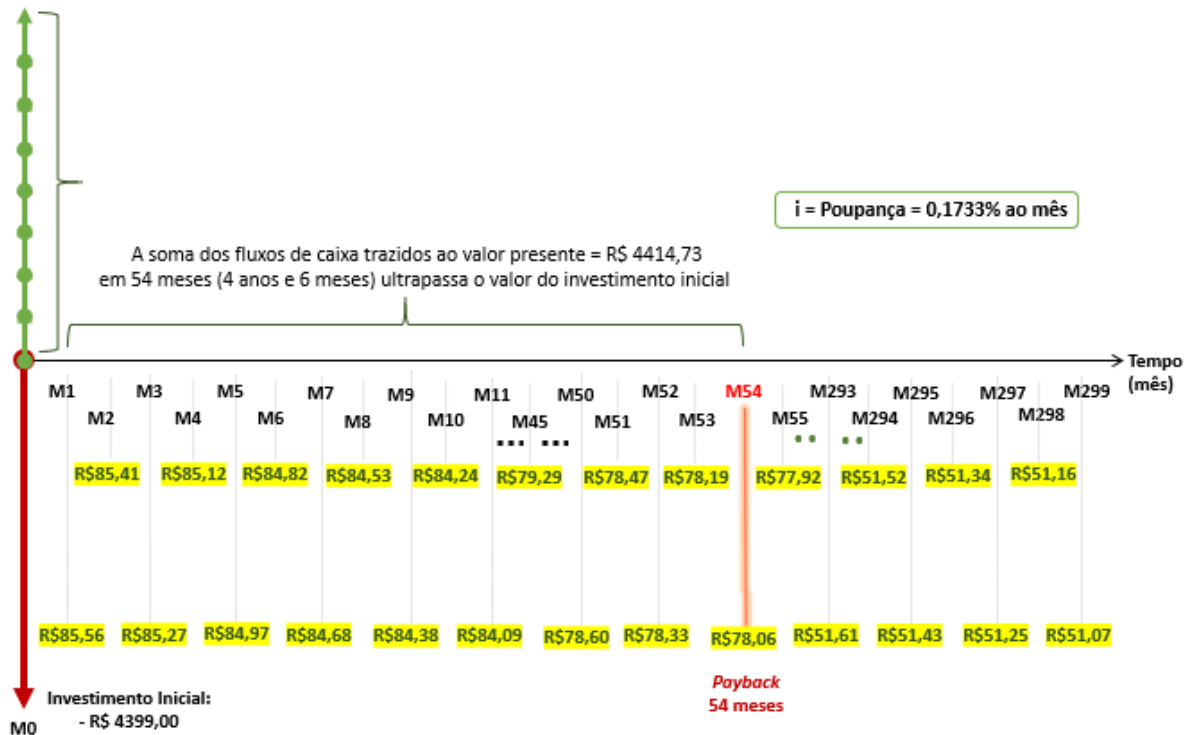
Figura 8 – Análise da viabilidade econômica da Residência A: diagrama de fluxo de caixa para o cálculo da TIR



Fonte: Produção da própria autora.

O *Payback* é igual à quantidade de meses necessários para que a soma das economias, trazidas ao tempo presente (VPL), considerando uma taxa que, nesse estudo, é a TMA, a taxa de rendimento da Poupança, seja igual ao valor inicial investido. No estudo da Residência A, o *Payback* se deu no mês 54, como pode ser observado na Tabela 7. Esse cálculo está representado no diagrama de fluxo de caixa da Figura 9. Assim sendo, conclui-se que o *Payback* desse investimento seria a partir do 54º mês, ou seja, 4 anos e 6 meses depois da data do investimento inicial.

Figura 9 – Análise da viabilidade econômica da Residência A: diagrama de fluxo de caixa para o cálculo do *Payback*



Fonte: Produção da própria autora.

No Quadro 6, encontram-se os valores de TIR (ao mês), TMA (ao mês) e *Payback* (meses e anos) do investimento no sistema de coletor solar da Residência A.

Quadro 6 – Análise da viabilidade econômica da Residência A: resultados do projeto

Ítem	Valor
TIR (ao mês)	1,9422%
TMA (ao mês)	0,1733%
<i>Payback</i> em relação à TMA (meses)	54
<i>Payback</i> em relação à TMA (ano)	4 anos e 6 meses

Fonte: Produção da própria autora.

A partir dos valores de TIR, 1,9422% ao mês, TMA, 0,1733% ao mês e das definições de TMA e TIR das seções 2.2.5 e 2.2.6, conclui-se que devido ao fato da TIR, desse projeto, ser superior à TMA, definida em escopo, o projeto de instalação do sistema de aquecimento de água por coletor solar, na Residência A, é viável e economicamente mais atrativo pois o retorno financeiro é superior ao que se obteria ao aplicar o valor da aquisição do sistema na poupança, alvo desta comparação.

4.3 Residência B

A Residência B é uma casa e está localizada em Serra Dourada II, município de Serra – Espírito Santo. Possui 240 m² de área, se enquadra no subgrupo B1, do grupo B da ANEEL e nela reside, há 25 anos, uma família de 4 pessoas: pai, mãe, filho e filha.

A partir da entrevista de posse de equipamentos e hábitos de uso de aparelhos que consomem energia elétrica, as informações, a seguir, foram coletadas e o Quadro 7 apresenta alguns dados acerca da rotina da família nos dias úteis.

Quadro 7 – Informações de rotina, nos dias úteis, dos moradores da Residência B

	Moradores			
	Pai	Mãe	Filho	Filha
Horário de acordar	05:30h	08h	05:50h	08h
Expediente de trabalho	08h às 17h	13h às 17h	08h às 18h	13h às 21h
Retorno para a residência	17:30h	18h	20h	22h
Horário de dormir	23h	23h	23h	23h

Fonte: Produção da própria autora.

O pai é o primeiro a se levantar e acorda às 05h30min, o filho logo em seguida e ambos saem de casa às 07h. No período da manhã, mãe e filha acordam normalmente às 08h e almoçam em casa. Ambas saem em torno das 12h. O pai retorna para casa às 17h30min, a mãe às 18:00h, o filho, por volta das 20h e a filha às 22h. Aproximadamente às 23h já estão indo dormir. Desse modo, segundo o Quadro 7 e as informações da pesquisa, nos dias úteis, o período das 12h às 17h30min a residência está vazia.

Durante a semana e nos finais de semana, possuem o hábito de deixar algumas lâmpadas da varanda acesas durante toda a madrugada até a primeira pessoa acordar e apagar. Utilizam fritadeira elétrica sem óleo, *notebook* e secador de cabelo diariamente. A televisão da sala fica ligada à noite até o horário de todos irem dormir. O filho, normalmente, utiliza o *notebook* quando está em casa.

No Quadro 8, estão apresentados os dados dos hábitos de finais de semana da família da Residência B.

Quadro 8 – Informações da rotina, nos finais de semana, dos moradores da Residência B

	Moradores			
	Pai	Mãe	Filho	Filha
Horário de acordar	07h	07h	08h	08h
Horário de dormir	23h	23h	00h	00h

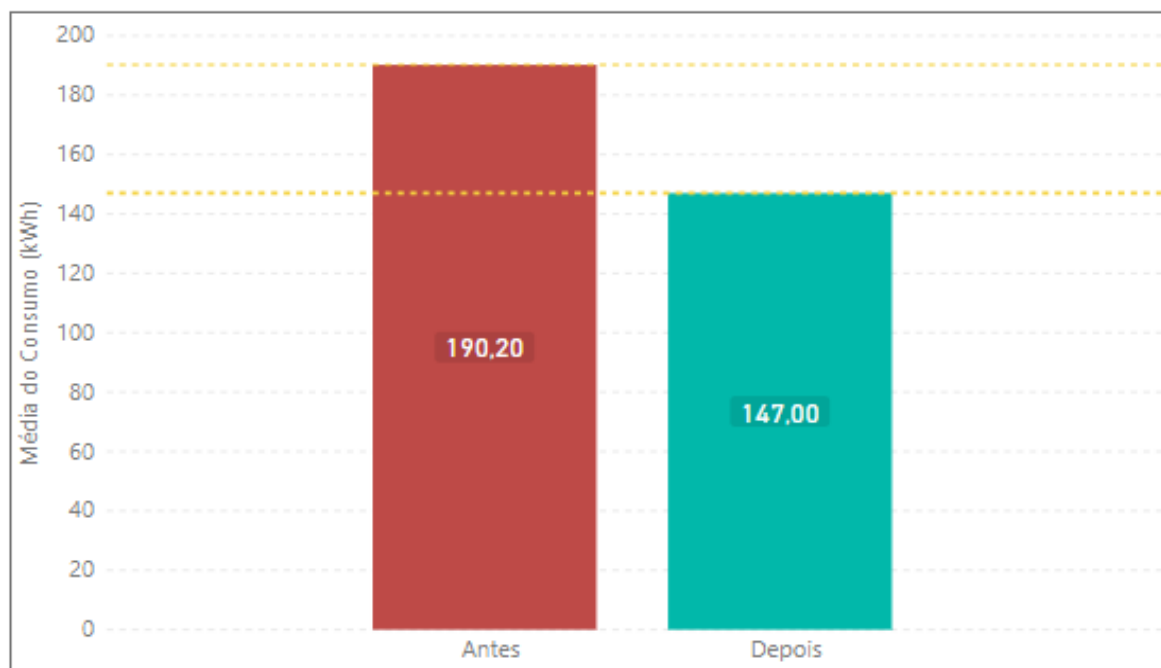
Fonte: Produção da própria autora.

Nos finais de semana, aos sábados, costumam ficar em casa, assistindo à televisão ou jogando videogame e, aos domingos, vão à igreja pela manhã e à noite, e fazem uma refeição logo que chegam em casa.

A família possui ventiladores de mesa em casa, porém não costumam utilizar com muita frequência, tanto é que o uso dos mesmos não foi relatado na pesquisa, pois preferem dormir sempre com as janelas abertas.

Em se tratando dos chuveiros, essa residência possui 2 e, atualmente, ambos ligados ao coletor solar para aquecimento da água. Os chuveiros instalados eram de 3.200 W de potência cada. De junho de 2009 a fevereiro de 2013, o consumo dos chuveiros elétricos era considerado na fatura da energia elétrica e esse período foi o definido como o antes; após essa data, foi instalado o sistema de aquecimento solar para água por coletor solar, consequentemente, define-se o período de março de 2013 a janeiro de 2020 como o depois. Cada morador da Residência B utiliza o chuveiro em torno de 15 minutos por dia, sendo assim, tem-se uma média de uso, diário, de 1 hora do chuveiro. No Gráfico 7, apresenta-se a média de consumo de energia elétrica mensal, em kWh, antes e depois do coletor solar instalado.

Gráfico 7 – Gráfico da média do consumo mensal, em kWh, antes de depois da instalação do coletor solar na Residência B



Fonte: Produção da própria autora.

No Gráfico 7, averiguou-se uma redução de 43,20 kWh, isto é, a média do consumo mensal da Residência B reduziu em torno de 22,71% após a instalação do coletor solar. Como a potência dos 2 chuveiros elétricos era de 3.200 W cada, e com a utilização total de cerca de 1 hora diária, ou seja, 1 hora/dia, tem-se que, em 30 dias, o consumo mensal dos chuveiros era de, aproximadamente, 96 kWh.

Esperava-se que, após a instalação do coletor solar em fevereiro de 2013, a redução da média do consumo de antes para o depois fosse de aproximadamente 96 kWh, ou seja, cerca de 50,47% a menos devido aos chuveiros elétricos que foram substituídos pelo aquecimento da água através do coletor solar. Porém, sabe-se que novos equipamentos, que consomem energia elétrica, surgiram e foram adquiridos pelos entrevistados da Residência B, como fritadeira elétrica sem óleo, panela de arroz, prancha de cabelo, secador de cabelo, *notebooks*, o que também impactou no aumento da média do consumo de energia após a instalação do coletor solar. A Tabela 8 apresenta o resumo das informações da primeira parte da análise desse estudo de caso.

Tabela 8 – Resumo da primeira parte da análise tarifária da Residência B

	Antes	Depois
Período	06/2009 a 02/2013	03/2013 a 01/2020
Média do consumo	190,20 kWh	147,00 kWh
Consumo do chuveiro	96 kWh	0 kWh
Redução do consumo	43,20 kWh	
Redução do consumo (%)	22,71%	

Fonte: Produção da própria autora.

Para a segunda parte dessa análise, obtém-se a média do consumo diário, com base nos dados fornecidos pela distribuidora de energia, ao longo de 12 meses (fevereiro de 2019 a janeiro de 2020), considerando a média do consumo mensal e a média dos dias de faturamento. Essa média de consumo diário calculado foi de 5,07 kWh, como apresentado na Tabela 9, considerando os dias úteis e finais de semana.

Tabela 9 – Resumo da primeira parte da análise tarifária da Residência B

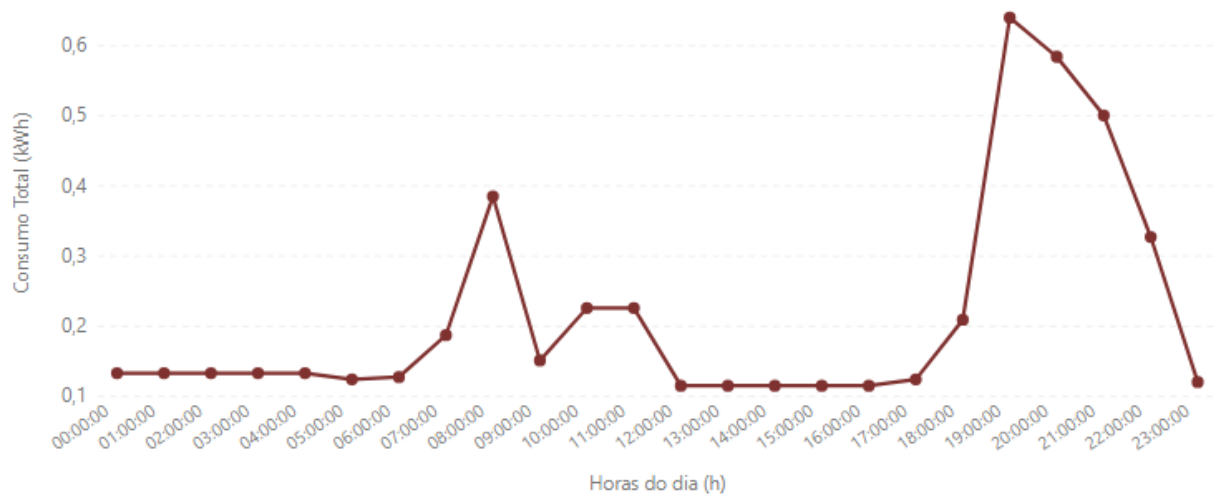
Mês/Ano	Consumo Mensal (kWh/mês)	Nº dias de Faturamento	Consumo Diário (kWh/dia)
jan/20	160	28	5,71
dez/19	152	29	5,24
nov/19	144	28	5,14
out/19	136	28	4,86
set/19	134	28	4,79
ago/19	128	28	4,57
jul/19	126	26	4,85
jun/19	121	28	4,32
mai/19	138	28	4,93
abr/19	148	28	5,29
mar/19	140	28	5
fev/19	172	28	6,14
Média	141,58	27,92	5,07

Fonte: EDP ES (2020b).

Segundo os dados coletados da pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de consumo de energia elétrica, tem-se, como estimativa, 5,17 kWh de média de consumo diário nos dias úteis e 5,26 kWh de média de consumo nos finais de semana. O valor da média do consumo estimado é muito próximo ao valor do consumo pelos dados reais da distribuidora, a diferença de valor é menor que 4% entre eles, o que ratifica o método utilizado nesse estudo.

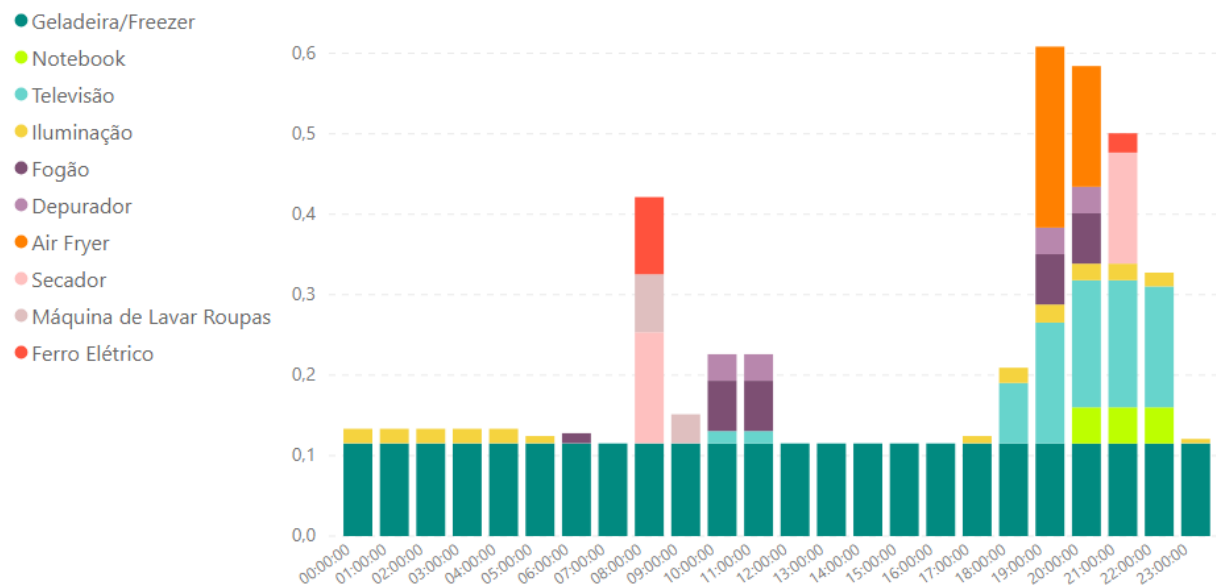
A partir da confirmação dos dados, foi possível traçar as curvas de carga diária estimadas, de 1 em 1 hora, dos dias úteis e final de semana da Residência B, as quais estão apresentadas, respectivamente, nos Gráficos 8 e 10. A presença dos eletrodomésticos de maior relevância, representada por uma cor para cada equipamento e pelo comprimento da barra, em proporção direta ao impacto no consumo diário, encontra-se nos Gráficos 9 e 11, justificada pelos hábitos de consumo dos moradores descritos no início da seção 4.3.

Gráfico 8 – Dia útil – Curva de carga estimada da Residência B: Consumo (kWh) x Hora (h) - Atual



Fonte: Produção da própria autora.

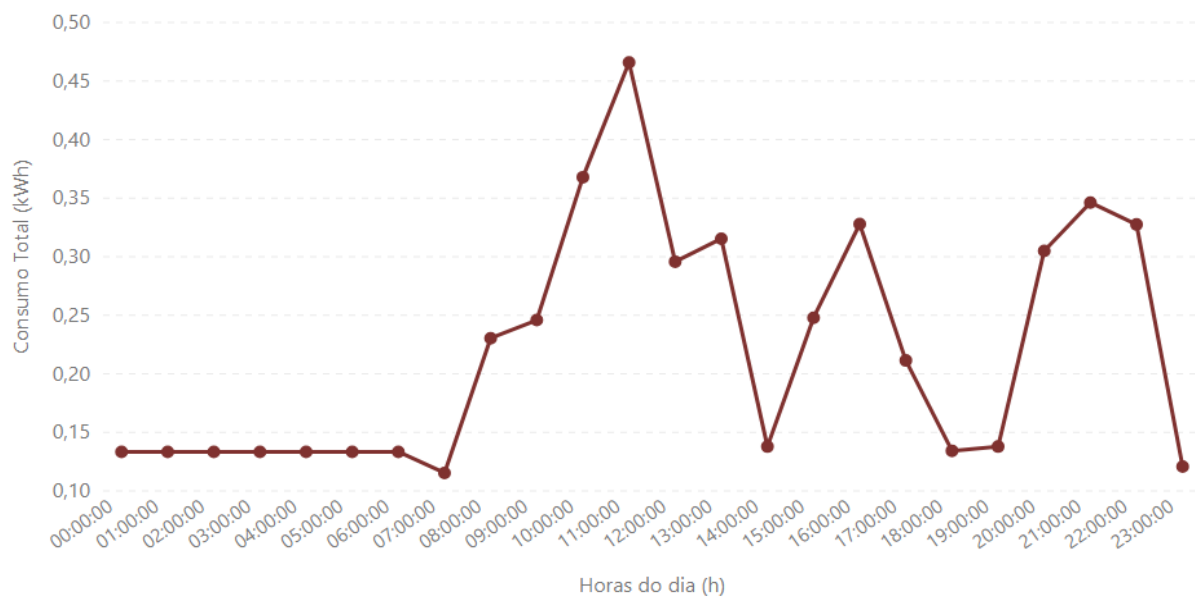
Gráfico 9 – Dia útil – Representação da presença dos eletrodomésticos de maior relevância no consumo diário da Residência B – Atual



Fonte: Produção da própria autora.

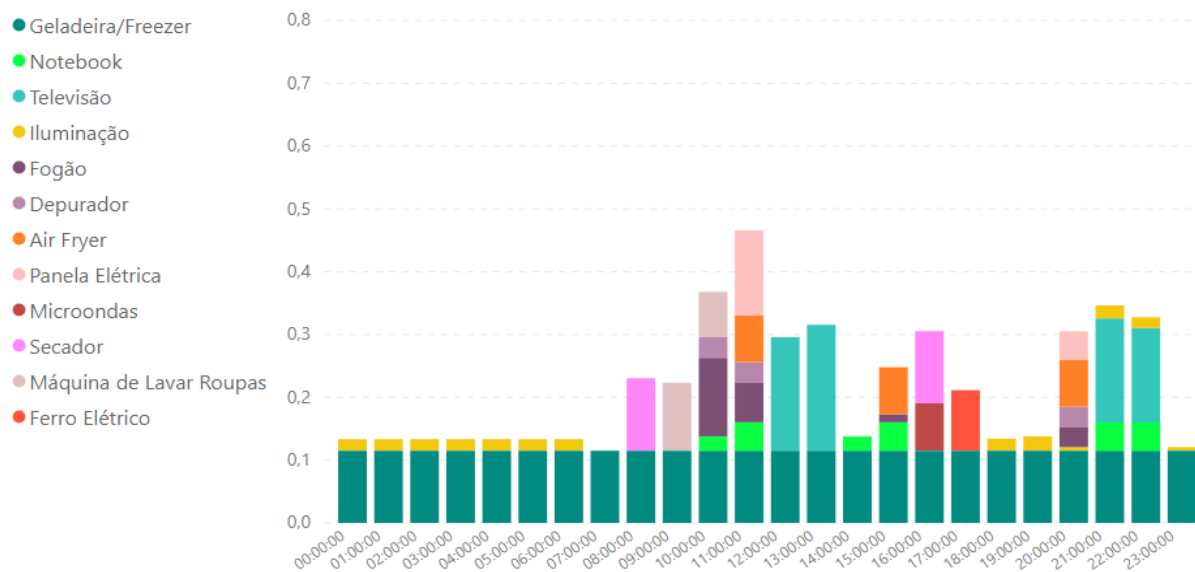
Ao analisar os Gráficos 8 e 9, dos dias úteis, simultaneamente, percebe-se o comportamento semelhante do consumo de energia elétrica durante as horas de um dia. Nota-se que há o aumento do consumo quando o pai e o filho acordam, quando a mãe e a filha acordam e depois almoçam, a queda no consumo no período da tarde quando a casa está vazia e novamente o aumento quando os membros da família retornam e fazem suas atividades até o momento de dormir. Esses comportamentos são típicos dos dias úteis de um mês da Residência B.

Gráfico 10 – Final de semana - Curva de carga estimada da Residência B: Consumo (kWh) x Hora (h) - Atual



Fonte: Produção da própria autora.

Gráfico 11 – Final de semana - Representação da presença dos eletrodomésticos de maior relevância no consumo diário da Residência B – Atual



Fonte: Produção da própria autora.

Ao observar os Gráficos 10 e 11, percebe-se que, em se tratando dos finais de semana, os moradores da Residência B relatam que costumam passar o dia em casa aos sábados, assistindo à televisão, jogando videogame, utilizando o *notebook*, entre outras atividades e, aos domingos, vão à igreja pela manhã e à noite e realizam as refeições em casa.

A terceira parte dessa análise corresponde, de fato, à análise tarifária de Residência B. A partir dos dados de consumo, por hora, dos dias úteis e finais de semana, calculou-se o valor previsto da fatura, para essa unidade consumidora, considerando os casos desse estudo: modalidade Convencional sem e com coletor solar e horária Branca com coletor solar, como apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 – Análise tarifária da Residência B: valores estimados das faturas

		Modalidade Tarifária / Coletor Solar				
		Convencional sem coletor	Convencional com coletor	Horária Branca		
				Fora de Ponta	Intermediário	Ponta
Consumo de energia (kWh)	Dias úteis			68,65	13,75	31,53
	Final de semana	190,20	147,00		42,13	
Cálculo da fatura sem tributos (R\$)	Dias úteis			R\$ 30,06	R\$ 8,51	R\$ 30,44
	Final de semana	R\$ 100,01	R\$ 77,29		R\$ 18,45	
					Total da Tarifa Branca (R\$)	R\$ 87,46

Fonte: Produção da própria autora.

A seguir, no Quadro 9, são mostrados os valores das faturas estimadas considerando os tributos.

Quadro 9 – Análise tarifária da Residência B: simulação do valor total das faturas

	Valor total da fatura estimada
Tarifa Convencional sem coletor	R\$ 143,66
Tarifa Convencional com coletor	R\$ 111,03
Tarifa Branca com coletor	R\$ 125,64

Fonte: Produção da própria autora.

Baseando-se no Quadro 9, é possível afirmar que a redução do valor da fatura foi maior no caso da Tarifa Convencional com o coletor solar instalado. A redução, em porcentagem, dos casos de Tarifa Convencional com coletor solar e Tarifa Branca com coletor solar em relação à referência estabelecida, que é a Tarifa Convencional sem coletor solar, encontra-se na Tabela 11.

Tabela 11 – Análise tarifária da Residência B: redução do valor das faturas comparadas à fatura da Tarifa Convencional sem coletor solar

Redução	Tarifa Convencional com coletor	R\$ 32,63
		22,71%
	Tarifa Branca com coletor	R\$ 18,02
		12,54%

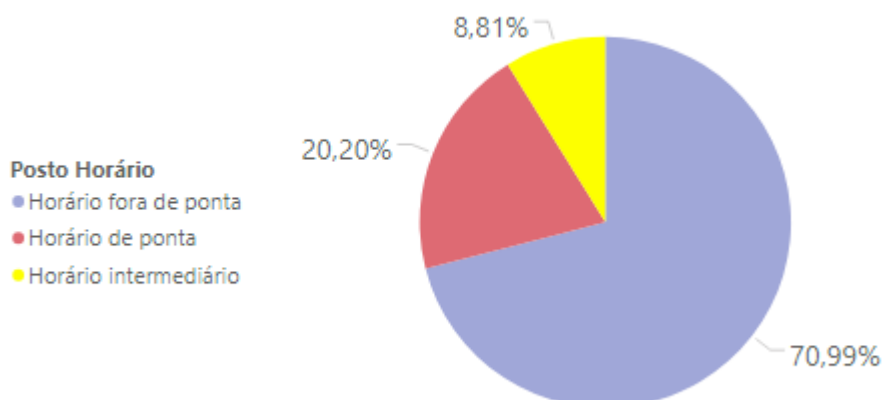
Fonte: Produção da própria autora.

Percebe-se, analisando a Tabela 11, que apenas instalando o coletor solar para aquecimento da água do chuveiro houve uma redução de, aproximadamente, 22,71% na fatura de energia elétrica, significando uma economia de R\$ 391,56 em um ano. Entretanto, caso a Residência B, além de instalar o coletor solar, também aderisse à modalidade tarifária horária Branca, a redução seria de 12,54%, resultando em uma economia anual de R\$ 216,24.

Desta maneira, para a Residência B, as duas opções são vantajosas em relação à Tarifa Convencional sem coletor solar. Porém, a economia da opção de permanecer na Tarifa Convencional utilizando o coletor solar é maior, cerca de 44,77%, do que se também aderissem à Tarifa Branca, isso se não houver mudanças de hábitos consideráveis no horário de ponta.

Para a quarta e última parte dessa análise tarifária, observa-se que, durante o horário de ponta, os moradores da Residência B costumam utilizar equipamentos para o conforto, bem-estar e alimentação de uma família. Não há o consumo do chuveiro e apresenta-se o impacto do consumo da fritadeira elétrica, do fogão, depurador e televisão. Certos dias há o consumo do secador de cabelo e ferro elétrico no horário definido como o de ponta. No Gráfico 12, encontra-se, em porcentagem, o consumo mensal dessa unidade consumidora, considerando os horários de ponta, intermediário e fora de ponta.

Gráfico 12 – Gráfico do consumo da Residência B de acordo com os postos horários da ANEEL



Fonte: Produção da própria autora.

Como representado no Gráfico 12, em estimativa, 70,99% do consumo mensal da Residência B está no horário fora de ponta. Caso houvesse adesão à Tarifa Branca, 20,20% do consumo mensal estaria no horário de ponta, um valor considerável, o que é refletido no valor final da fatura. Como citado, o horário do uso do secador de cabelo e do ferro elétrico, que não acontece diariamente, poderia ser remanejado para um horário fora de ponta, o que poderia tirar o conforto de algum tempo de sono para executar essas atividades. No mais, o consumo de energia elétrica no horário de ponta da Residência B refere-se aos equipamentos para o bem-estar e alimentação dos moradores, que possuem o conhecimento do que é Tarifa Branca e o que é eficiência energética, mas só estariam dispostos a mudar os hábitos caso a economia fosse bem significativa.

A parte final do estudo da Residência B diz respeito à análise da viabilidade econômica do investimento no sistema de aquecimento de água por coletor solar. As considerações iniciais para os cálculos encontram-se no Quadro 10. Ressalta-se que, nesse caso, o fluxo de caixa mensal (C_T) corresponde à economia média mensal da fatura de energia elétrica a partir da instalação do coletor solar e permanecendo na Tarifa Convencional, pois foi o cenário de mais economia.

Quadro 10 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: considerações iniciais

Item	Valor
Investimento Inicial (I_0)	R\$ 4.399,00
Redução do consumo mensal (Ct)	R\$ 32,63
Tempo (t)	300 meses
TMA (ao mês)	0,1733%

Fonte: Produção da própria autora.

Na Tabela 12, apresenta-se a tabela base para os cálculos da viabilidade econômica da Residência B.

Tabela 12 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: tabela base para cálculos

(continua)

Período	Fluxo	Mês	VPL Poupança	Somatória Payback	Payback realizado?
M1	-R\$ 4.399,00	0			
M2	R\$ 32,63	1	R\$ 32,57	R\$ 32,57	NÃO
M3	R\$ 32,63	2	R\$ 32,52	R\$ 65,09	NÃO
M4	R\$ 32,63	3	R\$ 32,46	R\$ 97,55	NÃO
M5	R\$ 32,63	4	R\$ 32,40	R\$ 129,96	NÃO
M6	R\$ 32,63	5	R\$ 32,35	R\$ 162,31	NÃO
M7	R\$ 32,63	6	R\$ 32,29	R\$ 194,60	NÃO
M8	R\$ 32,63	7	R\$ 32,24	R\$ 226,83	NÃO
M9	R\$ 32,63	8	R\$ 32,18	R\$ 259,02	NÃO
M10	R\$ 32,63	9	R\$ 32,13	R\$ 291,14	NÃO
M11	R\$ 32,63	10	R\$ 32,07	R\$ 323,21	NÃO
M12	R\$ 32,63	11	R\$ 32,01	R\$ 355,23	NÃO
M13	R\$ 32,63	12	R\$ 31,96	R\$ 387,18	NÃO
M14	R\$ 32,63	13	R\$ 31,90	R\$ 419,09	NÃO
M15	R\$ 32,63	14	R\$ 31,85	R\$ 450,94	NÃO
M16	R\$ 32,63	15	R\$ 31,79	R\$ 482,73	NÃO
M17	R\$ 32,63	16	R\$ 31,74	R\$ 514,47	NÃO
M18	R\$ 32,63	17	R\$ 31,68	R\$ 546,15	NÃO
M19	R\$ 32,63	18	R\$ 31,63	R\$ 577,78	NÃO
M20	R\$ 32,63	19	R\$ 31,57	R\$ 609,36	NÃO

Tabela 12 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: tabela base para cálculos

(continuação)

Período	Fluxo	Mês	VPL Poupança	Somatória Payback	Payback realizado?
M21	R\$ 32,63	20	R\$ 31,52	R\$ 640,87	NÃO
M22	R\$ 32,63	21	R\$ 31,46	R\$ 672,34	NÃO
M23	R\$ 32,63	22	R\$ 31,41	R\$ 703,75	NÃO
M24	R\$ 32,63	23	R\$ 31,36	R\$ 735,11	NÃO
M25	R\$ 32,63	24	R\$ 31,30	R\$ 766,41	NÃO
M26	R\$ 32,63	25	R\$ 31,25	R\$ 797,66	NÃO
M27	R\$ 32,63	26	R\$ 31,19	R\$ 828,85	NÃO
M28	R\$ 32,63	27	R\$ 31,14	R\$ 859,99	NÃO
M29	R\$ 32,63	28	R\$ 31,09	R\$ 891,07	NÃO
M30	R\$ 32,63	29	R\$ 31,03	R\$ 922,11	NÃO
M31	R\$ 32,63	30	R\$ 30,98	R\$ 953,08	NÃO
M32	R\$ 32,63	31	R\$ 30,92	R\$ 984,01	NÃO
M33	R\$ 32,63	32	R\$ 30,87	R\$ 1.014,88	NÃO
M34	R\$ 32,63	33	R\$ 30,82	R\$ 1.045,70	NÃO
M35	R\$ 32,63	34	R\$ 30,76	R\$ 1.076,46	NÃO
M36	R\$ 32,63	35	R\$ 30,71	R\$ 1.107,17	NÃO
M37	R\$ 32,63	36	R\$ 30,66	R\$ 1.137,83	NÃO
M38	R\$ 32,63	37	R\$ 30,61	R\$ 1.168,44	NÃO
M39	R\$ 32,63	38	R\$ 30,55	R\$ 1.198,99	NÃO
M40	R\$ 32,63	39	R\$ 30,50	R\$ 1.229,49	NÃO
M41	R\$ 32,63	40	R\$ 30,45	R\$ 1.259,94	NÃO
M42	R\$ 32,63	41	R\$ 30,39	R\$ 1.290,33	NÃO
M43	R\$ 32,63	42	R\$ 30,34	R\$ 1.320,67	NÃO
M44	R\$ 32,63	43	R\$ 30,29	R\$ 1.350,96	NÃO
M45	R\$ 32,63	44	R\$ 30,24	R\$ 1.381,20	NÃO
M46	R\$ 32,63	45	R\$ 30,18	R\$ 1.411,38	NÃO
M47	R\$ 32,63	46	R\$ 30,13	R\$ 1.441,51	NÃO
M48	R\$ 32,63	47	R\$ 30,08	R\$ 1.471,59	NÃO
M49	R\$ 32,63	48	R\$ 30,03	R\$ 1.501,62	NÃO
M50	R\$ 32,63	49	R\$ 29,98	R\$ 1.531,59	NÃO

Tabela 12 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: tabela base para cálculos

(continuação)

Período	Fluxo	Mês	VPL Poupança	Somatória Payback	Payback realizado?
M51	R\$ 32,63	50	R\$ 29,92	R\$ 1.561,52	NÃO
M52	R\$ 32,63	51	R\$ 29,87	R\$ 1.591,39	NÃO
M53	R\$ 32,63	52	R\$ 29,82	R\$ 1.621,21	NÃO
M54	R\$ 32,63	53	R\$ 29,77	R\$ 1.650,98	NÃO
M55	R\$ 32,63	54	R\$ 29,72	R\$ 1.680,70	NÃO
M56	R\$ 32,63	55	R\$ 29,67	R\$ 1.710,36	NÃO
M57	R\$ 32,63	56	R\$ 29,61	R\$ 1.739,98	NÃO
M58	R\$ 32,63	57	R\$ 29,56	R\$ 1.769,54	NÃO
M59	R\$ 32,63	58	R\$ 29,51	R\$ 1.799,05	NÃO
M60	R\$ 32,63	59	R\$ 29,46	R\$ 1.828,51	NÃO
M61	R\$ 32,63	60	R\$ 29,41	R\$ 1.857,92	NÃO
M62	R\$ 32,63	61	R\$ 29,36	R\$ 1.887,28	NÃO
M63	R\$ 32,63	62	R\$ 29,31	R\$ 1.916,59	NÃO
M64	R\$ 32,63	63	R\$ 29,26	R\$ 1.945,85	NÃO
M65	R\$ 32,63	64	R\$ 29,21	R\$ 1.975,06	NÃO
M66	R\$ 32,63	65	R\$ 29,16	R\$ 2.004,21	NÃO
M67	R\$ 32,63	66	R\$ 29,11	R\$ 2.033,32	NÃO
M68	R\$ 32,63	67	R\$ 29,06	R\$ 2.062,38	NÃO
M69	R\$ 32,63	68	R\$ 29,01	R\$ 2.091,38	NÃO
M70	R\$ 32,63	69	R\$ 28,96	R\$ 2.120,34	NÃO
M71	R\$ 32,63	70	R\$ 28,91	R\$ 2.149,24	NÃO
M72	R\$ 32,63	71	R\$ 28,86	R\$ 2.178,10	NÃO
M73	R\$ 32,63	72	R\$ 28,81	R\$ 2.206,90	NÃO
M74	R\$ 32,63	73	R\$ 28,76	R\$ 2.235,66	NÃO
M75	R\$ 32,63	74	R\$ 28,71	R\$ 2.264,37	NÃO
M76	R\$ 32,63	75	R\$ 28,66	R\$ 2.293,02	NÃO
M77	R\$ 32,63	76	R\$ 28,61	R\$ 2.321,63	NÃO
M78	R\$ 32,63	77	R\$ 28,56	R\$ 2.350,19	NÃO
M79	R\$ 32,63	78	R\$ 28,51	R\$ 2.378,69	NÃO
M80	R\$ 32,63	79	R\$ 28,46	R\$ 2.407,15	NÃO
M81	R\$ 32,63	80	R\$ 28,41	R\$ 2.435,56	NÃO
M82	R\$ 32,63	81	R\$ 28,36	R\$ 2.463,92	NÃO
M83	R\$ 32,63	82	R\$ 28,31	R\$ 2.492,23	NÃO
M84	R\$ 32,63	83	R\$ 28,26	R\$ 2.520,49	NÃO
M85	R\$ 32,63	84	R\$ 28,21	R\$ 2.548,71	NÃO
M86	R\$ 32,63	85	R\$ 28,16	R\$ 2.576,87	NÃO
M87	R\$ 32,63	86	R\$ 28,12	R\$ 2.604,99	NÃO
M88	R\$ 32,63	87	R\$ 28,07	R\$ 2.633,05	NÃO
M89	R\$ 32,63	88	R\$ 28,02	R\$ 2.661,07	NÃO
M90	R\$ 32,63	89	R\$ 27,97	R\$ 2.689,04	NÃO

Tabela 12 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: tabela base para cálculos

(continuação)

Período	Fluxo	Mês	VPL Poupança	Somatória Payback	Payback realizado?
M91	R\$ 32,63	90	R\$ 27,92	R\$ 2.716,96	NÃO
M92	R\$ 32,63	91	R\$ 27,87	R\$ 2.744,84	NÃO
M93	R\$ 32,63	92	R\$ 27,82	R\$ 2.772,66	NÃO
M94	R\$ 32,63	93	R\$ 27,78	R\$ 2.800,44	NÃO
M95	R\$ 32,63	94	R\$ 27,73	R\$ 2.828,17	NÃO
M96	R\$ 32,63	95	R\$ 27,68	R\$ 2.855,85	NÃO
M97	R\$ 32,63	96	R\$ 27,63	R\$ 2.883,48	NÃO
M98	R\$ 32,63	97	R\$ 27,59	R\$ 2.911,07	NÃO
M99	R\$ 32,63	98	R\$ 27,54	R\$ 2.938,60	NÃO
M100	R\$ 32,63	99	R\$ 27,49	R\$ 2.966,09	NÃO
M101	R\$ 32,63	100	R\$ 27,44	R\$ 2.993,54	NÃO
M102	R\$ 32,63	101	R\$ 27,39	R\$ 3.020,93	NÃO
M103	R\$ 32,63	102	R\$ 27,35	R\$ 3.048,28	NÃO
M104	R\$ 32,63	103	R\$ 27,30	R\$ 3.075,58	NÃO
M105	R\$ 32,63	104	R\$ 27,25	R\$ 3.102,83	NÃO
M106	R\$ 32,63	105	R\$ 27,21	R\$ 3.130,04	NÃO
M107	R\$ 32,63	106	R\$ 27,16	R\$ 3.157,19	NÃO
M108	R\$ 32,63	107	R\$ 27,11	R\$ 3.184,31	NÃO
M109	R\$ 32,63	108	R\$ 27,06	R\$ 3.211,37	NÃO
M110	R\$ 32,63	109	R\$ 27,02	R\$ 3.238,39	NÃO
M111	R\$ 32,63	110	R\$ 26,97	R\$ 3.265,36	NÃO
M112	R\$ 32,63	111	R\$ 26,92	R\$ 3.292,28	NÃO
M113	R\$ 32,63	112	R\$ 26,88	R\$ 3.319,16	NÃO
M114	R\$ 32,63	113	R\$ 26,83	R\$ 3.345,99	NÃO
M115	R\$ 32,63	114	R\$ 26,78	R\$ 3.372,78	NÃO
M116	R\$ 32,63	115	R\$ 26,74	R\$ 3.399,52	NÃO
M117	R\$ 32,63	116	R\$ 26,69	R\$ 3.426,21	NÃO
M118	R\$ 32,63	117	R\$ 26,65	R\$ 3.452,86	NÃO
M119	R\$ 32,63	118	R\$ 26,60	R\$ 3.479,46	NÃO
M120	R\$ 32,63	119	R\$ 26,55	R\$ 3.506,01	NÃO
M121	R\$ 32,63	120	R\$ 26,51	R\$ 3.532,52	NÃO
M122	R\$ 32,63	121	R\$ 26,46	R\$ 3.558,98	NÃO
M123	R\$ 32,63	122	R\$ 26,42	R\$ 3.585,40	NÃO
M124	R\$ 32,63	123	R\$ 26,37	R\$ 3.611,77	NÃO
M125	R\$ 32,63	124	R\$ 26,33	R\$ 3.638,09	NÃO
M126	R\$ 32,63	125	R\$ 26,28	R\$ 3.664,37	NÃO
M127	R\$ 32,63	126	R\$ 26,23	R\$ 3.690,61	NÃO
M128	R\$ 32,63	127	R\$ 26,19	R\$ 3.716,80	NÃO
M129	R\$ 32,63	128	R\$ 26,14	R\$ 3.742,94	NÃO
M130	R\$ 32,63	129	R\$ 26,10	R\$ 3.769,04	NÃO

Tabela 12 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: tabela base para cálculos

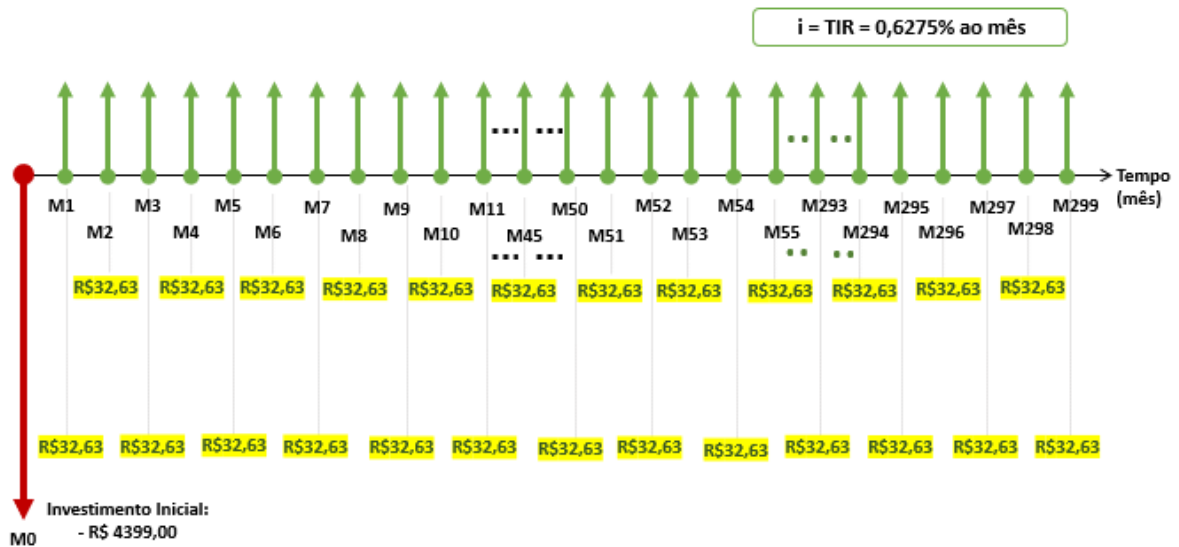
(conclusão)

Período	Fluxo	Mês	VPL Poupança	Somatória Payback	Payback realizado?
M131	R\$ 32,63	130	R\$ 26,05	R\$ 3.795,09	NÃO
M132	R\$ 32,63	131	R\$ 26,01	R\$ 3.821,10	NÃO
M133	R\$ 32,63	132	R\$ 25,96	R\$ 3.847,06	NÃO
M134	R\$ 32,63	133	R\$ 25,92	R\$ 3.872,98	NÃO
M135	R\$ 32,63	134	R\$ 25,87	R\$ 3.898,85	NÃO
M136	R\$ 32,63	135	R\$ 25,83	R\$ 3.924,68	NÃO
M137	R\$ 32,63	136	R\$ 25,78	R\$ 3.950,47	NÃO
M138	R\$ 32,63	137	R\$ 25,74	R\$ 3.976,20	NÃO
M139	R\$ 32,63	138	R\$ 25,69	R\$ 4.001,90	NÃO
M140	R\$ 32,63	139	R\$ 25,65	R\$ 4.027,55	NÃO
M141	R\$ 32,63	140	R\$ 25,61	R\$ 4.053,16	NÃO
M142	R\$ 32,63	141	R\$ 25,56	R\$ 4.078,72	NÃO
M143	R\$ 32,63	142	R\$ 25,52	R\$ 4.104,23	NÃO
M144	R\$ 32,63	143	R\$ 25,47	R\$ 4.129,71	NÃO
M145	R\$ 32,63	144	R\$ 25,43	R\$ 4.155,14	NÃO
M146	R\$ 32,63	145	R\$ 25,39	R\$ 4.180,52	NÃO
M147	R\$ 32,63	146	R\$ 25,34	R\$ 4.205,86	NÃO
M148	R\$ 32,63	147	R\$ 25,30	R\$ 4.231,16	NÃO
M149	R\$ 32,63	148	R\$ 25,25	R\$ 4.256,41	NÃO
M150	R\$ 32,63	149	R\$ 25,21	R\$ 4.281,62	NÃO
M151	R\$ 32,63	150	R\$ 25,17	R\$ 4.306,79	NÃO
M152	R\$ 32,63	151	R\$ 25,12	R\$ 4.331,91	NÃO
M153	R\$ 32,63	152	R\$ 25,08	R\$ 4.356,99	NÃO
M154	R\$ 32,63	153	R\$ 25,04	R\$ 4.382,03	NÃO
M155	R\$ 32,63	154	R\$ 24,99	R\$ 4.407,02	SIM

Fonte: Produção da própria autora.

A partir da análise realizada, com o apoio do *software Microsoft Excel*, calculou-se a TIR do projeto. É possível ratificar esse valor pela fórmula, nesse *software*, que considera o valor do investimento inicial, o valor do retorno mensal e o tempo de vida útil do sistema. Então, como foi definida na equação (3), os valores de fluxos de caixa mensais, pelo período de 300 meses, subtraindo o valor do investimento inicial, de $I_0 = R\$ 4.399,00$ e sendo o $VPL = 0$, tem-se que a taxa de rendimento desse projeto, a TIR, é de 0,6275% ao mês. O diagrama de fluxo de caixa para se calcular a TIR está representado na Figura 10.

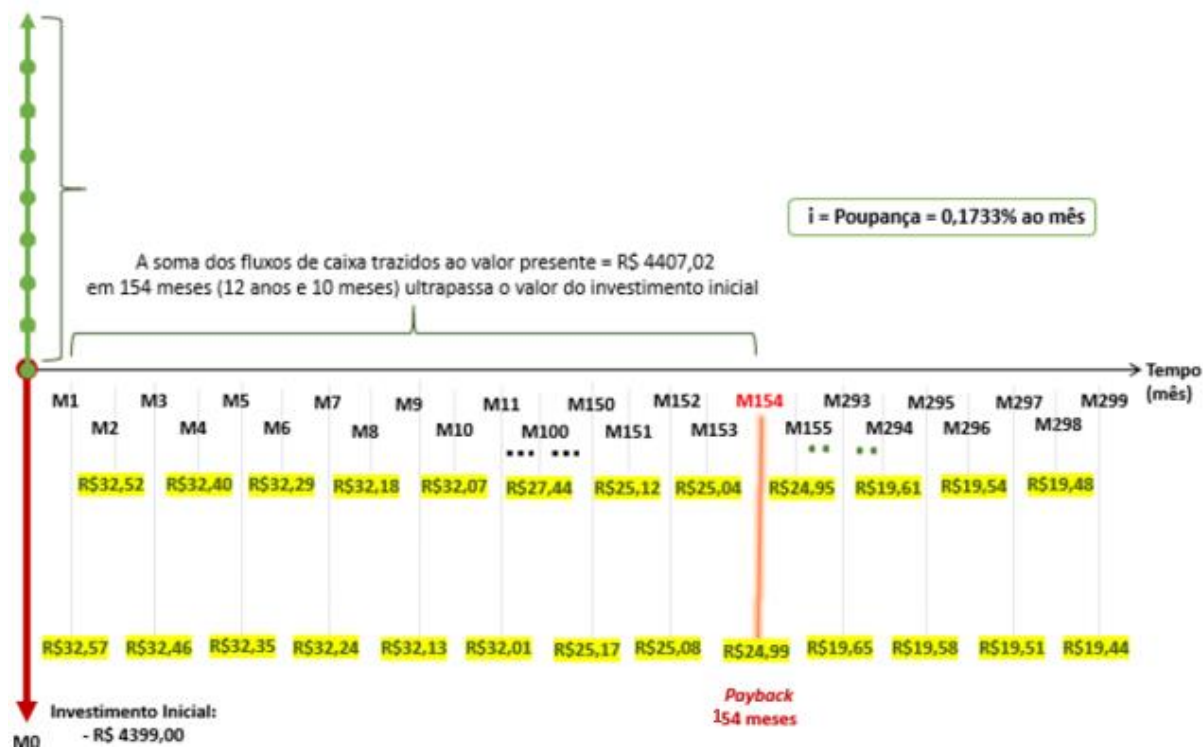
Figura 10 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: diagrama de fluxo de caixa para o cálculo da TIR



Fonte: Produção da própria autora.

O *Payback* é a quantidade de meses necessários para que a soma das economias, trazidas ao tempo presente (VPL), considerando a TMA, que nesse estudo é a taxa de rendimento da Poupança, seja igual ao valor do investimento inicial. No estudo da Residência B, o *Payback* se deu no mês 154, como visto na Tabela 12. Esse cálculo está representado no diagrama de fluxo de caixa da Figura 11. Portanto, conclui-se que o *Payback* desse investimento seria a partir do 154º mês, isto é, 12 anos e 10 meses após a data do investimento inicial.

Figura 11 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: diagrama de fluxo de caixa para o cálculo do *Payback*



Fonte: Produção da própria autora.

O Quadro 11 apresenta os valores de TIR (ao mês), TMA (ao mês) e *Payback* (meses e anos) do investimento no sistema de coletor solar para aquecimento de água da Residência B.

Quadro 11 – Análise da viabilidade econômica da Residência B: resultados do projeto

Item	Valor
TIR (ao mês)	0,6275%
TMA (ao mês)	0,1733%
<i>Payback</i> em relação à TMA (meses)	154
<i>Payback</i> em relação à TMA (ano)	12 anos e 10 meses

Fonte: Produção da própria autora.

A partir dos valores de TIR, 0,6275% ao mês, TMA, 0,1733% ao mês e das definições de TMA e TIR das seções 2.2.5 e 2.2.6, conclui-se que devido ao fato da TIR, desse projeto, ser superior à TMA, definida em escopo, o projeto de instalação do sistema de aquecimento de água por coletor solar, na Residência B, é viável e economicamente mais atrativo pois o retorno financeiro é superior ao que se obteria se aplicasse o valor da aquisição do sistema na Poupança, alvo da comparação desse estudo. Vale ressaltar que o valor da TIR, da Residência B, foi prejudicado pois, devido à economia, foram adquiridos outros equipamentos elétricos, lançados

no mercado, o que levou a aumentar o consumo de energia e, com isso, a taxa do projeto da Residência B não é tão elevada quanto à da Residência A, podendo dar uma falsa sensação de que a taxa do projeto é ruim, mas não é, continua sendo maior que a TMA definida.

4.4 Resumo dos Resultados

Para uma melhor visualização dos cálculos das análises realizadas nos estudos de caso nas Seções 4.2 e 4.3, deste trabalho, apresentam-se os Quadros 12 e 13 a seguir. No Quadro 12 é possível observar os resultados referentes à análise tarifária das Residência A e B e a melhor opção de modalidade tarifária para cada caso e, no Quadro 13, a porcentagem do consumo das residências por posto tarifário. O Quadro 14 apresenta os resultados relacionados à análise econômica do investimento das Residências A e B.

Quadro 12 – Resumo comparativo dos itens analisados para a Análise Tarifária das Residências A e B

Análise Tarifária - itens analisados	Residência A	Residência B
Valor estimado da fatura considerando a Tarifa Convencional sem coletor	R\$ 277,36	R\$ 143,66
Valor estimado da fatura considerando a Tarifa Convencional com coletor	R\$ 194,58	R\$ 111,03
Valor estimado da fatura considerando a Tarifa Branca com coletor	R\$ 191,65	R\$ 125,64
Redução – Valor estimado da fatura considerando a Tarifa Convencional com coletor (R\$)	R\$ 82,77	R\$ 32,63
Redução – Valor estimado da fatura considerando a Tarifa Branca com coletor (R\$)	R\$ 85,71	R\$ 18,02
Redução - Valor estimado da fatura considerando a Tarifa Convencional com coletor (%)	29,84%	22,71%
Redução - Valor estimado da fatura considerando a Tarifa Branca com coletor (%)	30,90%	12,54%
Consumo mensal no horário de ponta (%)	5,10%	20,20%
Melhor opção de modalidade tarifária	Horária Branca com coletor solar	Convencional com coletor solar

Fonte: Produção da própria autora.

Quadro 13 – Resumo comparativo da porcentagem do consumo das Residências A e B de acordo com os postos tarifários

Postos Tarifários	Residência A	Residência B
Horário de Ponta	5,10%	20,20%
Horário Intermediário	1,50%	8,81%
Horário Fora de Ponta	93,40%	70,99%

Fonte: Produção da própria autora.

Quadro 14 – Resumo comparativo dos itens analisados para a Análise Econômica das Residências A e B

Análise Econômica - itens analisados	Residência A	Residência B
Investimento Inicial (<i>I₀</i>)	R\$ 4.399,00	R\$ 4.399,00
Fluxo de caixa mensal (<i>C_t</i>)	R\$ 85,71	R\$ 32,63
Tempo (<i>t</i>)	300 meses	300 meses
TMA (ao mês)	0,1733%	0,1733%
TIR (ao mês)	1,9422%	0,6275%
<i>Payback</i> em relação à TMA (meses)	54	154
<i>Payback</i> em relação à TMA (ano)	4 anos e 6 meses	12 anos e 10 meses

Fonte: Produção da própria autora.

Comparando-se os resultados dos dois estudos de caso, nota-se que, para a Residência B, permanecer na Tarifa Convencional é mais vantajoso e isso pode ser atrelado ao fato de que 29,01% do seu consumo mensal, como visto no Quadro 13, encontra-se no horário de ponta e intermediário, horários com o valor da tarifa mais elevado, enquanto que na Residência A, somente 6,60% do consumo mensal corresponde a esses horários.

Para a Residência A, a qual 93,40% do consumo mensal situa-se no horário fora de ponta, aderir à Tarifa Branca juntamente com a utilização do coletor solar é a opção de maior economia. Nota-se, porém, que a diferença de valor da fatura mensal com a Tarifa Convencional em relação à fatura com a Tarifa Branca é pequena, apenas R\$ 2,94, mesmo com uma alta porcentagem de consumo no horário fora de ponta. Isso acontece pois, para a distribuidora EDP ES, na Resolução Homologatória nº 2.589, o valor da Tarifa Branca no horário fora de ponta (R\$ 0,43794) é apenas 16,71% menor que o valor da Tarifa Convencional (R\$ 0,52581), ou seja, como a diferença é pequena, isso também se reflete no valor final da fatura.

5 CONCLUSÃO

O impacto do consumo de UCs da classe residencial, no sistema elétrico nacional, foi reconhecido pela ANEEL e evidenciou a questão da concentração da demanda em um determinado horário. Visando incentivar o gerenciamento do consumo para o horário fora de ponta, foi proposta, de forma opcional, a nova modalidade tarifária para as UCs do grupo B a modalidade tarifária horária Branca, para que, no horário de ponta, o sistema não opere em sobrecarga.

Neste trabalho, foram realizados os estudos de caso de análise tarifária e econômica das Residências A e B, que já possuíam coletor solar para o aquecimento de água do chuveiro e registros de consumo de antes e depois da instalação desse sistema. Para a aquisição, tratamento dos dados e a estimativa das curvas de carga, desses estudos de caso, utilizou-se da metodologia do trabalho “Análise da viabilidade de adesão da modalidade tarifária horária Branca no setor residencial”, desenvolvida por Stoffel (2017), e dos dados fornecidos pela distribuidora. Desse modo, foi possível realizar as análises tarifária e econômica para indicar a viabilidade, ou não, da adesão à Tarifa Branca considerando o uso do coletor solar, e se investir o valor desse sistema em uma aplicação, como a poupança, seria mais vantajoso.

A partir da metodologia aplicada e dos resultados dos estudos de caso, verificou-se que a Tarifa Branca não se torna uma alternativa atrativa para todas as UCs do grupo B que tem esta opção. Para o consumidor que remanejar seus hábitos de consumo para o horário fora de ponta ou aquele que já possui a maior parte do consumo nesse horário, há o benefício da redução do valor da fatura de energia elétrica, como na Residência A, a qual 93,40% do seu consumo encontra-se no horário fora de ponta, e que reduziria cerca de 31% do valor da fatura mensal caso aderisse à Tarifa Branca em conjunto com a utilização do coletor solar para aquecimento da água do chuveiro.

No caso da Residência A, em que são apenas duas pessoas, o consumo mensal no horário de ponta é de 5,10% do total, e com baixa possibilidade de mudança de hábitos, pois utilizam, nesse período, equipamentos considerados para bem-estar e alimentação. A adesão à Tarifa Branca é viável juntamente com a utilização do coletor solar para aquecimento da água do chuveiro, todavia, a diferença entre a fatura total com a Tarifa Branca e com a Tarifa

Convencional é mínima, cerca de 3,5%, então deve-se analisar o risco de, porventura, consumir mais no horário de ponta e o seu impacto. E, em se tratando da análise econômica, é mais vantajoso o investimento realizado no sistema de aquecimento solar para aquecimento do chuveiro e adesão à Tarifa Branca, com uma TIR de 1,9422% ao mês e um retorno de 4 anos e 6 meses, do que seria se investisse esse mesmo valor na poupança por esse mesmo período.

Para a Residência B, uma família de quatro pessoas, consumo mensal no horário de ponta e intermediário considerável, em torno de 29,01%, e pouca possibilidade de mudança de hábitos, por serem considerados essenciais e mínimos para o bem-estar e alimentação da família, a permanência na Tarifa Convencional com a utilização do coletor solar é a opção mais vantajosa. Essa opção é cerca de 44,77% mais econômico quando comparada à fatura com a Tarifa Branca. Observa-se que, após a análise econômica desse caso, também é mais vantajoso o investimento no sistema de aquecimento solar para aquecimento do chuveiro, só que permanecendo na Tarifa Convencional, com uma TIR de 0,6275% e retorno em 12 anos e 10 meses, do que seria se o investimento, desse mesmo valor, tivesse sido aportado na poupança. É válido ressaltar que, devido à economia no valor da fatura, novos equipamentos elétricos foram adquiridos pela Residência B, o que fez aumentar o consumo de energia elétrica ao longo do tempo e, com isso, a taxa do projeto, TIR, é reduzida quando comparada à TIR da Residência A, dando uma falsa sensação de que a taxa do projeto é ruim, mas não é, continua sendo maior que a TMA definida.

Como a adesão à Tarifa Branca é opcional, a adesão de forma consciente é muito importante. Para que essa opção seja vantajosa, a maior parte do consumo deve estar no horário fora de ponta do sistema, o que pode requerer algumas mudanças de hábitos na rotina e causar um desconforto por parte de alguns consumidores, além do possível investimento inicial, para a instalação de uma geração distribuída, por exemplo.

Como sugestão para futuros trabalhos, propõe-se esse estudo de caso para os demais cliente do grupo B da ANEEL, como as UCs que funcionam como restaurantes, lojas, pequenas indústrias e hotéis, assim como para as UCs considerando a instalação de unidades de GD, como a energia fotovoltaica ou eólica, reduzindo, assim, o consumo de todos os equipamentos no horário de ponta e não apenas o chuveiro elétrico, servindo como base para decisões acerca da adesão ou não à Tarifa Branca. Sugere-se, também, um estudo, com base em análise de dados, para definir a margem de relação entre os valores das tarifas dos horários de ponta, intermediário e fora de

ponta, que pode ser vantajoso a opção de aderir à Tarifa Branca, quando relacionadas ao valor da tarifa única convencional, considerando a variável de quantidade de consumo de energia elétrica durante os horários de ponta, intermediário e fora de ponta do sistema e, também, a localização regional, no Brasil, da unidade consumidora, pois os costumes e hábitos diários são muito diferentes dependendo da região do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. **AP 043/2013 - Regulamentação das disposições comerciais para a aplicação da modalidade tarifária horária branca**. 2013. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2013/043/contribuicao/abradee_ap043_2013.pdf. Acesso em: 02 set. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº 414, de 09 de setembro de 2010. **Definições das Condições de Fornecimento de Energia Elétrica**. Brasília, p. 10-115, 2010.

_____. **Estrutura tarifária para o serviço de distribuição de energia elétrica**. 2011. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/nren2011464.pdf>. Acesso em: 04 set. 2020.

_____. Resolução Normativa nº 502, de 07 de agosto de 2012. **Disposições Relativas aos Sistemas de Medição de Energia Elétrica de Unidades Consumidoras do Grupo B**. Brasília, 2012a.

_____. Resolução Normativa nº 479, de 03 de abril de 2012. **Definições das Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica**. Brasília, p. 2, 2012b.

_____. Resolução Normativa nº 610, de 01 de abril de 2014. **Definições das Modalidades de Pagamento Eletrônico de Energia Elétrica**. Brasília, p. 12, 2014.

_____. Resolução Normativa nº 733, de 06 de setembro de 2016. **Definições de Enquadramento para Aplicação da Modalidade Tarifária Horária Branca**. Brasília, p. 2-3, 2016a.

_____. **ANEEL – Essencial para a energia. Essencial para o Brasil**. 2016b. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/aneel-essencial/-/asset_publisher/c4M6OIOMkLad/content/oque-a-aneel-faz-?inheritRedirect=false. Acesso em: 04 set. 2020.

_____. **ANEEL aprova tarifa Branca, nova opção para os consumidores a partir de 2018**. 2016c. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/aneel-aprova-tarifa-branca-nova-opcao-para-os-consumidores-a-partir-de-2018/656877?inheritRedirect=false. Acesso em: 04 set. 2020

_____. **Entendendo a tarifa**. 2017. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/entendendo-a-tarifa/-/asset_publisher/uQ5pCGhnyj0y/content/revisao-tarifaria/654800?inheritRedirect=false. Acesso em: 04 set. 2020.

_____. Resolução Homologatória nº 2.589, de 06 de agosto de 2019. **Homologa as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à EDP Espírito Santo Distribuição de Energia S.A.**. Brasília, 2019.

_____. **Tarifa Branca**. 2020a. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/tarifa-branca>. Acesso em: 02 set. 2020.

_____. **Tarifa Branca é opção para consumidores em 2020**. 2020b. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/tarifa-branca-e-opcao-para-consumidores-em-2020/656877?inheritRedirect=false. Acesso em: 05 set. 2020.

_____. **Modalidades tarifárias**. 2020c. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/zNaRBjCLDgbE/content/modalidade/654800?inheritRedirect=false. Acesso em: 05 set. 2020.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Remuneração dos Depósitos de Poupança**. 2020. Disponível em: <https://www4.bcb.gov.br/pec/poupanca/poupanca.asp?frame=1>. Acesso em: 10 set. 2020.

BAPTISTA, Danilo Febroni. **Estrutura da tarifa branca de Energia Elétrica no Brasil: Análise crítica e proposição metodológica**. 2016. Dissertação (Mestrado em Metrologia) – Programa de Pós-Graduação em Metrologia para Qualidade e Inovação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

BASSOTO, Lucas. **O que é investimento?**. 2018. Disponível em: <https://cointimes.com.br/o-que-e-investimento/>. Acesso em: 10 set. 2020.

CLUSTER21. **O que são investimentos de baixo e alto risco?**. 2018. Disponível em: <https://medium.com/@blogdacluster21/o-que-s%C3%A3o-investimentos-de-baixo-e-alto-risco-6988efbfe1f>. Acesso em: 10 set. 2020.

CUNHA, Alysso Christian Dias. **Estudo da Tarifa Branca de energia elétrica: análise de viabilidade para unidades consumidoras residenciais**. 2018. Monografia (Pós-Graduação em Gestão de Recursos Hídrico, Ambientais e Energéticos) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

DACHERY, Joiris Manoela. **Entendendo a fatura de energia**. 2020. Disponível em: <https://energes.com.br/fale-energes/entendendo-a-fatura-de-energia/>. Acesso em: 06 set. 2020.

EDP ES. **Tabela de Cálculo PIS/PASEP COFINS**. 2020a. Disponível em: <https://www.edp.com.br/distribuicao-es/saiba-mais/informativos/tabela-de-calculo-pispasep-cofins>. Acesso em: 11 set. 2020.

_____. **Para sua casa**. 2020b. Disponível em: <https://www.edponline.com.br/para-sua-casa/login>. Acesso em: 12 set. 2020.

FERREIRA, Samir de Oliveira; MARANGONI, Filipe; KONOPATZKI, Evandro Andre. **Análise dos Benefícios da Adesão à Tarifa Branca como forma de Gestão Energética Residencial**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza, CE, Brasil. **Anais do XXXV ENEGEP**. Fortaleza: Imprensa da Enegep, 2015. p. 1-20.

FUNDO GARANTIDOR DE CRÉDITOS. **Perguntas e Respostas**. 2017. Disponível em: <https://www.fgc.org.br/garantia-fgc/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 10 set. 2020.

GASTALDELLO, Danilo Sinkiti. **Desenvolvimento de metodologia para previsão de demanda de energia elétrica residencial considerando aspectos socioeconômicos e ferramentas computacionais inteligentes**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

GONÇALVEZ, Thiago. **Taxa Interna de Retorno (TIR): o que é e como calcular?**. 2018. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/taxa-interna-de-retorno>. Acesso em: 11 set. 2020.

INVESTIMENTOS E NOTÍCIAS. **Rendimento da poupança hoje – 10/05/2020**. 2020. Disponível em: <http://www.investimentosenoticias.com.br/poupanca/rendimento-da-poupanca-hoje-10-05-2020>. Acesso em: 10 set. 2020.

JANNUZZI, Gilberto de Martino; RAMOS, Dorel Soares; REZENDE, Maria Rosa; CARVELHO, Claudio Bezerra; CARMEIS, Dean William; LEITE, Álvaro Furtado; SASSI, Paulo Milton; MACHADO, Élio; MALTONI, Saleth; MANHAES, Luís René. *In: PROGRAMA DE P&D DA CPFL/ANEEL: CONVÊNIO UNICAMP-CPFL*, 2002, Campinas. **Relatório Final: Desenvolvimento de Novas Tarifas Horossazonais e Tarifas Especiais para Fornecimentos Interruptíveis de Energia Elétrica**. Campinas: Imprensa Universitária da UNICAMP, 2002.

KISOLTEC. **Aquecimento solar residencial: 4 benefícios para a família**. 2019. Disponível em: <https://blog.kisoltec.com.br/aquecimento-solar-residencial-4-beneficios-para-a-familia/>. Acesso em: 09 set. 2020.

LAMAS, Luiza. **Aquecedor solar: como funciona e por que investir em um?**. 2019. Disponível em: <https://www.promobit.com.br/blog/aquecedor-solar-como-funciona-e-por-que-investir-em-um/>. Acesso em: 09 set. 2020.

LAWSON, André; WEISS, Mariana. **Tarifa Branca: oportunidades em meio a incertezas**. 2018. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna_opiniao-janeiro-2018_-_andre_e_mariana.pdf. Acesso em: 06 set. 2020.

LIMBERGER, Marcos Alexandre Couto. **Estudo da Tarifa Branca para classe residencial pela medição de consumo de energia e de Pesquisas de Posse e Hábitos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Metrologia) – Programa de Pós-Graduação em Metrologia para Qualidade e Inovação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

NETO, Alexandre Assaf. **Matemática Financeira e suas aplicações**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PEDRINI, Renata. **Análise técnico econômica da adoção da tarifa branca em conjunto com a geração distribuída para consumidores de baixa tensão**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2016.

PEDROSA, Rafael Garcia. **Estudo do modelo brasileiro de tarifação do uso de energia elétrica**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

PEDUZZI, Pedro. **Saiba as vantagens e riscos de aderir à Tarifa Branca de energia**. 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-01/saiba-vantagens-e-riscos-de-aderir-tarifa-branca-de-energia>. Acesso em: 30 set. 2020.

PRATES, Wladimir Ribeiro. **O que é TIR (Taxa Interna de Retorno)?**. 2019. Disponível em: <https://www.wrprates.com/o-que-e-tir-taxa-interna-de-retorno/>. Acesso em: 10 set. 2020.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório de Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil**. 2017. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=¶ms=itemID=%7B99EBBA5C-2EA1-4AEC-8AF2-5A751586DAF9%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>. Acesso em: 02 set. 2020.

REIS, Tiago. **Por que fazer uma análise de viabilidade de um negócio é tão importante?**. 2018. Disponível em: <https://www.sunoresearch.com.br/artigos/analise-de-viabilidade/>. Acesso em: 10 set. 2020.

RESEARCH XP. **Rendimento Poupança: tudo sobre rendimentos e como calcular**. 2020. Disponível em: <https://conteudos.xpi.com.br/aprenda-a-investir/relatorios/poupanca/>. Acesso em: 10 set. 2020.

RICO. **Quais são os 3 Tipos de Investimentos Financeiros mais Seguros?**. 2019a. Disponível em: <https://blog.rico.com.vc/tipos-de-investimentos>. Acesso em: 10 set. 2020.

RICO. **Top 6 Investimentos de Baixo Risco – Atualizado**. 2019b. Disponível em: <https://blog.rico.com.vc/investimentos-de-baixo-risco>. Acesso em: 10 set. 2020.

ROCK CONTENT. **O que é Payback?**. 2018. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/payback/#:~:text=Em%20palavras%20mais%20t%C3%A9nicas%2C%20payback,ele%20recupere%20sua%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20inicial>. Acesso em: 10 set. 2020.

RODRIGUES, Werikson. **Power BI – Diferenciais que conquistam usuários do Excel**. 2020. Disponível em: <https://www.eng.com.br/artigo.cfm?id=6364&post=power-bi-diferenciais-que-conquistam-usuarios-do-excel>. Acesso em: 02 nov. 2020.

SALES, Talison Roberto Rodrigues. **O uso da energia solar nas obras civis: um estudo sobre o aquecimento de água por sistema de coletores solares em edifícios residenciais**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017.

SANTOS, Paulo Eduardo Steele; MACED, Filipe Jordao; LEME, Rafael Coradi; MOTA, Rodrigo Luiz Mendes; GALVAO, Leandro de Lima. Simulação do Impacto da aplicação das Tarifas Brancas no equilíbrio Econômico Financeiro das Distribuidoras de Energia Elétrica. *In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA*, 10., 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Anais do XX SENDI**. Rio de Janeiro: Imprensa do Instituto ABRADÉE da Energia, 2012. p. 1-10.

SOLÁGUA. **Sistema de aquecimento solar**. 2020. Disponível em: <http://solagua.ind.br/produtos>. Acesso em: 06 set. 2020.

STOFFEL, Betânia Maria de Souza Silva. **Análise da viabilidade de adesão da modalidade tarifária horária Branca no setor residencial**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

SVIECH, Vinicius; MANTOVAN, Edson Ademir. Análise de investimentos: controvérsias na utilização da TIR e VPL na comparação de projetos. *Percurso*, [S.l.], v. 1, n. 13, p. 270-298, out. 2013. ISSN 2316-7521. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/percurso/article/view/657>. Acesso em: 11 set. 2020.

TOMÉ, Mauricio de Castro. **Análise do impacto do chuveiro elétrico em redes de distribuição no contexto da tarifa horossazonal**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

VERÍSSIMO, Glaucia. **Análise da Viabilidade – VPL – Valor Presente Líquido**. 2017. Disponível em: <https://uvagpclass.wordpress.com/2017/12/04/analise-da-viabilidade-vpl-valor-presente-liquido/>. Acesso em: 11 set. 2020.

Demais Eletrodomésticos											
Aparelho	Marca	Modelo	Potência (W)	Consumo (kWh/mês)	Classificação (PROCEL)	Horas de utilização - Final de Semana			Horas de utilização - Dia útil		
						Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite
Fogão											
Depurador											
Air Fryer											
Panela Elétrica											
Cafeteira											
Misteira											
Batedeira											
Microondas											
Liquidificador											
Processador de alimentos											
Secadora de roupa											
Ferro elétrico											
Aspirador de pó											
Vídeo game											
Secador de cabelo											
Chapinha											

Perguntas:

- 1) Você entende o que é eficiência energética? Se sim, explique com poucas palavras.
- 2) Você sabe o que é Tarifa Branca? Se sim, explique com poucas palavras.
- 3) Estaria disposto a mudar hábitos do dia a dia para economizar na conta de energia aderindo à Tarifa Branca? Acha isso importante?

ANEXO A – ORÇAMENTO COMPLETO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR COLETOR SOLAR



Serra, 18 de novembro de 2019

De: Solaris Serviços
Sra. Clara

Assunto: Orçamento Sistema de Aquecimento Solar para residência.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:

COLETOR SOLAR

- CAIXA : em chapa de alumínio dobrada ;
- COBERTURA : vidro liso, incolor de 3 mm ;
- SERPENTINA : grade de tubos de cobre, com aletas em alumínio, pintada com tinta especial preto fosco ;
- ISOLAMENTO : lâ-de-rocha, espessura de 1 pol. no fundo e nas laterais ;
- PRESSÃO MÁXIMA DE TRABALHO : 4 BAR. (40 m de coluna d'água);
- ÁREA NOMINAL : 1,5 m² - vertical
- MASSA VAZIO : 27 Kg

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO RESERVATÓRIO :

- CILINDRO: feito em chapa de aço inoxidável AISI 304 , caldeada por meio de solda elétrica de alta frequência, em atmosfera de argônio - TIG ;
- ISOLAMENTO : poliuretano expandido;
- PRESSÃO MÁX. DE SERVIÇO: 1BAR. (10 m de coluna d'água) ;
- PRESSÃO DE TESTE ; 3BAR. (30m de coluna d'água) ;
- TENSÃO DA RESISTÊNCIA: 220 volts
- POTENCIA DA RESISTENCIA: 3000 watts
- TERMOSTATO: Therm-o-disc ou similar

PREÇO DO SISTEMA INSTALADO :

- 01 reservatório 400 litros baixa pressão chapa 304L = R\$ 1.650,00
- 02 coletores 2x1 vertical = R\$ 656,00 x 02 = R\$ 1.312,00
- 01 Kit de instalação R\$ 857,00 (entre reservatório e coletor)
- 01 Mão de obra de instalação R\$ 580,00
- Total do sistema solar R\$ 4.399,00

Atenciosamente,
Leandro Cola
9945-3118

Rua dos Ipês, 10 – José de Anchieta – Serra – ES – 29162-590 Email : solaris.contatos@gmail.com