

Faculdade Pitágoras

Ângelo Silvério dos Santos Júnior

Antônio Marcos Capistrano Lima

Guilherme Fernandes Salvaterra

Roberto Márcio De Moraes

Ronan Honório de Oliveira e Silva

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA RESIDENCIAL**

**OUTROS TRABALHOS EM:**

**[www.projetoderedes.com.br](http://www.projetoderedes.com.br)**

Belo Horizonte

2015

Ângelo Silvério dos Santos Júnior  
Antônio Marcos Capistrano Lima  
Guilherme Fernandes Salvaterra  
Roberto Márcio De Moraes  
Ronan Honório de Oliveira e Silva

## **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade Pitágoras como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Área de concentração: Engenharia Elétrica

**Orientador:** Prof. Rafael Pimenta

Belo Horizonte

2015

*Dedicamos este trabalho à comunidade: que por meio dele possam ser elaborados novos sistemas e projetos com eficiência energética.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, que nos deu força, saúde e sabedoria durante a nossa caminhada.

Às esposas, namoradas, filhos, pais e irmãos, pelo carinho e apoio na nossa jornada, durante a qual não mediram esforços para nos auxiliar e dar amor.

Ao orientador deste trabalho, Rafael Pimenta, e aos professores da Faculdade Pitágoras, pelo conhecimento ministrado durante todo o curso de Engenharia Elétrica.

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades; lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”*

(Charles Chaplin)

## RESUMO

O mundo moderno tende a cada vez mais à orientação consumista, com explosão populacional, desenvolvimento tecnológico e, especialmente na mira deste estudo, utilização de aparelhos eletrônicos, que em razão da maciça utilização em razão de conforto e praticidade na vida diária contribuem para o consumo excedente de energia elétrica. Essa realidade pode ser mudada com tecnologia eficiente e aperfeiçoamento dos atuais modelos de consumo. O sobrecarregado e sempre demandado sistema elétrico brasileiro, de matriz predominantemente hídrica, tem sentido o problema de chuvas cada vez mais escassas com rebaixamento do nível das represas, sendo necessário lançar mão de geração alternativa, como térmica, eólica etc. Nas residências, o efeito do desperdício é sentido na fatura mensal de energia elétrica. O presente trabalho tem o objetivo de demonstrar como é possível e economicamente viável valer-se de métodos eficientes de consumo de energia nas residências sem comprometer o conforto do usuário. Para tanto, a partir da fundamentação teórica com base nas normas da ABNT, catálogos de companhias de energia e de fabricantes, dados oficiais e teóricos do assunto, realizaram-se comparativos de consumo de uma casa eficiente e uma casa não eficiente, a partir da avaliação de equipamentos eletrônicos, iluminação tradicional, fluorescente e LED, sistemas de aquecimento de água para o banho, pois sabidamente o chuveiro elétrico é o maior vilão do consumo numa residência. Elaborou-se a seguir um projeto elétrico de uma casa modelo a partir do conceito de eficiência energética, utilizando-se recursos como pré-automação, automação, sistema supervisor entre outros, chegando-se à conclusão da recomendação do projeto em função da viabilidade, economia de energia e de custos mensais.

**Palavras-chave:** Eficiência energética. Iluminação. LED. Aquecimento solar. Placa fotovoltaica. Automação residencial.

## ABSTRACT

The modern world tends more and more to consumer orientation, with population explosion and technological development, especially in the sights of this study, using electronic devices, which due to the massive use because its comfort and practicality in daily life contribute to consumption surplus of electricity. This reality can be changed with efficient technology and improvement of current patterns of consumption. The overloaded and always demanded Brazilian electric system, predominantly water matrix, felt the problem of increasingly scarce rainfall with decreased level of dams, being necessary to use alternative generation forms such as thermal, wind etc. In the homes, the effect of waste is felt in the monthly electricity bill. This paper aims to demonstrate how it is possible and economically feasible make use of efficient energy consumption methods in homes without compromising user comfort. Therefore, from the theoretical foundation based on ABNT rules, energy companies and manufacturers catalogs, official and theoretical data on the subject, a comparative consumption was held in an efficient and in a not efficient house, evaluating consumption of electronics, traditional, fluorescent and LED lighting, water heating systems for bath, since its widely known that electric shower is the major villain of energy waste in a residence. Then, an electrical system to a model home was designed from the concept of energy efficiency, using resources such as pre-automation, automation, process control system among others, coming to the conclusion of the project recommendation on the basis of viability, energy and monthly costs savings.

**Keywords:** Energy efficiency. Lighting. LED. Solar heating. Photovoltaic board. Home automation.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Potência instalada .....	28
Tabela 2 – Custo de implantação: dados básicos .....	28
Tabela 3 – Iluminação convencional .....	29
Tabela 4 – Custo de chuveiro elétrico convencional .....	30
Tabela 5 – Iluminação LED .....	31
Tabela 6 – Consumo mensal chuveiro híbrido .....	34
Tabela 7 – Custo de implantação de aquecimento solar .....	35
Tabela 8 – Quadro de carga.....	36
Tabela 11 – Custo de implantação placa fotovoltaica .....	39
Tabela 12 – Comparativo de iluminação .....	42
Tabela 13 – Comparativo de aquecimento de água .....	44
Tabela 14 – Comparativo geral .....	44



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Planta baixa de residência modelo.....	14
Figura 2 – Gráfico de estimativa de consumo de uma residência modelo .....	16
Figura 3 – Comparativo de Iluminação.....	17
Figura 4 – Chuveiro elétrico .....	19
Figura 5 – Sistema de aquecimento solar .....	21
Figura 6 – Placa Solar .....	21
Figura 7 – Geração de energia solar .....	22
Figura 8 – Funcionamento da célula fotovoltaica .....	23
Figura 9 – Diagrama do sistema integrado .....	24
Figura 10 – Esquema do circuito de ligação .....	29
Figura 11 – Esquemático do chuveiro híbrido sem compensação .....	32
Figura 12 – Esquema de chuveiro híbrido compensando a temperatura .....	33
Figura 13 – Sistema de Aquecimento Solar .....	34
Figura 14 – Curva de carga de sistema fotovoltaico .....	35
Figura 15 - Irradiação solar .....	37
Figura 16 - Cálculo de plano inclinado .....	37
Figura 17 – Telhado da residência .....	38
Figura 18 – Esquema de ligação do medidor de energia .....	41
Figura 19 – Supervisório de automação.....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnica  
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica  
BEN – Balanço Energético Nacional  
LED – Diodo Emissor de Luz (*light emitting diode*)  
NBR – Norma Brasileira Regulamentadora  
PROCEL – Programa Nacional de Eficiência Energética  
CLP -Controlador Lógico Programável  
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais  
CMUF – Centro de Monitoramento de Usos Finais  
DER – Departamento de Estrada e Rodagem  
CIRRA – Centro Internacional de Referência em Reuso de Água  
USP – Universidade de São Paulo  
PUC – Pontifícia Universidade Católica  
PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida  
MME – Ministério de Minas e Energia  
CC – Corrente Contínua  
Ed. – Edição  
CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica  
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais  
QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão  
TC – Transformador de Corrente

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Problema.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>13</b>
1.2.1	Objetivo geral.....	13
1.2.2	Objetivos específicos.....	13
<b>1.3</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>13</b>
<b>1.4</b>	<b>Estrutura do trabalho.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Iluminação.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Chuveiro e suas derivações.....</b>	<b>18</b>
1.1.1	Chuveiro elétrico.....	18
1.1.2	Aquecimento solar híbrido.....	19
2.2.1.1	Boiler.....	20
2.2.1.2	Placa solar.....	21
<b>2.3</b>	<b>Placas fotovoltaicas.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4</b>	<b>Integração o sistema.....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização da pesquisa.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>Estratégia de pesquisa.....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>Casa não eficiente.....</b>	<b>27</b>
4.1.1	Iluminação.....	28
4.1.2	Chuveiro elétrico.....	30
<b>4.2</b>	<b>Casa eficiente.....</b>	<b>31</b>
4.2.1	Iluminação.....	31
4.2.2	Sistema de aquecimento solar.....	32
4.2.3	Placas fotovoltaicas.....	35
4.2.4	Integração do sistema.....	39
<b>4.3</b>	<b>Comparativo.....</b>	<b>42</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>
	<b>APÊNDICE A – Planta do projeto elétrico de casa convencional.....</b>	<b>51</b>
	<b>APÊNDICE B – Lista de material de casa convencional.....</b>	<b>52</b>
	<b>APÊNDICE C – Planta do projeto elétrico de casa eficiente.....</b>	<b>59</b>
	<b>APÊNDICE D – Lista de material de casa eficiente.....</b>	<b>60</b>
	<b>APÊNDICE E – Memória de cálculo de Iluminação.....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é algo essencial para praticamente todos os setores da sociedade, constituindo a infraestrutura necessária para produção e manutenção de itens ligados a segurança, serviços, alimentação, conforto etc. Ou seja, a sociedade contemporânea não se estaria no atual patamar não fosse pela invenção da energia elétrica.

A utilização de energia elétrica tem aumentado demasiadamente no decorrer dos últimos dez anos no Brasil, apresentando crescimento de 38% conforme Balanço Energético Nacional de 2014 (BRASIL, 2014). Sendo 70,6% da energia distribuída no Brasil proveniente de hidrelétricas, o que torna imprescindível a utilização de água para geração de eletricidade. Contudo, com a pressão crescente da demanda, a utilização dessa fonte de energia está cada vez mais comprometida, motivada pela diminuição do nível dos reservatórios hídricos do país nos últimos tempos.

A diminuição da oferta e a utilização de diferentes métodos de geração, como termoeletricas, elevam o preço da energia elétrica. Entre dezembro e abril de 2015, o valor da energia teve aumento cumulativo de 56% (KAFRUNI, 2015).

Em razão disso, os consumidores finais, como é o caso de residências, pequenas empresas bem como indústrias procuram métodos de diminuição da dependência das concessionárias de energia elétrica, buscam promover cada vez mais a eficiência energética, integrando sistemas como painéis fotovoltaicos, aquecimento solar, iluminação de LED, eletrodomésticos de baixo consumo – equipamentos que passam a ser avaliados em termos de conservação de energia, resultando em iniciativas economicamente viáveis.

O presente trabalho tem o intuito de analisar alguns métodos já utilizados no mercado, considerando os mais eficientes no que diz respeito ao consumo de energia elétrica e, assim, buscar alternativas para projetos residenciais.

## **1.1 Problema**

Com o aumento do consumo dos usuários domésticos bem como o aumento das taxas e tarifas aplicadas a energia elétrica, pergunta-se como fazer uso inteligente dessa energia sem diminuir o conforto proporcionado.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

O presente trabalho tem como objetivo principal demonstrar que é possível o consumo inteligente da energia elétrica utilizada com eficiência. Eficiência energética significando alcançar o baixo consumo harmonizado com o conforto proporcionado pela mesma.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Para chegar ao objetivo, será imprescindível vencer algumas etapas, como calcular a viabilidade do projeto, aqui apresentado, e demonstrar cientificamente as posições escolhidas para ser abordadas. Portanto, o trabalho abordará complementarmente os seguintes tópicos:

- analisar outras fontes de energia;
- comparar métodos de eficiência energética;
- calcular viabilidade de implantação do projeto.

## **1.3 Justificativa**

O avanço tecnológico, ao tempo que traz facilidades e confortos jamais imaginados, deixa o indivíduo cada vez mais dependente; equipamentos que antigamente não faziam parte do cotidiano agora se tornaram essenciais, como celulares, computadores, eletrodomésticos, ar-condicionado etc. Todos esses equipamentos são altos sorvedouros de energia elétrica, elevando consideravelmente a demanda de energia para o conforto diário.

O valor do custo mensal cobrado nas faturas energia elétrica tem aumentado demasiadamente nos últimos anos, mesmo com a utilização de equipamentos de baixo consumo disponíveis no mercado.

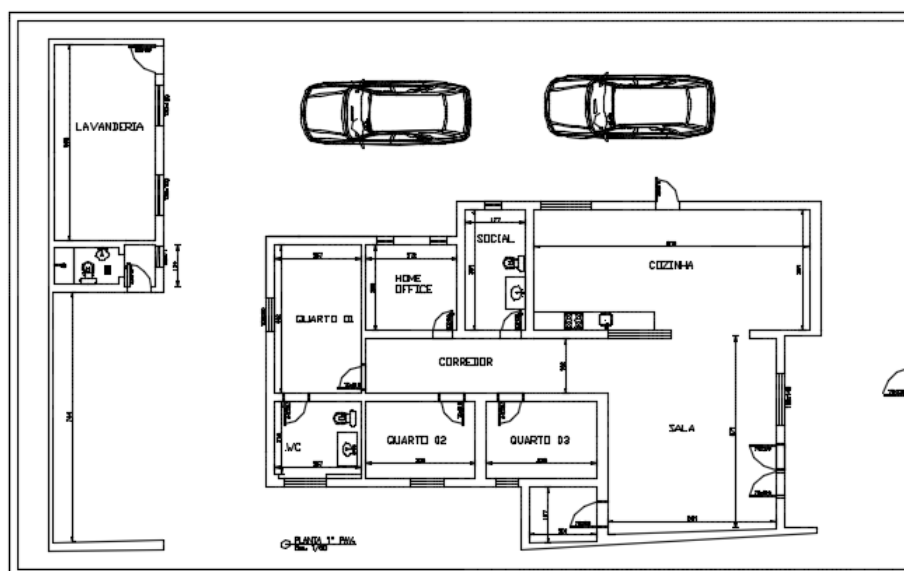
A questão sobre o racionamento e economia de energia elétrica tem ocupado as discussões no atual cenário brasileiro, quando as chuvas escassas vêm obrigando lançar mão de termelétricas e outras formas de geração de energia. Mas esse talvez não seja o único caminho nem o melhor. A solução apresentada no trabalho propõe utilizar o máximo de eficiência sem perdas desnecessárias, pois desperdício é o grande desafio que se pretende vencer.

A eficiência energética consiste no aproveitamento máximo da energia, resultando em menor perda e maior rendimento; já o racionamento consiste em controlar a distribuição de energia elétrica, principalmente dada a escassez de recursos.

#### 1.4 Estrutura do trabalho

Para estudar a viabilidade da implantação de métodos de eficiência energética no uso residencial, será elaborado um projeto comparando os métodos de iluminação, sistema de aquecimento solar para chuveiros e geração de energia elétrica por painéis fotovoltaicos. Tal comparação constitui a análise de viabilidade do projeto. A Figura 1 apresenta a planta baixa a ser utilizada para os cálculos demonstrativos do projeto

Figura 1 – Planta baixa de residência modelo



Fonte: elaborado pelos autores

O projeto contempla uma residência de aproximadamente 160 m<sup>2</sup> com 11 cômodos, sendo 3 quartos. O trabalho apresenta memoriais de cálculo de iluminação, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico, placas fotovoltaicas e *payback* (tempo de retorno do investimento). O trabalho também apresentará sistema de integração e monitoramento de todo o sistema eficiente.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Anualmente são elaborados estudos sobre o sistema elétrico nacional com o objetivo de embasar novos investimentos e comparar com a utilização das demandadas existentes (BRASIL, 2014). Estes estudos têm indicado uma necessidade de mudanças urgentes na esfera nacional e os novos caminhos a serem percorridos com o objetivo de minimizar os impactos causados no meio ambiente, mantendo o conforto da sociedade.

Aliados a esses estudos, uma forma de sustentabilidade e economia encontrada pela indústria mundial consiste na inovação da utilização de energia utilizando métodos de eficiência energética.

A prefeitura do Rio de Janeiro define eficiência energética como (RIO DE JANEIRO, 2007, p. 3): “Uma Política de Ação referente à Eficiência Energética tem como meta o emprego de técnicas e práticas capazes de promover os usos ‘inteligentes’ da energia, reduzindo custos e produzindo ganhos de produtividade e de lucratividade, na perspectiva do desenvolvimento sustentável”.

O uso racional e inteligente da energia elétrica se faz cada vez mais necessário na sociedade moderna, uma vez que, diferentemente do crescimento populacional, as verbas em energia elétrica têm sido parcela cada vez menor nos investimentos do governo.

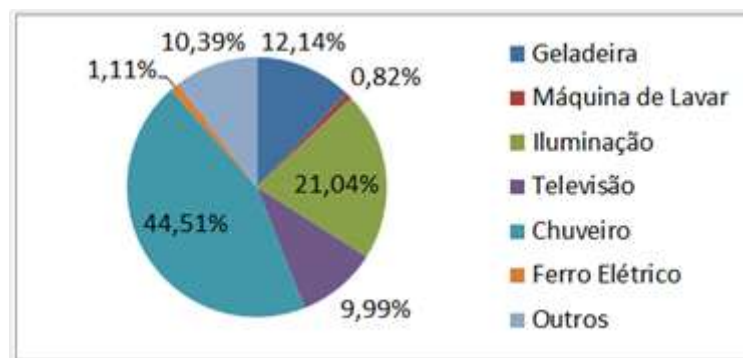
## 2.1 Iluminação

Pode-se subdividir a iluminação em dois tipos:

- a) natural – Mamede Filho (2010) define iluminação natural como uma fonte de radiação que emite ondas eletromagnéticas em diferentes comprimentos que são geradas principalmente pelo sol.
- b) artificial – a norma NBR 5461 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2008) define iluminação artificial como uma maneira de completar a iluminação de um ambiente quando a iluminação natural não seja conveniente ou insuficiente se empregada sozinha.

O método mais comum de iluminação artificial é com o emprego de lâmpadas. As lâmpadas são de suma importância para o conforto e têm extensa variedade de potência e quantidade de iluminação. Nas residências, cerca de 21% do consumo total em energia elétrica vão para iluminação, diante disso, o uso eficiente e consciente desse equipamento se faz necessário.

Figura 2 – Gráfico de estimativa de consumo de uma residência modelo



Nota: consumo médio de 220 kWh/mês

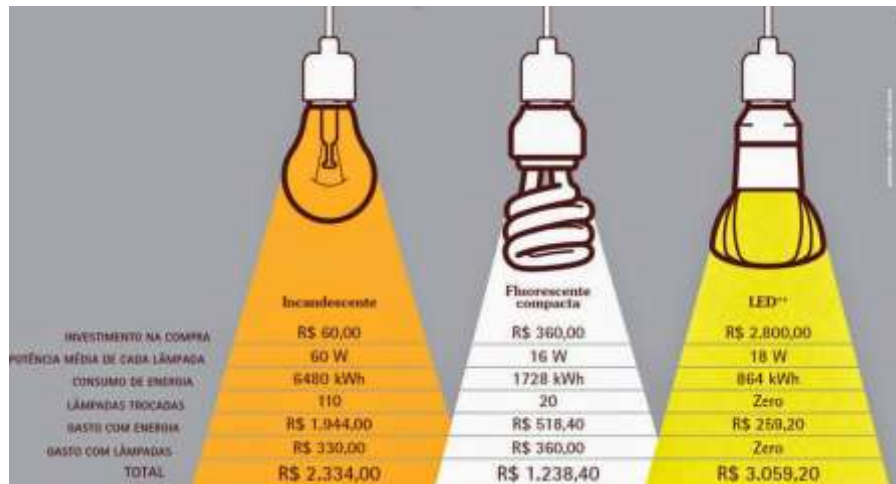
Fonte: COPEL (2011)

Produto de várias pesquisas, o semicondutor denominado LED (*light emitting diod*) vem ganhando terreno no mercado de iluminação e eficiência energética. A fonte de energia luminosa produzida a partir de fotoluminescência tem rendimento considerável e muito superior às lâmpadas fluorescentes compactas utilizadas atualmente.



Pode-se observar na Figura 3, a seguir, um comparativo entre LED, lâmpada fluorescente compacta e lâmpada incandescente, esta última em fase de banimento da iluminação residencial pelo alto consumo e baixo rendimento.

Figura 3 – Comparativo de Iluminação



Fonte: DISCUTINDO SUSTENTABILIDADE (2015)

Segundo a Figura 3, o investimento na hora da compra de uma lâmpada de LED é bastante alto, no entanto a economia em termos de gasto de energia é de 87%, o que rapidamente se mostra uma troca vantajosa.

Há publicados diversos estudos que trazem comparativos entre a tecnologia de LED e as lâmpadas convencionais existentes no mercado, o que tem facilitado a vida dos projetistas, engenheiros e instaladores e contribui para a criação de projetos com melhor eficiência energética, aliando conforto e bem-estar dos usuários.

A iluminação com LED é a grande tendência para os sistemas de iluminação do futuro, por agregar redução no consumo de energia, melhor qualidade da luz emitida e maior durabilidade:

(...) deve sair o resultado da licitação para a parceria público-privada destinada à troca dos 580 mil pontos de luz da cidade de São Paulo (...) O projeto de estimados US\$ 3 bilhões é provavelmente o maior já registrado no mundo. Contribui para o encantamento provocado pela tecnologia o seu rápido desenvolvimento impulsionado por pesado investimento realizado pela

vanguarda dos fabricantes. Sucedem-se os anúncios de novos LEDs com índices sempre mais altos de eficiência, durabilidade, distribuição luminosa, versatilidade etc. (CRESTANI, 2014, p. 6).

## 2.2 Chuveiro e suas derivações

O hábito comum no Brasil, mas ainda não totalmente difundido em países europeus de tomar banho diariamente para melhor qualidade de vida, realizando limpeza frequente da pele, tem precipuamente o objetivo de manter a higiene e evitar doenças. Segundo a professora de Biologia Mariana Araguaia (2015): “(...) além de propiciar ao indivíduo um momento de conforto e reenergização, o banho permite com que estes itens, acumulados durante o dia, sejam removidos; juntamente com algumas bactérias comensais, promovendo o equilíbrio de sua população”.

Atualmente existem no mercado variadas tecnologias para aquecimento de água do banho em residências, desde o chuveiro elétrico convencional ao sistema de aquecimento solar, aquecedores a gás e chuveiro híbrido solar.

Diante da pesquisa desenvolvida pelo Cirra-USP, a solução com melhor eficiência energética é a junção da tecnologia solar com o chuveiro híbrido. Os pesquisadores analisaram o tempo médio de duração de cada banho:

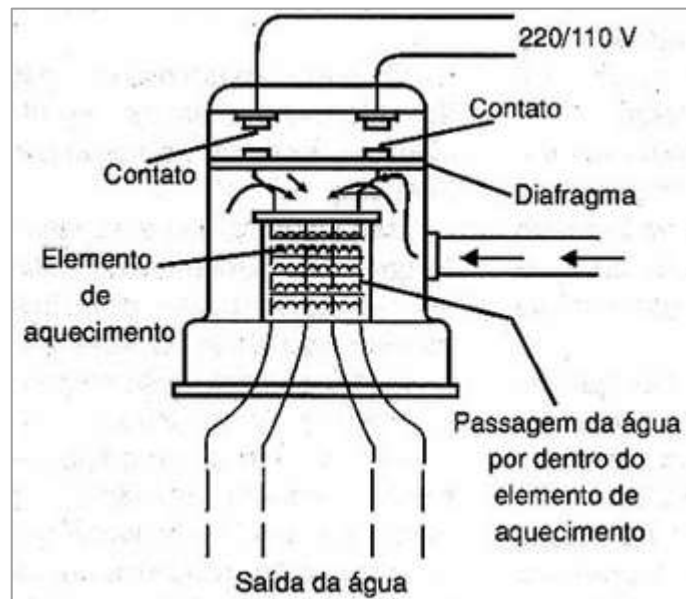
Os voluntários do projeto foram 30 funcionários da universidade. Eles se dividiram em seis grupos de cinco pessoas que trocavam de chuveiros de três em três meses. O sistema *online* coletou os dados automaticamente, de janeiro a dezembro de 2009, repassando-os para os computadores do CIRRA. O tempo médio de banho foi de oito minutos (CHUVEIRO ELÉTRICO, 2010).

### 1.1.1 Chuveiro elétrico

Tradicional no Brasil, o chuveiro elétrico é utilizado há mais de 80 anos e está presente em 73% das residências do país segundo dados do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), entidade do governo federal (ELETROBRÁS, 2007).

De funcionamento simples, o chuveiro elétrico é composto por uma resistência elétrica e um diafragma, por onde a água passa ligando os dois polos de eletricidade à resistência, que aquece a água diretamente transformando energia elétrica em energia térmica (Figura 4).

Figura 4 – Chuveiro elétrico



Fonte: COMO CONSERTAR (2015)

Por se tratar de uma resistência simples, o chuveiro elétrico tem um fator de potência unitário, sendo assim ele transforma toda a energia elétrica em energia térmica.

A potência do chuveiro elétrico tradicional varia até em 40% entre as chaves das estações “Inverno” e “Verão”. Mesmo tendo um custo baixo, tem um consumo elevado transformando no maior vilão consumo de energia elétrica em uma residência.

#### 1.1.2 Aquecimento solar híbrido

O sistema de aquecimento solar possui basicamente dois elementos principais, as placas solares e o boiler (GREEN, 2015):

A energia solar térmica consiste no aquecimento de um fluido de trabalho através da conversão da radiação do sol em energia térmica.

O sistema de aquecimento solar é dividido em três subsistemas básicos. São eles:

Captação: composto pelos coletores solares por onde circula o fluido a ser aquecido e pelas tubulações de ligação entre os coletores e entre a bateria de coletores e o reservatório térmico. Em instalações maiores há ainda a bomba hidráulica. No Brasil, o fluido de trabalho mais usado é a água;  
Armazenamento: composto pelo reservatório térmico e pelo sistema complementar de energia;  
Consumo: composto por toda a distribuição hidráulica entre o reservatório térmico e os pontos de consumo (GREEN, 2015).

Relatórios recentes indicam qual a importância do aquecimento solar nas residências no Brasil.

A classe residencial perfaz 72% da área total de coletores solares, destinados para banho, instalada no país, sendo 66% instalados em unidades uni familiar e 6%, em edifícios, com sistemas de aquecimento central. Nos últimos anos, o uso do aquecimento solar em habitações de interesse social ganhou impulso devido aos programas de eficiência energética, supervisionados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), e ao Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), do governo federal, que passou a ser obrigatório a partir de 2011 para residências uni familiar (VASCONCELLOS; LIMBERGE, 2012, p. 21).

Com base nas citações acima, pode-se concluir que com métodos simples de utilização de aquecimentos solares é possível diminuir significante o gasto mensal de energia elétrica em uma residência. Tais medidas já foram empregadas no Programa Minha Casa Minha Vida do governo brasileiro.

#### 2.2.1.1 Boiler

O boiler serve para armazenar a água quente utilizada para consumo. Internamente, utiliza-se cobre ou aço inoxidável, e externamente é recoberto por uma camada de alumínio, entre estas duas camadas insere-se poliuretano expandido, para preencher a parede do boiler.

No processo de funcionamento, a água fria se mistura com a água quente, ficando a água quente sempre na parte superior do reservatório. Pode constar com uma resistência elétrica, ou não, que aquece a água nos dias em que a luz solar é insuficiente; comandada por um termostato, ela liga e desliga a resistência de

aquecimento do boiler, mantendo assim a temperatura sempre dentro do programado (Figura 5).

Em dias com grande luminosidade, a água quente pode ficar armazenada por várias horas sem a necessidade de acionamento da resistência elétrica. Existem boilers de alta pressão e de baixa pressão de água.

Figura 5 – Sistema de aquecimento solar



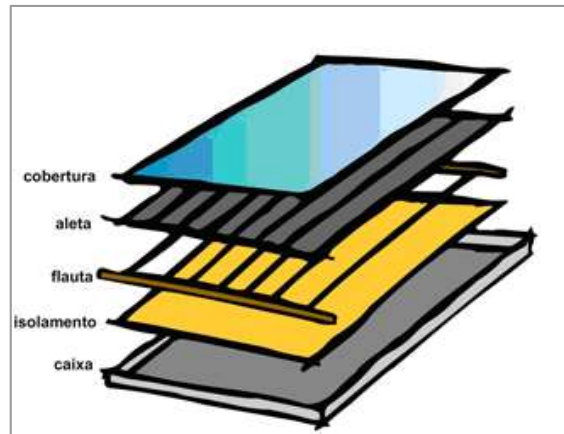
Fonte: GREEN (2015)

#### 2.2.1.2 Placa solar

Outro equipamento fundamental usado no sistema de aquecimento solar são as placas coletoras, utilizadas para transformar a irradiação do sol em calor, aquecer a água e movimentá-la dentro dos capilares da placa (Figura 6).

O coletor solar plano fechado é de simples fabricação, constituído por caixa externa, isolamento térmico, flauta (tubos de cobre), placa absorvedora (aletas pintadas de negro), cobertura transparente (o vidro é o mais usado) e vedação.

Figura 6 – Placa Solar



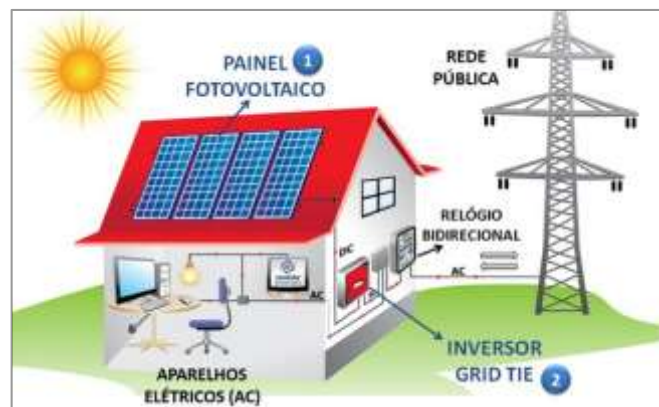
Fonte: GREEN (2015)

### 2.3 Placas fotovoltaicas

O mundo evolui rapidamente em termos tecnológicos, e, por esta razão, têm sido disponibilizadas atualmente no mercado diversas tecnologias que buscam melhor aproveitamento de energias renováveis, como no caso da energia solar. Ela é convertida em energia elétrica por meio do sistema fotovoltaico em fonte de energia limpa e renovável que praticamente não traz impactos ambientais:

O crescimento econômico resulta em um aumento direto do consumo de energia elétrica, sendo que, mesmo nos anos de pouco desenvolvimento econômico e industrial, o aumento da população e a abertura de mercados externos, apresentaram um aumento de energia por usos finais usos (GOLDEMBERG; LUCON, 2006, p. 6).

Figura 7 – Geração de energia solar

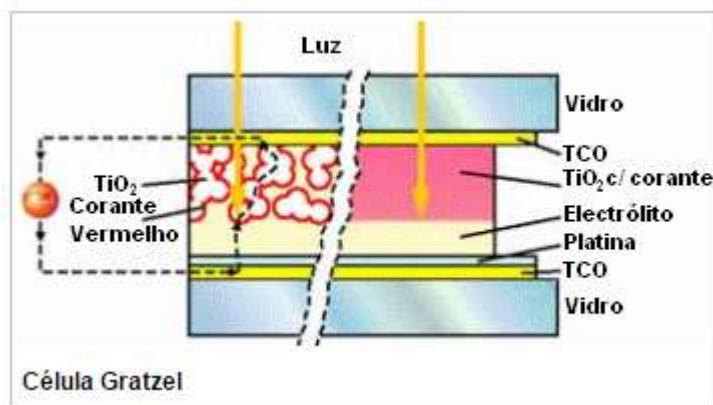


Fonte: NEOSOLAR (2015)

Uma das grandes vantagens do sistema fotovoltaico instalado diretamente na carga consiste no melhor aproveitamento da área não utilizada da residência e também a diminuição da necessidade de investimentos com linhas de transmissão, além de colaborar com os aspectos ambientais:

As Células fotovoltaicas realizam essa conversão sem partes móveis, ruído, poluição, radiação ou são livres de manutenção. As células fotovoltaicas são feitas de um material semicondutor, geralmente de silício (um recurso muito abundante na terra), que é tratado quimicamente para criar uma camada de carga positiva e uma camada de carga negativa. Quando a luz solar atinge uma célula fotovoltaica, um elétron é desalojado. Estes elétrons são recolhidos por fios ligados à célula, formando uma corrente elétrica. Quanto mais células, maior a corrente e tensão. Um certo número de células dispostas lado a lado formam um módulo ou painel fotovoltaico, vários módulos juntos formam um arranjo de painéis fotovoltaicos. Os módulos vendidos comercialmente possuem potências que variam desde 5 watts até 300 watts, e produzem corrente contínua (cc) semelhante a corrente da bateria de um automóvel (MINHA CASA SOLAR, 2015).

Figura 8 – Funcionamento da célula fotovoltaica



Fonte: ELETRÔNICA (2015)

A maior contribuição do sistema fotovoltaico é a redução do valor de consumo de energia elétrica adquirida da concessionária.

A integração fotovoltaica conectada à rede elétrica em edifícios comerciais é particularmente mais vantajosa, pois normalmente nestes, além da maior demanda ser diurna, existe o uso intensivo de aparelhos de ar condicionado que possibilita uma coincidência entre os picos de demanda e os de geração solar (SALAMONI, 2004, p. 356).

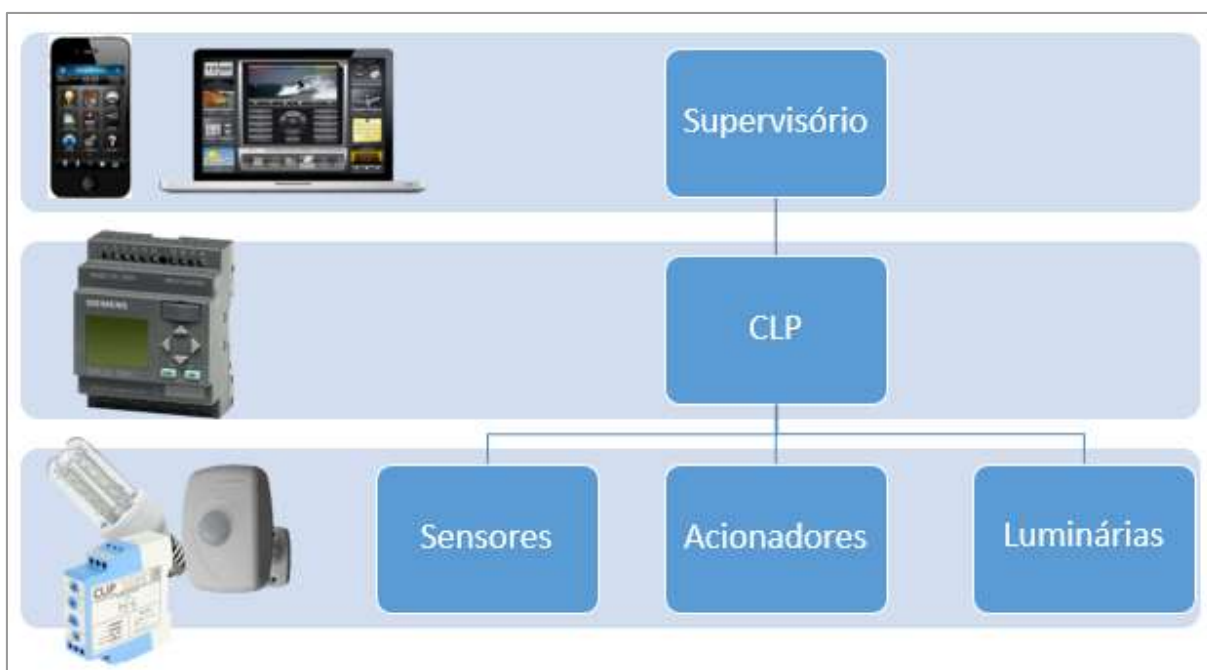
O sistema de compensação de energia funciona por meio da produção de energia durante o dia e o consumo durante a noite. A grande questão é dimensionar um sistema que consiga compensar todo o consumo realizado

durante a noite: “Essa possibilidade surgiu em abril de 2012, quando a ANEEL publicou a Resolução Normativa 482/2012. Internacionalmente, esse sistema é conhecido como net metering” (AMÉRICA DO SOL, 2013).

## 2.4 Integração do sistema

Com base na eficiência energética proposta, busca-se uma solução para integração de todos os sistemas com demanda considerável de energia em um único sistema automatizado, com a utilização de um controlador lógico programável (CLP), sensores e atuadores interligados, comandados por um *software* supervisor desenvolvido com o objetivo precípua de indicar os pontos da casa onde está sendo consumida a energia elétrica.

Figura 9 – Diagrama do sistema integrado



Fonte: elaborado pelos autores

Francesco Prudente (2011, p. 13) define como automação residencial e predial toda tecnologia que permite “(...) tornar automática uma série de operações no interior de um prédio ou habitação”.

Dentre as vantagens de uma automação residencial está a economia na gestão da instalação, sendo possível o controle total da energia presente numa habitação de várias formas (iluminação, aquecimento, condicionamento de ar etc.), permitindo



economia notável no custo da energia elétrica na gestão da instalação (PRUDENTE, 2011).

Nos dias de hoje, com a evolução da automação, os grandes fabricantes de componentes eletroeletrônicos vêm desenvolvendo no mercado um novo conceito que visa ao preparo de uma residência para futura aplicação da automação, denominando-se como pré-automação.

A diferença básica entre automação e pré-automação é que a pré-automação é um upgrade da instalação elétrica convencional, facilitando a adoção de uma automação parcial ou total a qualquer momento. Ou seja, o usuário decide como, quando e o que automatizar em sua residência, escritório ou indústria (WHITE PAPER, 2011, p. 7).

A implantação de um sistema integrado de monitoramento aliado à opção de desativar um circuito em consumo desnecessário representa, conforme estudo realizado pelo Professor de Controle e Instrumentação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Fábio Gonçalves Jota economia de até 20% no consumo mensal de uma residência:

Os coordenadores do projeto estão monitorando 15 edificações em Belo Horizonte e uma em Juiz de Fora. Fábio Jota estima que, na UFMG, uma combinação de programas educativos e de monitoramento dos aparelhos eletrônicos através do CMUF poderia resultar na economia de aproximadamente 20% da energia elétrica (RODRIGUES, 2008).

Com o monitoramento e outras medidas adotadas, relacionadas à mudança de contrato, entre outras, o DER conseguiu, nos últimos cinco anos, reduzir em 45% os gastos com energia elétrica. Isso representou uma economia de cerca de R\$1,5 milhão. “Deste percentual, 20% corresponde ao que conseguimos economizar no consumo mesmo, graças ao monitoramento e conscientização”, constata Batista. O órgão se destaca como um dos que mais conseguiram cumprir as metas do Programa de Gestão Energética Estadual e o engenheiro eletricista considera que o apoio da UFMG, Cefet e Cemig foi substancial para o alcance desses números (FONSECA, 2013).

Por sua vez, o usuário, acompanhando o consumo de energia instantâneo e acumulado no mês na residência por meio do Centro de Monitoramento de Usos Finais (CMUF), terá oportunidade de tomar medidas a fim de alcançar a meta de redução de gastos, além de conseguir identificar quais equipamentos estão ligados consumindo energia de forma desnecessárias ou acima do esperado:

O CMUF é uma ferramenta de monitoramento que permite concretizar uma economia expressiva de energia elétrica tanto em residências quanto em instituições públicas e privadas. Por meio dele é possível identificar aparelhos com possíveis defeitos técnicos e que, por isso, tendem a consumir mais energia do que deveriam. O sistema também aponta onde está o maior gasto de energia. “Muitas vezes, os pais cobram dos filhos a diminuição do tempo de banho, considerando-o o grande vilão da conta de luz. O nosso sistema mostrou que, em muitas casas, os computadores, quando ligados durante o dia inteiro, gastam muito mais energia do que o chuveiro”, exemplifica Fábio Jota (RODRIGUES, 2008).

A partir dos pontos percorridos no âmbito da iluminação, aquecimento solar, geração de energia elétrica e automação, pode-se avaliar a importância e necessidade de cada vez mais utilização de métodos de eficiência energética.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Caracterização da pesquisa**

O presente trabalho teve como princípio desenvolver um estudo quantitativo visando à viabilidade de projetos de eficiência energética. Para isso, foram elaborados dois projetos, um de forma habitual e outro com foco na eficiência energética. “O método utilizado, em princípio, representa a intenção de garantir a precisão dos resultados, evitando distorções de análise e interpretação, possibilitando consequentemente uma margem de segurança quanto às inferências” (RICHARDSON,<sup>1</sup> 2008, p. 29 apud BIANCHI; SILVA; GELATTI, 2009).

#### **3.2 Estratégia de pesquisa**

Inicialmente foi elaborado um projeto elétrico residencial habitual (Apêndice A), usando como base as necessidades do cliente e a norma vigente no país, NBR 5410 (ABNT, 2004). Com isso, foi possível calcular a demanda e o consumo mensal do projeto.

---

<sup>1</sup> RICHARDSON, R.J. **Pesquisa social** – métodos e técnicas. 3ª ed. São Paulo, Atlas, 2008. 334p.

Posteriormente, foi elaborando um projeto visando à eficiência energética (Apêndice C), utilizando equipamentos eficientes e de automação também, tendo também como base a norma NBR 5410.

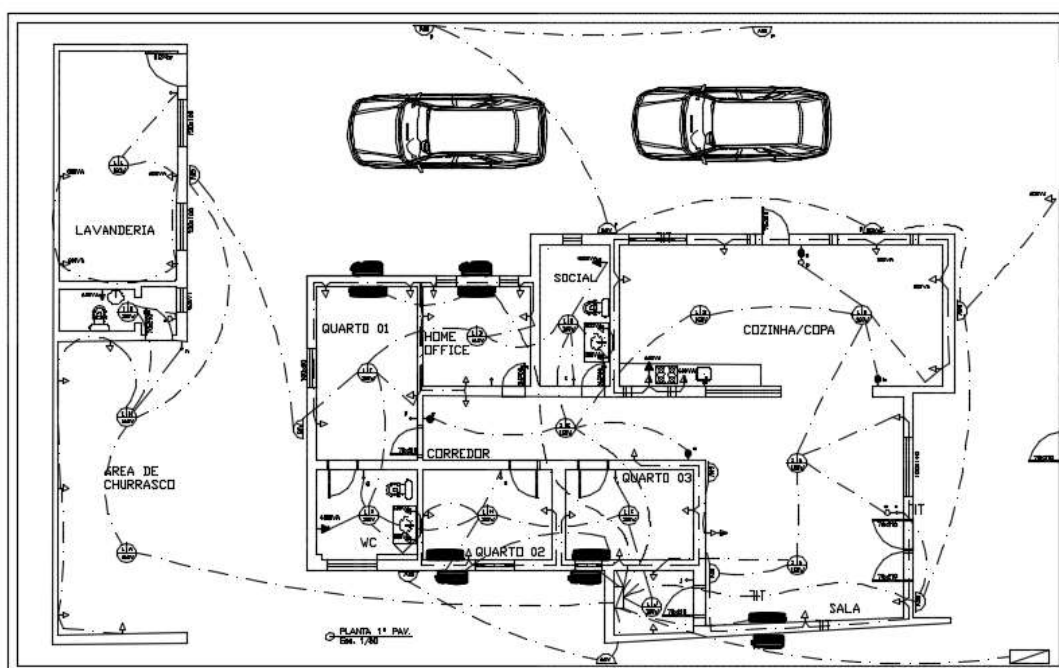
Finalmente, foram calculados os custos de ambos os projetos e também os custos com a implantação, foram feitos os cálculos do *payback*, sendo considerados no cálculo os custos com materiais aplicados, mão de obra e gasto mensal com energia elétrica.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Casa não eficiente

Para a residência habitual, sem eficiência energética, foi elaborado o projeto de distribuição de carga, quadro de cargas (Apêndice E) e lista de materiais aplicados (Apêndice B).

Planta 1 – Projeto elétrico convencional



Fonte: elaborado pelos autores

Com isso, verifica-se que a potência instalada é de 28,4 kW, conforme mostra a Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 – Potência instalada

Descrição	Potência (W)						Carga		
							Total		
	60	100	160	600	787	5600	FP	W	VA
Iluminação	10	5	11	-	-	-	0,55	2.860,00	5.200,00
Tomada de uso geral	-	34	-	-	-	-	0,87	3.400,00	3.908,05
Tomada de uso específico	-	-	-	12	-	-	0,87	7.200,00	8.275,86
Chuveiro	-	-	-	-	-	2	1	11.200,00	11.200,00
Ar-condicionado	-	-	-	-	5	-	0,9	3.935,00	4.372,22
Total	10	39	11	12	5	2	-	28.595,00	32.956,13

Fonte: elaborado pelos autores

O custo de implantação do projeto, incluindo material e mão de obra, foi de R\$ 18.212,23, conforme se vê na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 – Custo de implantação: dados básicos

Descrição	Valor (R\$)
Projeto	3.600,00
Material	7.813,00
Mão de obra	6.800,00
Total	18.213,00

Fonte: elaborado pelos autores

Utilizando a formula de cálculo de custo mensal de consumo de energia elétrica, conclui-se que o valor pago mensalmente com energia elétrica é de R\$ 779,24, sendo:

$$Valor\ mensal = Consumo \frac{kW}{h} \times valor\ do \frac{kW}{h}$$

#### 4.1.1 Iluminação

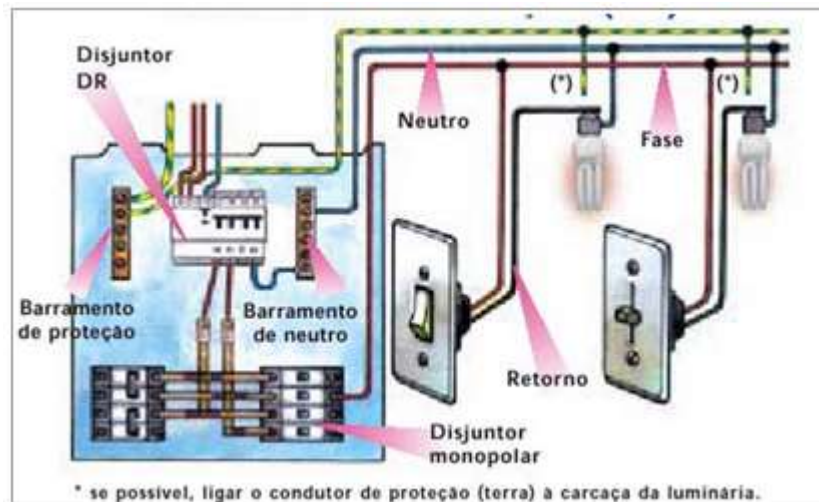
As lâmpadas utilizadas em projetos de iluminação residenciais habituais são fluorescentes compactas, com fator de potência baixo, de aproximadamente 0,55 (variando de fabricante).

O sistema de iluminação foi dividido em três circuitos, sendo um de iluminação para a área interna, um para a área externa e um para a área de gourmet. Todos os

circuitos são compostos por um disjuntor 16 A monofásico e cabos de alimentação com seção de 2,5 mm<sup>2</sup>.

O esquema de ligação é comum, cuja fase passa pelo interruptor seguindo por um retorno até um dos polos da lâmpada, e o cabo do neutro é conectado diretamente ao outro polo da lâmpada, sendo necessário acionar o interruptor para fechar o circuito e energizar a lâmpada (Figura 10).

Figura 10 – Esquema do circuito de ligação



Fonte: PRYSMIAN (2015)

A iluminação corresponde a 15,77% da potência instalada, sendo cerca de 19,25% do consumo energético mensal da residência, constituindo grande fator de consumo.

Tabela 3 – Iluminação convencional

Descrição	Quantidade	Uso diário (h)	Consumo unitário (W/h)	Consumo diário (W/h)	Consumo mensal (W/h)
Copa	2	5	65	650	19,5
Banheiro Social	1	3	65	195	5,85
Escritório	1	3	65	195	5,85
Quarto 1	1	3	65	195	5,85
Corredor	1	3	65	195	5,85
Banheiro Quarto	1	3	45	135	4,05
Quarto 2	1	3	45	135	4,05
Quarto 3	1	3	45	135	4,05
Sala	2	5	65	650	19,5

Sala TI	1	3	45	135	4,05
Churrasqueira	1	0,5	65	32,5	0,975
Banheiro fundos	1	0,5	45	22,5	0,675
Lavanderia	1	0,5	65	32,5	0,975
Garagem	2	1	15	30	0,9
Fundos	1	0,5	15	7,5	0,225
Esquerda	1	0,5	15	7,5	0,225
Frente	1	0,5	15	7,5	0,225
Total	20	38	805	2760	82,8
<b>Custo Total (R\$)</b>			<b>67,90</b>		

Nota: para o cálculo, o preço-base presumido do kW/h é R\$ 0,82

Fonte: elaborado pelos autores

#### 4.1.2 Chuveiro elétrico

O projeto elétrico sem eficiência energética contemplou um chuveiro elétrico comum, com potência de 5.600 watts e tensão em 220 volts.

Em uma residência com 4 pessoas, tomando cada um 2 banhos diários de 8 minutos de duração a cada vez, podem-se exemplificar os cálculos da seguinte forma:

*Tempo de uso mensal*

$$= n^{\circ} \text{ de pessoas} \times \text{banhos diários} \times \text{tempo de duração (h)} \times 30$$

$$\text{Tempo de uso mensal} = 4 \times 2 \times 0,13 \times 30$$

$$\text{Tempo de uso mensal} = 31,2 \text{ h}$$

Tabela 4 – Custo de chuveiro elétrico convencional

Descrição	Potência (W)	Tempo de uso (h)	Consumo mês/(kW/h)	Custo mês /(R\$)
Chuveiro	5600	31,2	179	146,78

Nota: para o cálculo, o preço-base presumido do kW/h é R\$ 0,82

Fonte: elaborado pelos autores

O chuveiro elétrico tradicional possui uma chave que comuta a potência de aquecimento entre a posição Verão e Inverno, a análise realizada foi feita levando-se em conta a situação de maior consumo, ou seja, na posição Inverno.

Sendo assim, o consumo mensal com o chuveiro elétrico é de R\$ 146,78.

## 4.2 Casa eficiente

Para que se possa afirmar que a casa é eficientemente energética, foram necessários estudos que avaliaram a melhor forma de consumir energia elétrica sem desperdícios e com melhores rendimentos. A seguir, serão demonstradas quais foram as formas encontradas para melhorar a eficiência do projeto, com a planta (Apêndice C) e a lista e material (Apêndice D).

### 4.2.1 Iluminação

A Iluminação com lâmpadas fluorescente compacta foi substituída por iluminação LED, contudo houve aumento do quantitativo de lâmpadas, que se deve à quantidade de lumens emitidos pelo LED, sendo a metade das lâmpadas fluorescentes compacta, por ser vendidas somente em baixa potência.

Tabela 5 – Iluminação LED

Descrição	Quantidade	Uso diário (h)	Consumo unitário (W/h)	Consumo diário (W/h)	Consumo mensal (kW/h)
Copa	5	5	20	500	15
Banheiro Social	2	3	20	120	3,6
Escritório	2	3	20	120	3,6
Quarto 1	2	3	20	120	3,6
Corredor	2	3	20	120	3,6
Banheiro Quarto	2	3	20	120	3,6
Quarto 2	2	3	10,5	63	1,89
Quarto 3	2	3	10,5	63	1,89
Sala	5	5	20	500	15
Sala TI	1	3	10,5	31,5	0,945
Churrasqueira	2	0,5	20	20	0,6
Banheiro Fundo	1	0,5	10,5	5,25	0,1575
Lavanderia	3	0,5	20	30	0,9
Garagem	2	1	14	28	0,84
Fundos	1	0,5	14	7	0,21
Esquerda	1	0,5	14	7	0,21
Frente	1	0,5	14	7	0,21
Total	36	38	278	1861,75	55,8525
Custo mensal (R\$)				45,80	

Nota: para o cálculo, o preço-base presumido do kW/h é R\$ 0,82

Fonte: elaborado pelos autores

O custo mensal da energia elétrica para a parte de iluminação teve redução de 32,60%, decrescendo de R\$ 67,71 com a utilização de lâmpadas fluorescente compactas para R\$ 45,63 com a utilização da tecnologia LED.

#### 4.2.2 Sistema de aquecimento solar

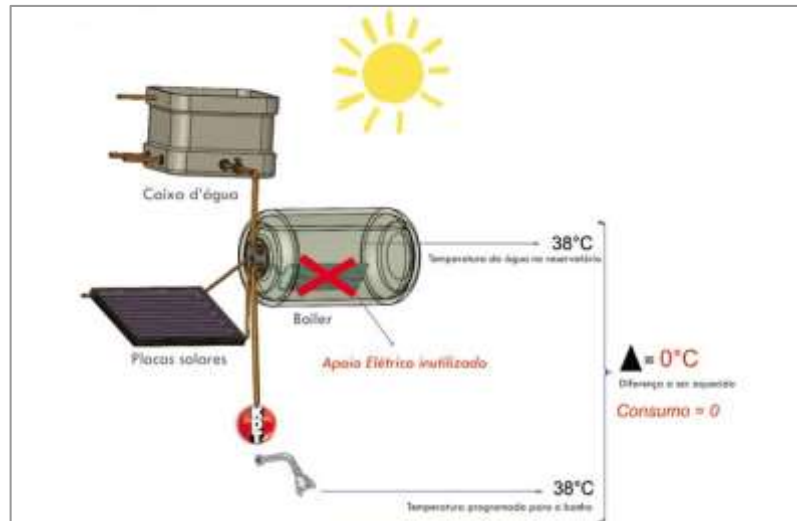
Fazendo uma análise dos tipos de sistema de aquecimento mais eficientes e utilizados do mercado mundial, foram encontrados dois tipos de aquecimento solar para utilização em banhos.

- a) Chuveiro híbrido solar – ao ser acionado utiliza sempre o mínimo de energia possível para aquecer a água na temperatura escolhida. A tecnologia reconhece a temperatura da água quando ela passa pelo chuveiro, e utiliza apenas a energia necessária para manter a água na temperatura programada.

Exemplo: uma pessoa ajusta a temperatura do banho para 38°C e a água do boiler está a 38°C ou em temperatura superior, neste caso não haverá consumo de energia para aquecer a água do banho, porém, quando a água do boiler estiver com temperatura de 34°C, haverá consumo de energia somente para compensar a diferença de 4°C (Figura 11).

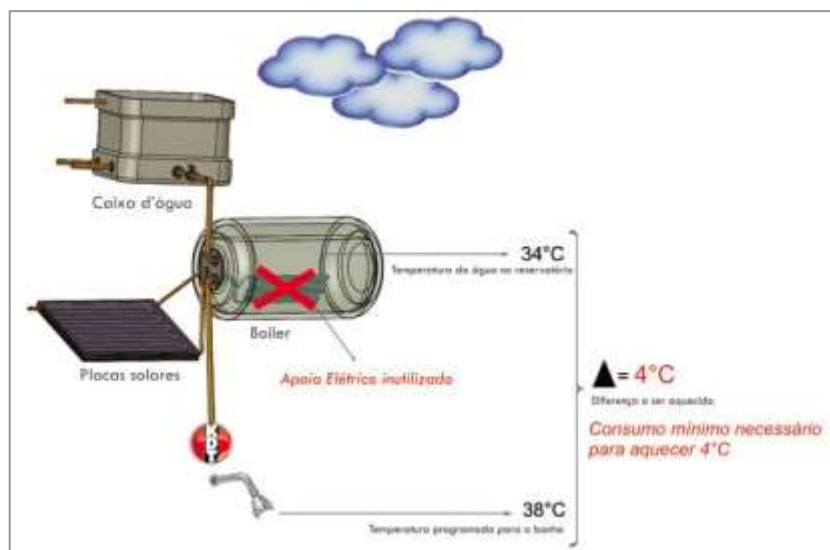
Figura 11 – Esquemático do chuveiro híbrido sem compensação





Fonte: KDT (2015)

Figura 12 – Esquema de chuveiro híbrido compensando a temperatura



Fonte: KDT (2015)

- b) Aquecedor solar sem apoio elétrico – consiste em um boiler que armazena a água aquecida pelas placas solares. Quando o chuveiro é aberto, a água quente armazenada desce até o chuveiro. O sistema não contém compensação térmica, ou seja, caso o boiler contenha água em baixa temperatura, não será possível o aquecimento, provocando desconforto no momento do banho.

Figura 13 – Sistema de Aquecimento Solar



Fonte: SOLETROL (2015)

Na elaboração do projeto com eficiência energética, considera-se o uso do chuveiro híbrido solar, pois representa um sistema que melhor harmoniza a eficiência energética e o conforto dos usuários.

Em uma residência com 4 pessoas, tomando cada uma 2 banhos diários de 8 minutos a cada vez, considerando o chuveiro híbrido, que atua somente como compensação de temperatura e que atua por 1 minuto até a água do boiler descer ao chuveiro, tem-se o seguinte cálculo:

$$\text{Tempo de uso} = n^{\circ} \text{ de pessoas} \times \text{banhos diários} \times \text{tempo de duração (h)} \times 30$$

$$\text{Tempo de uso} = 4 \times 2 \times 0,017 \times 30$$

Tabela 6 – Consumo mensal chuveiro híbrido

Descrição	Potência (W)	Tempo de Consumo (h)	Consumo Mensal (kW/h)
Chuveiro Elétrico	5600	4	22,4
Preço do kW/h		0,82	
Custo Mensal (R\$)		18,37	

Fonte: elaborado pelos autores

Sendo assim, o custo mensal com energia elétrica para o banho foi reduzido em 87,48%, ou seja, de R\$ 146,78 para R\$ 18,37.

Tabela 7 – Custo de implantação de aquecimento solar

Descrição	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor (R\$)
Placas coletoras solar	2	642,00	1.284,00
Boiler (600 litros)	1	1.849,00	1.849,00
Acessórios	1	100,00	100,00
Mão de obra	1	500,00	500,00
Ducha eletrônica	2	844,00	1.688,00
Total			5.421,00

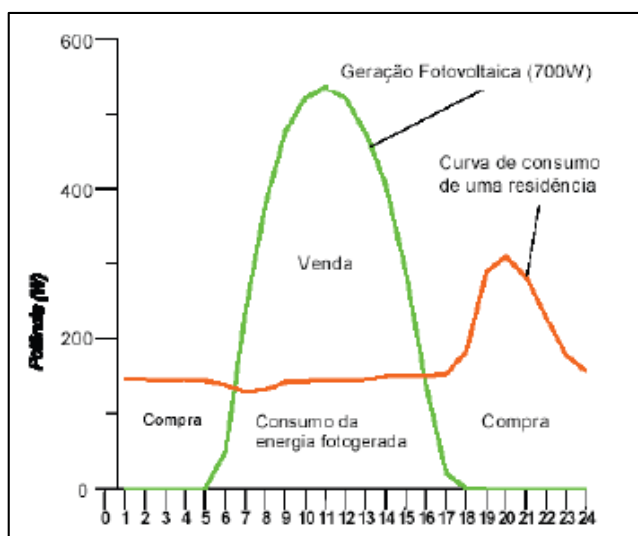
Fonte: elaborado pelos autores

#### 4.2.3 Placas fotovoltaicas

O objetivo com a integração do sistema fotovoltaico com a rede elétrica é diminuir ao máximo possível a compra de energia elétrica da concessionária.

A Figura 14, abaixo, representa um sistema fotovoltaico com potência de pico (Wp) de 700 Watts, as curvas demonstram o momento de venda e o momento de compra de energia da concessionária.

Figura 14 – Curva de carga de sistema fotovoltaico



Fonte: IEE-USP (2015)

Durante o dia quando o consumo de energia é baixo, acontece o momento de venda da energia armazenada. Durante a noite quando o sistema para de gerar energia, passamos então a consumir energia fornecida pela rede e é o momento de compra de energia, o objetivo foi dimensionar um sistema que consiga compensar todo o nosso consumo da residência durante o dia.

A Tabela 8, abaixo, traz o quadro de cargas, que representa o consumo diário separado por circuitos elétricos dimensionados para a residência.

Tabela 8 – Quadro de carga

Distribuição dos circuitos de iluminação									
Descrição	Potência (W)						Carga		
	60	100	160	600	787	5600	FP	W	VA
Iluminação interna	10	5	11	-	-	-	0,55	2.860	5.200
Tomadas de uso específico	-	-	-	12	-	-	0,87	7.200	8.276
Tomadas de uso geral	-	34	-	-	-	-	0,87	3.400	3.908
Tomadas ar condicionado	-	-	-	-	5	-	0,9	3.935	4.372
Chuveiros	-	-	-	-	-	2	1	11.200	11.200
Total								28.595	32.956

Fonte: elaborado pelos autores

O quadro de cargas apresenta o consumo diário habitual da residência, porém, com a integração do sistema de automação, prevê-se redução de 20%, conforme pesquisa da UFMG citada no referencial teórico (RODRIGUES, 2008), sendo assim:

$$\text{Consumo Eficiente} = \text{Consumo diário} - 20\%$$

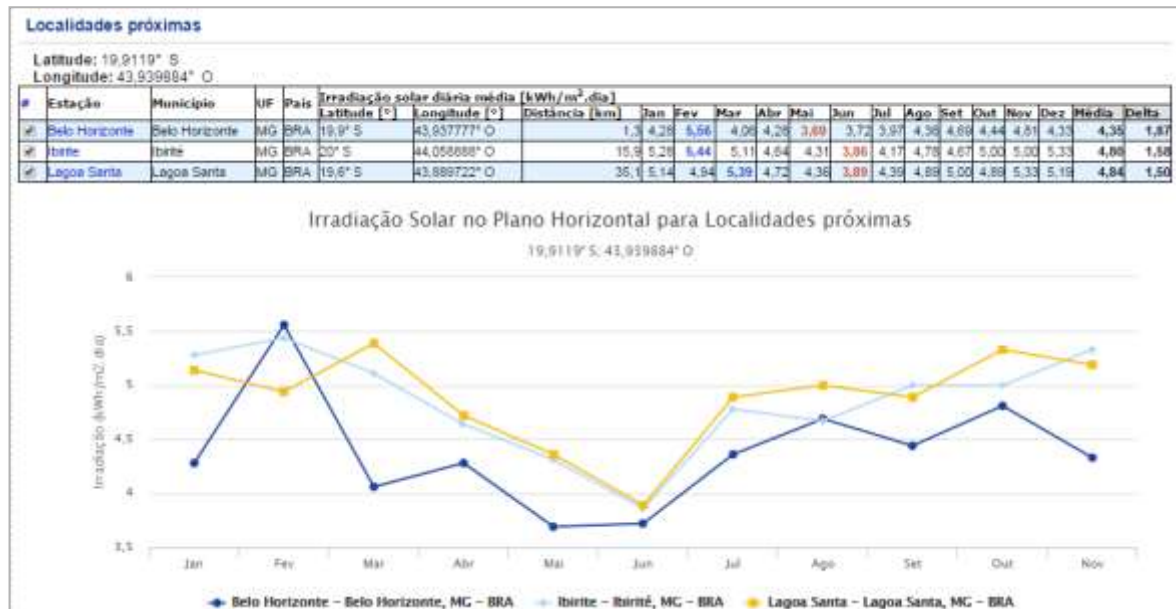
$$\text{Consumo Eficiente} = 28,6 \text{ kWh} * 0,8$$

$$\text{Consumo Eficiente} = 22,9 \text{ kWh}$$

O primeiro passo a ser seguido para dimensionar o sistema será verificar o índice de irradiação solar do local e o ângulo de inclinação necessário para instalação das placas fotovoltaicas.

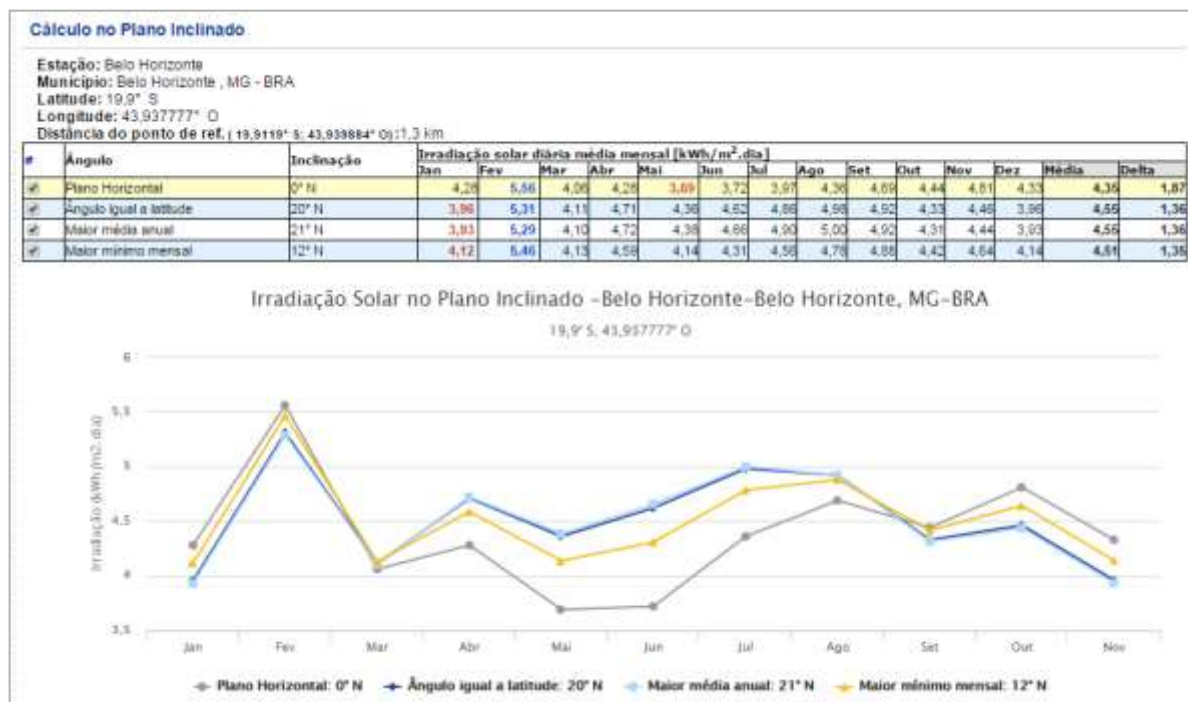
Encontra-se o índice de irradiação solar da região e o índice de inclinação necessário ao sistema; para tanto, é necessário encontrar as coordenadas geográficas da região.

Figura 15 - Irradiação solar



Fonte: CRESESB/CEPEL (2015)

Figura 16 - Cálculo de plano inclinado



Fonte: CRESESB/CEPEL (2015)

Para garantir a melhor eficiência e o melhor desempenho do sistema, considera-se o pior ângulo de inclinação, neste caso 21°.

Além da inclinação e alinhamento para o norte das placas fotovoltaica, é necessário o cálculo da área útil de transformação da irradiação solar em energia. Para tal avaliação é crucial levar em consideração que apenas 15% da irradiação solar é convertida em energia elétrica.

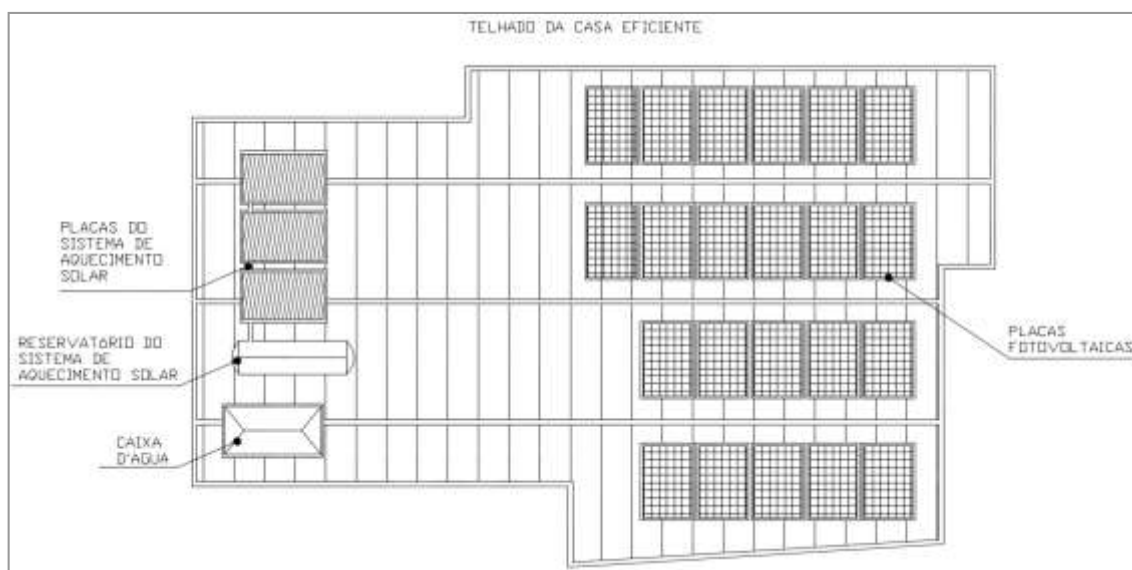
$$\text{Área} = \frac{\text{Potencia consumida por dia}}{\text{Coeficiente de eficiencia da placa} \times \text{Coeficiente de irradiação solar}}$$

$$\text{Área necessaria} = \frac{22.900}{0,15 \times 4,35} = 35,09\text{m}^2$$

Cada uma das placas escolhidas possui área de 1,63 m², desse modo, será utilizado um conjunto de 19 placas, resultando em um sistema com kWp de 5.200 Watts.

O inversor utilizado no sistema tem capacidade para até 10.000 kWp. O sistema terá capacidade de geração aproximada de 20,20 kWh/dia.

Figura 17 – Telhado da residência



Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 9 – Custo de implantação placa fotovoltaica

Estimativa de custo de implantação aquecimento solar			
Descrição	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor (R\$)
Gerador placa voltaica (placas)	19	1.000,00	19.000,00
Infraestrutura	1	1.000,00	1.000,00
Inversor de frequência	1	12.000,00	12.000,00
Miscelânea	1	2.000,00	2.000,00
Total			34.000,00

Fonte: elaborado pelos autores

#### 4.2.4 Integração do sistema

O conforto e a comodidade nem sempre resultam em alto consumo, conforme pesquisa da UFMG (RODRIGUES, 2008), pode haver economia de até 20% se o usuário conseguir monitorar e interagir com o sistema – este projeto utiliza tal sistema.

Será elaborado um supervisor que se comunica com o controlador, recebendo e enviando as informações sobre o estado dos dispositivos conectados a ele. Com essa centralização, o usuário terá por meio de um dispositivo portátil o *status* do consumo energético instantâneo da casa, além do acesso a todos os dispositivos conectados na residência, bastando para isso executar o sistema supervisor, podendo através

dele enviar comandos e configurações com o objetivo de otimizar o consumo energético da casa.

Para a automação da casa proposta, definiram-se a seguir os seguintes critérios:

- tubulação de cargas separada da tubulação de dados e de comando;
- cabeamento em topologia estrela, levando um cabo de dois pares trançados para cada caixa de acionamento;
- quadro de automação com dimensão para atender aos 38 circuitos a ser comandados;
- quadro de automação interligado por tubulação com o quadro de elétrica com o objetivo de receber os circuitos de alimentação das cargas, ligados ao *rack* de telecomunicações a fim de permitir a troca de informações de *status* do sistema como a interface de comunicação com o usuário.

Será destinada no interior da residência uma área técnica para receber os quadros de elétrica, automação e sistemas.

Dessa forma, o projeto terá uma infraestrutura centralizada, na qual todos os dispositivos de distribuição, proteção, atuação, comando e controle estarão alojados em único espaço; assim, nessa área haverá um quadro de distribuição, um quadro de pré-automação e de automação, resultando em um sistema que integra todos os dispositivos com a interface do usuário.

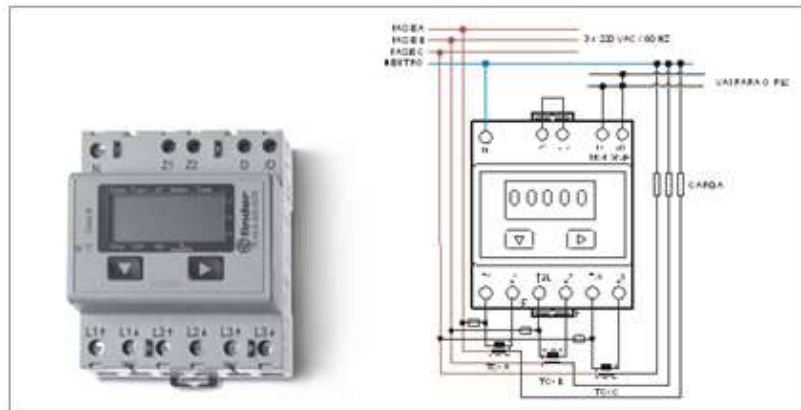
Para apuração da potência consumida e potência acumulada no mês, foi utilizado o medidor de energia do fabricante Finder, ligado na entrada geral do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT).

O medidor envia ao PLC 2.000 pulsos para cada 1 kW/h consumido, informação que será programada no PLC, de acordo com a tarifa cobrada pela concessionária fornecedora de energia elétrica da região, gerando ao usuário o valor acumulado no mês e o valor que está sendo consumido instantaneamente.



Para adequação da corrente nominal do medidor (5A) e a corrente consumida da residência, será utilizado um Transformador de Corrente (TC)) de 100/5 A por fase, a referência de tensão será ligada diretamente ao medidor, criando a relação de 1:1.

Figura 18 – Esquema de ligação do medidor de energia



Fonte: Catálogo Finder (2015)

Para a supervisão, considera-se a interligação do CLP à rede Ethernet, providenciando o acompanhamento instantâneo e mensal do consumo de energia elétrica pelo usuário, via computador e dispositivos móveis.

Figura 19 – Supervisório de automação



Fonte: elaborado pelos autores

Diante do sistema de automação empregado, o usuário, além de acompanhar o funcionamento, poderá intervir no sistema elétrico da residência buscando a máxima eficiência energética, ou seja, poderá operar o sistema desligando qualquer circuito elétrico mesmo que não esteja no interior da casa.

### 4.3 Comparativo

Tabela 10 – Comparativo de iluminação

<b>Tipo</b>	<b>Fluorescente compacta</b>	<b>LED</b>
<b>Modelo</b>	<b>APE-E27/65W</b>	<b>T8-LED/20W</b>
Potência (W)	65,00	20,00
Quantidade de lâmpadas do projeto	12	26
Custo unitário (R\$)	60,00	75,00
Custo total das lâmpadas (R\$)	720,00	1.950,00
Tempo de utilização (h/dia)	5	5
Vida útil (h)	8.000	50.000
Consumo diário (kW/h)	3,90	2,60
Dias de utilização (d/ano)	356	356
Custo do kW/h (R\$)	0,82	0,82
Custo mensal (R\$)	95,94	63,96
Consumo anual (kW/ano)	1.388,40	925,60
Custo anual (R\$)	1.138,49	758,99
Preço por instalação por lâmpada (r\$)	30,00	30,00
<b>Resultados</b>		
Custo de aquisição do sistema (R\$)	1.080,00	2.730,00
Economia total (R\$)	379,50	
Vida útil (anos)	4,49	28,09
Quantidade de manutenção	6,25	0,00
Custo de manutenção	6.750,00	0,00
Tempo de investimentos (anos)	4	

<b>Tipo</b>	<b>Fluorescente compacta</b>	<b>LED</b>
<b>Modelo</b>	<b>APE-E27/45W</b>	<b>T8-LED/10,5W</b>
Potência (W)	45,00	10,50
Quantidade de lâmpadas do projeto	5	6
Custo unitário (R\$)	60,00	75,00
Custo total das lâmpadas (R\$)	300,00	450,00

Tempo de utilização (h/dia)	5	5
Vida útil (h)	8.000	50.000
Consumo diário (kW/h)	1,13	0,32
Dias de utilização (d/ano)	356	356
Custo do kW/h (R\$)	0,86	0,86
Custo mensal (R\$)	29,03	8,13
Consumo anual (kW/ano)	400,50	112,14
Custo anual (R\$)	344,43	96,44
Preço por instalação por lâmpada (R\$)	30,00	30,00

Resultados		
Custo de aquisição do sistema (R\$)	450,00	630,00
Economia total (R\$)	247,99	
Vida útil (anos)	4	28
Quantidade de manutenção	6,25	0
Custo de manutenção	2.812,50	0,00
Tempo de investimentos (anos)	4	

Tipo	Fluorescente compacta	LED
Modelo	APE-E27/15W	T8-LED/7W
Potência (W)	15,00	7,00
Quantidade de lâmpadas do projeto	5	5,00
Custo unitário (R\$)	15,00	30,00
Custo total das lâmpadas (R\$)	75,00	150,00
Tempo de utilização (h/dia)	5	5
Vida útil (h)	8.000	50.000
Consumo diário (kW/h)	0,38	0,18
Dias de utilização (d/ano)	356	356,00
Custo do kW/h (R\$)	0,86	0,86
Custo mensal (R\$)	9,68	4,52
Consumo anual (kW/ano)	133,50	62,30
Custo anual (R\$)	114,81	53,58
Preço por instalação por lâmpada (R\$)	30,00	30,00

Resultados		
Custo de aquisição do sistema (R\$)	225,00	300,00
Economia total (R\$)	61,23	
Vida útil (anos)	4	28
Quantidade de manutenção	6,25	0,00
Custo de manutenção	1.406,25	0,00
Tempo de investimentos (anos)	4	

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 11 – Comparativo de aquecimento de água

<b>Tipo</b>	<b>Convencional</b>	<b>Híbrido solar</b>
<b>Modelo</b>	<b>Lorenzetti 4 Temp.</b>	<b>Ducha eletrônica KDT</b>
Potência (W)	5.600,00	5.600,00
Quantidade de lâmpadas do projeto	1,00	2,00
Custo unitário (R\$)	153,00	4.377,00
Custo total das lâmpadas (R\$)	153,00	8.754,00
Tempo de utilização (h/dia)	1,07	0,13
Vida útil (h)	8.760	8.760
Consumo diário (kW/h)	5,99	1,46
Dias de utilização (d/ano)	365,00	365,00
Custo do kW/h (R\$)	0,82	0,82
Custo mensal (R\$)	147,40	35,82
Consumo anual (kW/ano)	2.187,08	531,44
Custo anual (R\$)	1.793,41	435,78
Preço por instalação (R\$)	100,00	500,00
<b>Resultados</b>		
Custo de aquisição do sistema (R\$)	253,00	9.754,00
Economia total (R\$)	1.357,62	
Vida útil (anos)	1	1
Quantidade de manutenção	1,00	0,00
Custo de manutenção	253,00	0,00
Tempo de investimentos (anos)	4	

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 12 – Comparativo geral

<b>Tipo</b>	<b>Convencional</b>	<b>Eficiente</b>
<b>Iluminação</b>		
Potência (kW/h mensal)	83	55
Custo Mensal (R\$)	68,06	45,10
<b>Aquecimento de Água</b>		
Potência (kW/h mensal)	179	22
Custo Mensal (R\$)	146,78	18,37
<b>Cogeração</b>		
Potência (kW/h mensal)	0	606
Custo Mensal (R\$)	0,00	-496,92
<b>Sistema de Integração</b>		
Potência (kW/h mensal)	0	146
Custo Mensal (R\$)	0,00	-119,72

Total Mensal		
Potência (kW/h mensal)	927	584
Potência Gerada (kW/h mensal)	0	606
Potência Economizada (kW/h mensal)	0	146
Δ Potência (kW/h mensal)	927	-22
Custo do kW/h (R\$)	0,82	0,82
Custo Mensal (R\$)	760,14	-18,04
Custo de Instalação		
Elétrica (R\$)	7.800,00	18.212,23
Aquecimento de Água (R\$)	0,00	6.721,00
Placas Fotovoltaicas (R\$)	0,00	34.000,00
Resultados		
Aquisição do sistema	7.800,00	58.933,23
Economia Anual		9.338,16
Vida Útil (anos)	5	20
Quantidade de Manutenção	4	0
Custo de Manutenção	400,00	260,00
Tempo de Retorno (anos)		5

Fonte: elaborado pelos autores

## CONCLUSÃO

Tomando por base estudos, cálculos e comparativos abordados neste trabalho, conclui-se que a eficiência energética tem muito a contribuir para um planeta mais sustentável, em que as energias disponíveis possam ser melhores aproveitadas sem comprometer o conforto e o bem-estar dos usuários.

Qualquer tipo de geração de energia agride o meio ambiente, logo, é necessário preservar as fontes atuais e aumentar a eficiência do bem comum, evitando ofensa maior ao meio ambiente. O equilíbrio entre consumo eficiente e a necessidade de energia é a sustentabilidade que se deve percorrer.

Um conjunto de pequenas soluções foram elencadas com o objetivo de demonstrar o funcionamento de um projeto de energia eficiente. Neste ambiente, percebe-se que existem atualmente diversas tecnologias e equipamentos que possibilitam tal eficiência.

A eficiência energética auxilia na melhor utilização da energia elétrica, tornando-se uma aliada na geração. No atual sistema elétrico nacional, em que o cenário de racionamento é cada vez mais possível, diante de baixos investimentos, escassez de chuvas e aumento dos custos de geração e transmissão, tal eficiência se faz cada vez mais necessária.

Com os cálculos aqui apresentados, o valor de investimento total, em uma casa eficiente, é de R\$ 58.933,23, porém este custo resulta em uma redução de consumo de energia em 32,60% na iluminação, 82,48% no aquecimento de água, 20% no monitoramento energético, aliado a cogeração por placas fotovoltaicas de 20,20 kWh/dia, resulta-se em uma economia de até 100%, ou seja, R\$ 760,14 mensais.

Com isso verifica-se que o *payback* de um sistema residencial de eficiência energética, é de 5 anos, envolvendo desde o projeto, implantação e manutenção, concluindo-se assim que a execução do projeto proposto neste estudo é aconselhável e viável financeiramente.

## REFERÊNCIAS

AMERICA DO SOL. Por quê tê-los? Disponível em <<http://www.americadosol.org/guiaFV/>>. Acesso em 02 mai. 2015.

ARAGUAIA, Mariana. Importância do banho. Disponível em <<http://www.brasilecola.com/saude/a-importancia-do-banho.htm>> Acesso em 02 mai. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5410 Instalações elétricas de baixa tensão**. Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004

\_\_\_\_\_. **NBR 5461 Iluminação. Terminologia**. Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1990, Revisão 2008.

BIANCHI, Márcia; SILVA, Carolina Vianna da; GELATTI, Rosemary. A evolução e o perfil da governança corporativa no Brasil: um levantamento da produção científica do ENANPAD entre 1999-2008. XXXIII. EnaNPAD. **Anais...** São Paulo, 2009.

BRASIL. **Balanco Energético Nacional**. Relatório final – 2014. Disponível em <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2014.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf)>. Acesso em 01 mai. 2015.

CATÁLOGO FINDER 2015-2016. Catálogo de produtos. Disponível em <<http://gfinder.findernet.com//assets/Downloads/2/CATPT.pdf>>. Acesso em 24 mai. 2015.

CRESESB/CEPEL. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (Cresesb)/Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel). Disponível em <<http://www.cresesb.cepel.br/>>. Acesso em 17 abr. 2015.

CHUVEIRO ELÉTRICO. Chuveiro elétrico é mais econômico que aquecedores. Disponível em <<http://www.usp.br/agen/?p=24685>> Acesso em 01 mai. 2015.

COMO CONSERTAR. Como consertar um chuveiro elétrico. Disponível em <<http://comoconsertar.net/post/27/como-consertar-um-chuveiro-eletrico>>. Acesso em 01 mai. 2015.

COPEL. Uso eficiente de energia na sua casa. Companhia Paranaense de Energia, 2011. Disponível em <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Fresidencia%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F9C83B5131AF54B1B032573EC005D8B0D>>. Acesso em 01 mai. 2015.

CRESTANI, Mauro Sérgio. Acompanhando de perto o rápido avanço dos LEDs. **Revista Eletricidade Moderna**, nº 486, set./2014. Disponível em <[http://www.arandanet.com.br/midiaonline/eletricidade\\_moderna/2014/setembro/index.html](http://www.arandanet.com.br/midiaonline/eletricidade_moderna/2014/setembro/index.html)>. Acesso em 11 abr. 2015.



DISCUTINDO SUSTENTABILIDADE. Blog. 08/07/2014. Disponível em <<http://discutindosustentabilidade.blogspot.com.br/2014/07/economia-de-energia-lampadas.html>>. Acesso em 01 mai. 2015.

ELETROBRÁS. Procel apresenta pesquisa sobre posse e uso de equipamentos elétricos. 18/04/2007. Disponível em <<http://www.elektrobras.com/elb/data/Pages/LUMISEB7EA1A1ITEMID44F7E9599DA046239C97072CC1E4206FPTBRIE.htm>> Acesso em 8 mai. 15.

ELETRÔNICA. Painei solar fotovoltaico. Disponível em <<http://www.electronica-pt.com/painei-solar-fotovoltaico>>. Acesso em 24 mai. 2015.

FONSECA, Virgínia. Consumo sob controle. Minas faz ciência, Mai 2010, ed. 41. Disponível em <<http://revista.fapemig.br/materia.php?id=648>>. Acesso em 8 mai. 15

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142007000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142007000100003&script=sci_arttext)> Acesso em 24 mai. 15.

GREEN. Como funciona o aquecimento solar. Grupo de Estudos em Energia. Disponível em <[http://www.pucminas.br/green/index\\_padrao.php?pagina=3480&PHPSESSID=0d4154e8e5e01c39db779d9b38750faf](http://www.pucminas.br/green/index_padrao.php?pagina=3480&PHPSESSID=0d4154e8e5e01c39db779d9b38750faf)> Acesso em 02 mai. 2015.

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IEE-USP). Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos. Disponível em <[http://www.usp.br/iee/lst/sites/default/files/Mestrado\\_Orlando\\_Lisita.pdf](http://www.usp.br/iee/lst/sites/default/files/Mestrado_Orlando_Lisita.pdf)>. Acesso em 24 mai. 15

KAFRUNI, Simone. Aneel autoriza reajuste de 42,19% nas tarifas da distribuidora Ampla. **Correio Braziliense**. Disponível em <[http://www.correiofaziliense.com.br/app/noticia/economia/2015/03/10/internas\\_economia,474788/aneel-autoriza-reajuste-de-48-nas-tarifas-da-distribuidora-ampla.shtml](http://www.correiofaziliense.com.br/app/noticia/economia/2015/03/10/internas_economia,474788/aneel-autoriza-reajuste-de-48-nas-tarifas-da-distribuidora-ampla.shtml)>. Acesso em 21 mar. 2015.

KTD. A parceira ideal do aquecedor solar. Disponível em <[http://kdt.com.br/?page\\_id=900](http://kdt.com.br/?page_id=900)>. Acesso em 24 mai. 2015

MAMEDE FILHO, J. **Instalações elétricas industriais**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

PRYSMIAN. Manual Prysmian de Instalações Elétricas. Disponível em <[http://br.prysmiangroup.com/br/files/manual\\_prysmian.pdf](http://br.prysmiangroup.com/br/files/manual_prysmian.pdf)>. Acesso em 24 mai. 15

MINHA CASA SOLAR. Painei Fotovoltaico. Disponível em <<http://www.minhacasasolar.com.br/saiba-painei.php>> Acesso em 03 mai. 2015.

NEOSOLAR. Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes. Disponível em <<http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>>. Acesso em 24 mai. 2015.

PRUDENTE, Francesco. **Automação predial e residencial**. Rio de Janeiro: LTC, 2011

RIO DE JANEIRO (ESTADO). Política de ação: eficiência energética. 10/2007. Governo do Estado do Rio de Janeiro.

Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão. Disponível em <<http://download.rj.gov.br/documentos/10112/157728/DLFE-12497.pdf/cartilhaseplag.pdf>>. Acesso em 23 fev. 2015.

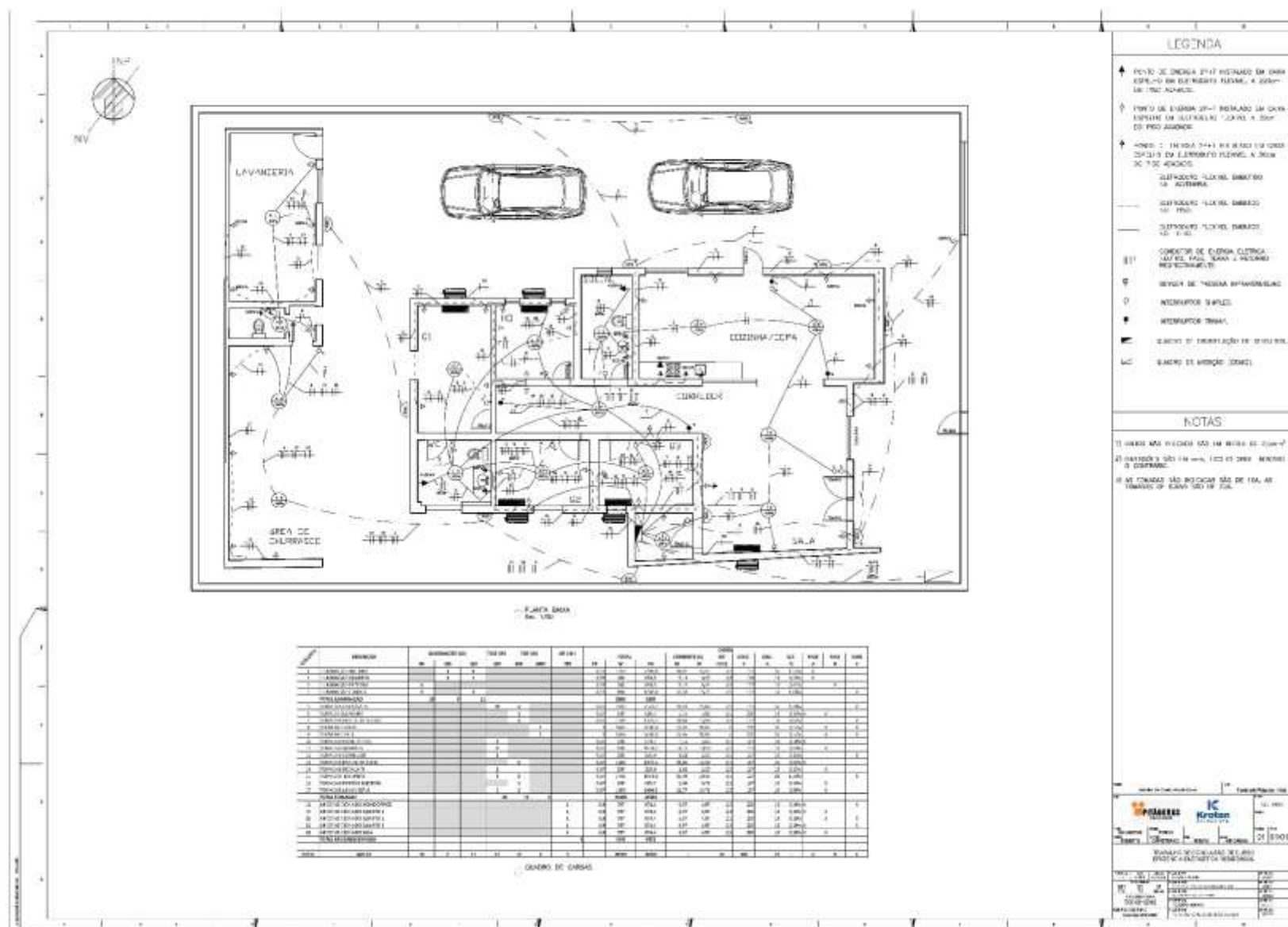
RODRIGUES, Léo. Relógio implacável. **Boletim UFMG**, nº 1630, ano 35, 20/10/2008. Disponível em <<https://www.ufmg.br/boletim/bol1630/6.shtml>> Acesso em 8 mai. 15

SALAMONI, I. **Metodologia para cálculo de geração fotovoltaica em áreas urbanas, aplicada a Florianópolis e Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SOLETROL. Aquecedor solar compacto Solarmax® 200 Litros. Disponível em <<http://www.soletrol.com.br/produtos/compactos/solarmax.php>>. Acesso em 24 mai. 2015.

VASCONCELLOS, Luiz Eduardo Menandro; LIMBERGE, Marcos Alexandre Couto (orgs.). **Energia solar para aquecimento de água no Brasil**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2012. Contribuições da Eletrobras Procel e Parceiros. Disponível em <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=&params=itemID=%7BA281A8D1-9122-49DB-8079-63E33A20B420%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>>. Acesso em 16 mar. 2015.

WHITER PAPER. Pré-automação residencial. São Paulo, Ed. 003, nov./2011. Disponível em <[http://www.instalacoeseltricas.com/download/WP\\_Pre\\_Automacao.pdf](http://www.instalacoeseltricas.com/download/WP_Pre_Automacao.pdf)>. Acesso em 16 mai. 2015.



## APÊNDICE B – Lista de material de casa convencional

REFERÊNCIAS:		REVISÕES						
Nº	DESCRIÇÃO	FIRMA	ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	EMITIDO	DATA	

**Nomes:**

Aluno 1 – Ângelo Silvério dos Santos Júnior  
 Aluno 2 – Antônio Marcos Capistrano Lima  
 Aluno 3 – Guilherme Fernandes Salvaterra  
 Aluno 4 – Roberto Márcio De Moraes  
 Aluno 5 – Ronan Honório de Oliveira e Silva




**PITÁGORAS**  
FACULDADE

ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA FACULDADE PITÁGORAS, NÃO PODENDO SER COPIADO, REPRODUZIDO E FORNECIDO A TERCEIROS SEM PRÉVIA E EXPRESSA AUTORIZAÇÃO.

<b>Projeto Elétrico Casa Eficiente - TCC</b> FACULDADE PITÁGORAS 9º PERÍODO DE ENGENHARIA ELÉTRICA ELÉTRICA LISTA DE MATERIAIS CASA EFICIENTE				CODIFICAÇÃO	
CONTRATO				ORDEM DE SERVIÇO	
PROJETOADO				APROVADO - DATA	
FORMATO		ESCALA		REVISÃO	
<b>A 4</b>		<b>7</b>		<b>0</b>	
TOTAL DE FOLHAS		SEQUENCIAL		FOLHA	
<b>7</b>		<b>L M 0 0 0 0 0 1</b>		<b>0 0 0 1 0</b>	

Item	Discriminação	Unid	Quant	Preço Unit (R\$)	Preço Total (R\$)
01	QDC (Quadro de Distribuição de Circuitos)				
1.1	Quadro de distribuição de circuitos para 42 circuitos parciais mais geral trifásica, caixa e porta em chapa de aço de 1,2 a 1,5mm, placa de montagem em chapa de 2,25mm, pintura eletrostática em pó poliéster cinza (ral 7032) para caixa e porta, e laranja para a placa de montagem, espelho interno para proteção contra contatos diretos com os barramentos, com barramentos de 250 ampéres para fases e neutro e de 125 ampéres para terra, dotados de parafusos imperdíveis, placas de identificação dos circuitos de acrílico com fundo preto e letras brancas. Fechadura tipo yale	unid.	2,00	R\$ 695,00	1390,00
	Subtotal item 01				R\$ 1.390,00
02	Cabos				
02.1	Fornecimento de Cabo de cobre com isolamento em PVC para 0,1kV. Condutor: seção transversal: 1 x 25,0 mm² (unipolar); material: fios de cobre nu, têmpera mole; encordoamento classe 5; temperaturas máximas (em graus Celsius): regime contínuo: 70, sobrecarga: 100, curto-circuito: 160. Isolação: camada interna de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, COR EXTERNA DESCRITA A BAIXO; camada externa de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, extradeslizante, que atenda sa normas NBR NM 247-3, NBR NM 280, NBR NM 247-2.				
02.1.1	Cor predominante da cobertura externa: Branca	m	20,00	R\$ 10,25	205,00
02.1.2	Cor predominante da cobertura externa: Preto	m	20,00	R\$ 10,25	205,00
02.1.3	Cor predominante da cobertura externa: Vermelha	m	20,00	R\$ 10,25	205,00
02.1.4	Cor predominante da cobertura externa: Azul	m	20,00	R\$ 10,25	205,00
02.2	Fornecimento de Cabo de cobre com isolamento em PVC para 0,1kV. Condutor: seção transversal: 1 x 16,0 mm² (unipolar); material: fios de cobre nu, têmpera mole; encordoamento classe 5; temperaturas máximas (em graus Celsius): regime contínuo: 70, sobrecarga: 100, curto-circuito: 160. Isolação: camada interna de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, cor verde; camada externa de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, extradeslizante, que atenda sa normas NBR NM 247-3, NBR NM	m	20,00	R\$ 7,95	159,00


**PITÁGORAS**  
FACULDADE

T	E	SEQUENCIAL						FOLHA	REVISÃO
L	M	0	0	0	0	0	1	2 / 7	0

TEMPORALIDADE ELIMINAR APÓS BAIXA DAS INSTALAÇÕES E/OU EQUIPAMENTOS E/OU COMPONENTES




	280, NBR NM 247-2.				
02.1	Fornecimento de Cabo de cobre com isolamento em PVC para 0,1kV. Condutor: seção transversal: 1 x 4,0 mm² (unipolar); material: fios de cobre nu, tempera mole; encordoamento classe 5; temperaturas máximas (em graus Celsius): regime contínuo: 70, sobrecarga: 100, curto-circuito: 160. Isolação: camada interna de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, COR EXTERNA DESCRITA A BAIXO; camada externa de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, extradeslizante, que atenda as normas NBR NM 247-3, NBR NM 280, NBR NM 247-2.				
02.1.1	Cor predominante da cobertura externa: Branca	m	60,00	R\$ 0,93	55,80
02.1.2	Cor predominante da cobertura externa: Preto	m	60,00	R\$ 0,93	55,80
02.1.2	Cor predominante da cobertura externa: Verde	m	60,00	R\$ 0,93	55,80
02.3	Fornecimento de Cabo de cobre com isolamento em PVC para 450/750 V. Condutor: seção transversal: 1 x 2,5 mm² (unipolar); material: fios de cobre nu, tempera mole; encordoamento classe 5; temperaturas máximas (em graus Celsius): regime contínuo: 70, sobrecarga: 100, curto-circuito: 160. Isolação: camada interna de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, COR EXTERNA DESCRITA A BAIXO; camada externa de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, extradeslizante, que atenda as normas NBR NM 247-3, NBR NM 280, NBR NM 247-2.				
02.3.1	Cor predominante da cobertura externa: Vermelho	m	600,00	R\$ 0,72	432,00
02.3.2	Cor predominante da cobertura externa: Azul	m	#####	R\$ 0,72	864,00
02.3.3	Cor predominante da cobertura externa: Preto	m	900,00	R\$ 0,72	648,00
02.3.4	Cor predominante da cobertura externa: Verde	m	600,00	R\$ 0,72	432,00



**PITÁGORAS**  
FACULDADE

T L	E M	0	0	0	0	0	1	FOLHA 3 / 7	REVISÃO 0
--------	--------	---	---	---	---	---	---	----------------	--------------

TEMPORALIDADE: ELIMINAR APÓS BAIXA DAS INSTALAÇÕES E/OU, EQUIPAMENTOS E/OU COMPONENTES

02.4	Fornecimento de Cabo de cobre com isolamento em PVC para 450/750 V. Condutor: seção transversal: 1 x 1,5 mm <sup>2</sup> (unipolar); material: fios de cobre nu, tempera mole; encordoamento classe 5; temperaturas máximas (em graus Celsius): regime contínuo: 70, sobrecarga: 100, curto-circuito: 160. Isolação: camada interna de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, COR EXTERNA DESCRITA A BAIXO; camada externa de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, extradeslizante, que atenda as normas NBR NM 247-3, NBR NM 280, NBR NM 247-2.				
02.4.01	Cor predominante da cobertura externa: Amarelo	m	600,00	R\$ 0,42	252,00
02.4.02	Cor predominante da cobertura externa: Cinza	m	600,00	R\$ 0,42	252,00
	<b>Subtotal item 02</b>				<b>R\$4.026,40</b>
<b>03</b>	<b>Tomadas e interruptores</b>				
03.1	Fornecimento e instalação de módulo PULSADOR. Modelo Referência: 6110 03 Pialplus ou similar.	pç	19,00	R\$ 9,80	186,20
03.4	Tomada 02P+T 10 Ampéres 250V ~padrão brasileiro, pinos cilíndricos Ø4,8mm em termo plástico isolante de auto impacto antichama, com placa frontal suporte e parafusos de fixação - Referência: 6150 80 - Linha: Pial Plus - Fabricante: Pial Legrand	pç	40,00	R\$ 9,55	382,00
03.5	Tomada 02P+T 20 Ampéres 250V ~padrão brasileiro, pinos cilíndricos Ø4,0mm em termo plástico isolante de auto impacto antichama, com placa frontal suporte e parafusos de fixação - Referência: 6150 81 - Linha: Pial Plus - Fabricante: Pial Legrand	pç	8,00	R\$ 10,50	84,00
	<b>Subtotal item 03</b>				<b>R\$652,20</b>
<b>04</b>	<b>Eletrodutos e caixas de passagem</b>				
04.1	Fornecimento de Caixa PVC. Embutida em alvenaria.				
04.1.1	4"x2"	pç	58,00	R\$ 2,90	168,20
04.1.2	4"x4"	pç	26,00	R\$ 4,90	127,40
04.2	Fornecimento de Eletroduto leve de PVC Corrugado Flexível Antichama, com a função de proteção mecânica das instalações elétricas de baixa tensão. Bitola de 1". Fabricação que atenda aos padrões IEC 614-1/94. Instalação de acordo com a NBR 5410 -Instalações elétricas de baixa tensão. Modelo Referência: 14.21.025.3 ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO TIGREFLEX - AMARELO	m	#####	R\$ 1,56	1.872,00
	<b>Subtotal item 04</b>				<b>R\$2.167,60</b>
<b>05</b>	<b>Disjuntores e dispositivos de proteção</b>				
					
		T L	E M	SEQUENCIAL 0 0 0 0 0 1	FOLHA 4 / 7
					REVISÃO 0

05.1	Fornecimento de Minidisjuntor termomagnético padrão IEC, tripolar, corrente nominal: 3x80 Ampéres; curva de disparo: C; tensão nominal: 220-380 Vac; capacidade de interrupção: 4,5kA em 380/220 V (IEC 60947-2); bornes protegidos contra toques acidentais; alavanca embutida; possibilidade de travamento; disparo livre; dispositivo para compressão de condutores; fixação em trilho DIN. Modelo de referência Pial Legrand RX <sup>3</sup> 4500 DIN Modelo: 40022 50	pç	1,00	R\$ 59,80	59,80
05.2	Fornecimento de Minidisjuntor termomagnético padrão IEC, bipolar, corrente nominal: 2x10 Ampéres; curva de disparo: C; tensão nominal: 220-380 Vac; capacidade de interrupção: 4,5kA em 380/220 V (IEC 60947-2); bornes protegidos contra toques acidentais; alavanca embutida; possibilidade de travamento; disparo livre; dispositivo para compressão de condutores; fixação em trilho DIN. Modelo de referência Pial Legrand RX <sup>3</sup> 4500 DIN Modelo: 40022 52	pç	8,00	R\$ 29,40	235,20
05.3	Fornecimento de Minidisjuntor termomagnético padrão IEC, bipolar, corrente nominal: 2x32 Ampéres; curva de disparo: C; tensão nominal: 220-380 Vac; capacidade de interrupção: 4,5kA em 380/220 V (IEC 60947-2); bornes protegidos contra toques acidentais; alavanca embutida; possibilidade de travamento; disparo livre; dispositivo para compressão de condutores; fixação em trilho DIN. Modelo de referência Pial Legrand RX <sup>3</sup> 4500 DIN Modelo: 4022 56	pç	2,00	R\$ 34,89	69,78
05.4	Fornecimento de Minidisjuntor termomagnético padrão IEC, monopolar, corrente nominal: 1x20 Ampéres; curva de disparo: C; tensão nominal: 127-220 Vac; capacidade de interrupção: 6,0kA em 220/127 V (IEC 60947-2); bornes protegidos contra toques acidentais; alavanca embutida; possibilidade de travamento; disparo livre; dispositivo para compressão de condutores; fixação em trilho DIN. Modelo de referência Pial Legrand RX <sup>3</sup> 6000 DIN Modelo: 4022 45	pç	1,00	R\$ 6,75	6,75
05.5	Fornecimento de Minidisjuntor termomagnético padrão IEC, monopolar, corrente nominal: 1x16 Ampéres; curva de disparo: C; tensão nominal: 127-220 Vac; capacidade de interrupção: 6,0kA em 220/127 V (IEC 60947-2); bornes protegidos contra toques acidentais; alavanca embutida; possibilidade de travamento; disparo livre; dispositivo para compressão de condutores; fixação em trilho DIN. Modelo de referência Pial Legrand RX <sup>3</sup> 6000 DIN Modelo: 4022 44	pç	6,00	R\$ 6,10	36,60



T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
L	M	0 0 0 0 0 1	5 / 7	0

TEMPORALIDADE: ELIMINAR APÓS BASTA DAS INSTALAÇÕES E/OU, EQUIPAMENTOS E/OU COMPONENTES



05.6	Fornecimento de Minidisjuntor termomagnético padrão IEC, monopolar, corrente nominal: 1x10 Ampéres; curva de disparo: C; tensão nominal: 127~220 Vac; capacidade de interrupção: 6,0kA em 220/127 V (IEC 60947-2); bornes protegidos contra toques acidentais; alavanca embutida; possibilidade de travamento; disparo livre; dispositivo para compressão de condutores; fixação em trilho DIN. Modelo de referência P1al Legrand RX <sup>3</sup> 6000 DIN Modelo:	pç	21,00	R\$ 5,25	110,25
05.7	IDR - Interruptor diferencial residual tetrapolar 4x63 Ampéres 230~380V, tipo AC 30mA, em conformidade com a IEC 61008-1 e ABNT NBR NM 61008-1; com capacidade de ruptura em curto circuito de 10kA, na cor branco.	pç	1,00	R\$ 129,20	129,20
05.8	DPS - Dispositivo de proteção contra surto para proteção transitória de origem atmosférica, unipolar 275V~ alta sensibilidade 45kA; UP 1,5 kV; frequência 50/60Hz; para instalação em trilho DIN, com indicador de serviço 127~220V conforme norma ABNT 5410:2004.	pç	4,00	R\$ 34,95	139,80
	Fornecimento e instalação de Sensor de presença para ambientes internos, corrente nominal 10 A, máxima corrente instantânea 20 A, tensão de alimentação 230V AC, 1 contato NA em AgSnO <sub>2</sub> . Montagem em teto; saída com contato seco. Ajuste da luz ambiente para intervenção do sensor de 5 à 300 lux; ajuste do tempo de retardo dos contatos de saída de 10 s à 12 min e amplo ângulo de monitoração (110°). Diâmetro da área sensível de 8m e grau de proteção IP 40. Diâmetro externo 75,1mm, rigidez dielétrica entre contatos abertos 100 V AC. Modelo Referência: Sensor de Presença Finder 18.31.8.230.0300 ou similar.	Unid.	3,00	R\$ 104,00	312,00
	Medidor de energia - Corrente nominal 5 A (6 A Máximo) - Trifásico - Possibilidade de uso com transformadores de corrente de até 1500 A - Montagem em calha DIN TS 35 mm (EN 60715) Modelo Referência: Medidor de energia Finder 7E.56.8.400.00x0 ou similar.	Unid.	1,00	R\$ 780,00	780,00
	CLP -Controlador Lógico Programável - PLC logic, an extensive set of I/O, and communications - capabilities in packages as small as 1"W x 3.5"H x 2.4"D. - 24 Vdc (-15%~+20%) (with DC input reverse polarity protection), Expansion Unit; supplied by the ELC Modelo Referência: Eaton ELC-PV28NNDR/DT	Unid;	1,00	R\$ 2.982,73	2.982,73
	<b>Subtotal item 05</b>				<b>R\$4.862,11</b>
<b>06</b>	<b>Lâmpadas / Iluminação</b>				



T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
L	M	0 0 0 0 0 1	6 / 7	0

TEMPORALIDADE: ELIMINAR APÓS BAIXA DAS INSTALAÇÕES E/OU, EQUIPAMENTOS E/OU COMPONENTES.

06.1	Lâmpada eletrônica fluorescente compacta 30W; tensão nominal 127V; fluxo luminoso 1800Lm; F.P 0,92; In 032 Ampéres; 50/60Hz; 6500k de temperatura de cor, tempo aquecimento 0,90s, com acionamento em 0,3s; expectativa de vida útil de 6000 horas, com base rosçável E-27 em alumínio, cor branca cálida. Fabricante: Osram - REF: 206571	pç	14,00	R\$ 16,90	236,60
06.2	Lâmpada eletrônica fluorescente compacta 15W; tensão nominal 127V; fluxo luminoso 900Lm; F.P 0,92; In 0,21 Ampéres; 50/60Hz; 6500k de temperatura de cor, tempo aquecimento 0,90s, com acionamento em 0,3s; expectativa de vida útil de 6000 horas, com base rosçável E-27 em alumínio, cor branca cálida. Fabricante: Osram - REF: 206579	pç	12,00	R\$ 11,40	136,80
06.3	Arandela tartaruga com grade de sobrepor 100W, corpo em liga de alumínio fundido com pintura eletrostática de alta durabilidade; com difusor em vidro liso forco, base do receptáculo E-27 em porcelana e contato em latão cobreado; com vedação para ambientes externos 250v~; 4 Ampéres para 01 lâmpada - Referência FM Lustres - código: 00509	Unid.	12,00	R\$ 54,00	648,00
06.4	Receptáculo em porcelana com contato roequeável base E-27 220V~ 4,0 Ampéres com parafusos imperdíveis - Referência Lorenzetti	Unid;	14,00	R\$ 1,55	21,70
<b>Subtotal item 06</b>					<b>R\$1.043,10</b>
<b>TOTAL GERAL DA PLANILHA</b>					<b>R\$ 14.141,41</b>

01	<b>QDC (Quadro de Distribuição de Circuitos)</b>	R\$ 1.390,00
02	<b>Cabos</b>	R\$ 4.026,40
03	<b>Tomadas e interruptores</b>	R\$ 652,20
04	<b>Eletrodutos e caixas de passagem</b>	R\$ 2.167,60
05	<b>Disjuntores e dispositivos de proteção</b>	R\$ 4.862,11
06	<b>Lâmpadas / Iluminação</b>	R\$ 1.043,10
<b>TOTAL GERAL DA PLANILHA</b>		<b>R\$ 14.141,41</b>



T	E	SEQUENCIAL					FOLHA	REVISÃO
L	M	0	0	0	0	0	1	7 / 7
								0

TEMPORALIDADE: ELIMINAR APÓS SAÍDA DAS INSTALAÇÕES E/OU, EQUIPAMENTOS E/OU COMPONENTES.



## APÊNDICE D – Lista de material de casa eficiente

REVISÕES							
Nº	DESCRIÇÃO	FIRMA	ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	EMITIDO	DATA

Nomes:

Aluno 1 – Ângelo Silvério dos Santos Júnior  
 Aluno 2 – Antônio Marcos Capistrano Lima  
 Aluno 3 – Guilherme Fernandes Salvaterra  
 Aluno 4 – Roberto Márcio De Moraes  
 Aluno 5 – Ronan Honório de Oliveira e Silva




**PITÁGORAS**  
FACULDADE

ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA  
FACULDADE PITÁGORAS, NÃO PODENDO  
SER COPIADO, REPRODUZIDO E FORNECIDO  
A TERCEIROS SEM PRÉVIA E EXPRESSA  
AUTORIZAÇÃO.

<b>Projeto Elétrico Casa Eficiente - TCC</b> FACULDADE PITÁGORAS 9º PERÍODO DE ENGENHARIA ELÉTRICA ELÉTRICA LISTA DE MATERIAIS CASA EFICIENTE				COFIMAÇÃO   PROJEÇÃO	
CONTRATO		ORDEM DE SERVIÇO		COTAS EM mm	
PROJETADO	DESENHADO	ESPECIFICADO	VERIFICADO	APROVADO - DATA	
<b>A 4</b> TOTAL DE FOLHAS <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">6</div>	T L	E M	SEQUENCIAL 0 0 0 0 0 0 1	FOLHA 0 0 0 1	REVISÃO 0




Item	Discriminação	Unid	Quant	Preço Unit (R\$)	Preço Total (R\$)
01	QDC (Quadro de Distribuição de Circuitos)				
1.1	Quadro de distribuição de circuitos para 42 circuitos parciais mais geral trifásica, caixa e porta em chapa de aço de 1,2 a 1,5mm, placa de montagem em chapa de 2,25mm, pintura eletrostática em pó poliéster cinza (ral 7032) para caixa e porta, e laranja para a placa de montagem, espelho interno para proteção contra contatos diretos com os barramentos, com barramentos de 250 ampéres para fases e neutro e de 125 ampéres para terra, dotados de parafusos imperdíveis, placas de identificação dos circuitos de acrílico com fundo preto e letras brancas. Fechadura tipo yale	unid.	1,00	R\$ 695,00	695,00
	Subtotal item 01				R\$ 695,00
02	Cabos				
02.1	Fornecimento de Cabo de cobre com isolamento em PVC para 0,1kV. Condutor: seção transversal: 1 x 25,0 mm² (unipolar); material: fios de cobre nu, têmpera mole; encordoamento classe 5; temperaturas máximas (em graus Celsius): regime contínuo: 70, sobrecarga: 100, curto-circuito: 160. Isolação: camada interna de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, COR EXTERNA DESCRITA A BAIXO; camada externa de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, extradeslizante, que atenda sa normas NBR NM 247-3, NBR NM 280, NBR NM 247-2.				
02.1.1	Cor predominante da cobertura externa: Branca	m	20,00	R\$ 10,25	205,00
02.1.2	Cor predominante da cobertura externa: Preto	m	20,00	R\$ 10,25	205,00
02.1.3	Cor predominante da cobertura externa: Vermelha	m	20,00	R\$ 10,25	205,00
02.1.4	Cor predominante da cobertura externa: Azul	m	20,00	R\$ 10,25	205,00
02.2	Fornecimento de Cabo de cobre com isolamento em PVC para 0,1kV. Condutor: seção transversal: 1 x 16,0 mm² (unipolar); material: fios de cobre nu, têmpera mole; encordoamento classe 5; temperaturas máximas (em graus Celsius): regime contínuo: 70, sobrecarga: 100, curto-circuito: 160. Isolação: camada interna de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, cor verde; camada externa de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, extradeslizante, que atenda sa normas NBR NM 247-3, NBR NM 280, NBR NM 247-2.	m	20,00	R\$ 7,95	159,00



T	E	SEQUENCIAL				FOLHA	REVISÃO
L	M	0	0	0	0	1	2 / 6
							0

TEMPORALIDADE ELIMINAR APÓS BAIXA DAS INSTALAÇÕES E/OU EQUIPAMENTOS E/OU COMPONENTES

02.1	Fornecimento de Cabo de cobre com isolamento em PVC para 0,1kV. Condutor: seção transversal: 1 x 4,0 mm² (unipolar); material: fios de cobre nu, tempera mole; encordoamento classe 5; temperaturas máximas (em graus Celsius): regime contínuo: 70, sobrecarga: 100, curto-circuito: 160. Isolação: camada interna de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, COR EXTERNA DESCRITA A BAIXO; camada externa de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, extradeslizante, que atenda as normas NBR NM 247-3, NBR NM 280, NBR NM 247-2.				
02.1.1	Cor predominante da cobertura externa: Branca	m	60,00	R\$ 0,93	55,80
02.1.2	Cor predominante da cobertura externa: Preto	m	60,00	R\$ 0,93	55,80
02.1.2	Cor predominante da cobertura externa: Verde	m	60,00	R\$ 0,93	55,80
02.3	Fornecimento de Cabo de cobre com isolamento em PVC para 450/750 V. Condutor: seção transversal: 1 x 2,5 mm² (unipolar); material: fios de cobre nu, tempera mole; encordoamento classe 5; temperaturas máximas (em graus Celsius): regime contínuo: 70, sobrecarga: 100, curto-circuito: 160. Isolação: camada interna de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, COR EXTERNA DESCRITA A BAIXO; camada externa de composto termoplástico de PVC sem chumbo, resistente à chama, extradeslizante, que atenda as normas NBR NM 247-3, NBR NM 280, NBR NM 247-2.				
02.3.1	Cor predominante da cobertura externa: Vermelho	m	600,00	R\$ 0,72	432,00
02.3.2	Cor predominante da cobertura externa: Azul	m	900,00	R\$ 0,72	648,00
02.3.2	Cor predominante da cobertura externa: Preto	m	600,00	R\$ 0,72	432,00
02.3.3	Cor predominante da cobertura externa: Amarelo	m	400,00	R\$ 0,72	288,00
02.3.3	Cor predominante da cobertura externa: Verde	m	600,00	R\$ 0,72	432,00
Subtotal item 02					R\$3.378,40
03	Tomadas e interruptores				
03.1	Fornecimento de interruptor 01 seção paralelo 10 Ampéres em termoplástico isolante de auto impacto antichama, com placa frontal suporte e parafusos de fixação - Em conformidade com a ABNT NBR 14136 - Referência: 6111 01 - Linha: PIAL Plus - Fabricante: PIAL Legrand	pç	12,00	R\$ 10,50	126,00
03.2	Fornecimento de interruptor 01 seção simples 10 Ampéres em termoplástico isolante de auto impacto antichama, com placa frontal suporte e parafusos de fixação - Em conformidade com a ABNT NBR 14136 - Referência: 6111 00 - Linha: PIAL Plus - Fabricante: PIAL Legrand	pç	8,00	R\$ 8,75	70,00

**PITÁGORAS**  
FACULDADE

T	E	SEQUENCIAL				FOLHA	REVISÃO
L	M	0	0	0	0	3 / 6	0

03.3	Fornecimento de conjunto de interruptor 01 seção simples 10 Ampéres + tomada 02P+T 10 Ampéres 250V ~padrão brasileiro, pinos cilíndricos Ø4,0mm em termo plástico isolante de auto impacto antichama, com placa frontal suporte e parafusos de fixação - Referência: 6150 74 - Linha: Pial Plus - Fabricante: Pial Legrand	pç	4,00	R\$ 14,75	59,00
03.4	Tomada 02P+T 10 Ampéres 250V ~padrão brasileiro, pinos cilíndricos Ø4,8mm em termo plástico isolante de auto impacto antichama, com placa frontal suporte e parafusos de fixação - Referência: 6150 80 - Linha: Pial Plus - Fabricante: Pial Legrand	pç	40,00	R\$ 9,55	382,00
03.5	Tomada 02P+T 20 Ampéres 250V ~padrão brasileiro, pinos cilíndricos Ø4,0mm em termo plástico isolante de auto impacto antichama, com placa frontal suporte e parafusos de fixação - Referência: 6150 81 - Linha: Pial Plus - Fabricante: Pial Legrand	pç	8,00	R\$ 10,50	84,00
Subtotal item 03					R\$721,00
04	Eletrodutos e caixas de passagem				
04.1	Fornecimento de Caixa PVC, Embutida em alvenaria.				
04.1.1	4"x2"	pç	58,00	R\$ 2,90	168,20
04.1.2	4"x4"	pç	26,00	R\$ 4,90	127,40
04.2	Fornecimento de Eletroduto leve de PVC Corrugado Flexível Antichama, com a função de proteção mecânica das instalações elétricas de baixa tensão. Bitola de 1". Fabricação que atenda aos padrões IEC 614-1/94. Instalação de acordo com a NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão. Modelo Referência: 14.21.025.3 ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO TIGREFLEX - AMARELO	m	150,00	R\$ 1,56	234,00
04.3	Fornecimento de Eletroduto leve de PVC Corrugado Flexível Antichama, com a função de proteção mecânica das instalações elétricas de baixa tensão. Bitola de ¾. Fabricação que atenda aos padrões IEC 614-1/94. Instalação de acordo com a NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão. Modelo Referência: 14.21.025.3 ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO TIGREFLEX - AMARELO	m	600,00	R\$ 1,21	726,00
Subtotal item 04					R\$1.255,60
05	Disjuntores e dispositivos de proteção				
05.1	Fornecimento de Minidisjuntor termomagnético padrão IEC, tripolar, corrente nominal: 3x80 Ampéres; curva de disparo: C; tensão nominal: 220-380 Vac; capacidade de interrupção: 4,5kA em 380/220 V (IEC 60947-2); bornes protegidos contra toques acidentais; alavanca embutida; possibilidade de travamento; disparo livre; dispositivo para compressão de condutores; fixação em trilho DIN. Modelo de referência Pial Legrand RX³ 4500 DIN Modelo: 40022 50	pç	1,00	R\$ 59,80	59,80




**PITÁGORAS**  
FACULDADE

T	E	SEQUENCIAL				FOLHA	REVISÃO
L	M	0	0	0	0	1	4 / 6
							0



05.2	Fornecimento de Minidisjuntor termomagnético padrão IEC, bipolar, corrente nominal: 2x10 Ampéres; curva de disparo: C; tensão nominal: 220~380 Vac; capacidade de interrupção: 4,5kA em 380/220 V (IEC 60947-2); bornes protegidos contra toques acidentais; alavanca embutida; possibilidade de travamento; disparo livre; dispositivo para compressão de condutores; fixação em trilho DIN. Modelo de referência Pial Legrand RX³ 4500 DIN Modelo: 40022 52	pç	8,00	R\$ 29,40	235,20
05.3	Fornecimento de Minidisjuntor termomagnético padrão IEC, bipolar, corrente nominal: 2x32 Ampéres; curva de disparo: C; tensão nominal: 220~380 Vac; capacidade de interrupção: 4,5kA em 380/220 V (IEC 60947-2); bornes protegidos contra toques acidentais; alavanca embutida; possibilidade de travamento; disparo livre; dispositivo para compressão de condutores; fixação em trilho DIN. Modelo de referência Pial Legrand RX³ 4500 DIN Modelo: 4022 56	pç	2,00	R\$ 34,89	69,78
05.4	Fornecimento de Minidisjuntor termomagnético padrão IEC, monopolar, corrente nominal: 1x20 Ampéres; curva de disparo: C; tensão nominal: 127~220 Vac; capacidade de interrupção: 6,0kA em 220/127 V (IEC 60947-2); bornes protegidos contra toques acidentais; alavanca embutida; possibilidade de travamento; disparo livre; dispositivo para compressão de condutores; fixação em trilho DIN. Modelo de referência Pial Legrand RX³ 6000 DIN Modelo: 4022 45	pç	1,00	R\$ 6,75	6,75
05.5	Fornecimento de Minidisjuntor termomagnético padrão IEC, monopolar, corrente nominal: 1x16 Ampéres; curva de disparo: C; tensão nominal: 127~220 Vac; capacidade de interrupção: 6,0kA em 220/127 V (IEC 60947-2); bornes protegidos contra toques acidentais; alavanca embutida; possibilidade de travamento; disparo livre; dispositivo para compressão de condutores; fixação em trilho DIN. Modelo de referência Pial Legrand RX³ 6000 DIN Modelo: 4022 44	pç	6,00	R\$ 6,10	36,60
05.6	Fornecimento de Minidisjuntor termomagnético padrão IEC, monopolar, corrente nominal: 1x10 Ampéres; curva de disparo: C; tensão nominal: 127~220 Vac; capacidade de interrupção: 6,0kA em 220/127 V (IEC 60947-2); bornes protegidos contra toques acidentais; alavanca embutida; possibilidade de travamento; disparo livre; dispositivo para compressão de condutores; fixação em trilho DIN. Modelo de referência Pial Legrand RX³ 6000 DIN Modelo:	pç	8,00	R\$ 5,25	42,00
05.7	IDR - Interruptor diferencial residual tetrapolar 4x63 Ampéres 230~380V, tipo AC 30mA, em conformidade com a IEC 61008-1 e ABNT NBR NM 61008-1; com capacidade de ruptura em curto circuito de 10kA, na cor branco.	pç	1,00	R\$ 129,20	129,20
05.8	DPS - Dispositivo de proteção contra surto para proteção transitória de origem atmosférica, unipolar 275V~ alta sensibilidade 45kA; UP 1,5 kV; frequência 50/60Hz; para instalação em trilho DIN, com indicador de serviço 127~220V conforme norma ABNT	pç	4,00	R\$ 34,95	139,80

**PITÁGORAS**  
FACULDADE

T	E	SEQUENCIAL					FOLHA	REVISÃO	
L	M	0	0	0	0	0	1	5 / 6	0

TEMPORALIDADE ELIMINAR APÓS BAIXA DAS INSTALAÇÕES E/OU EQUIPAMENTOS E/OU COMPONENTES



	5410.2004.				
	<b>Subtotal item 05</b>				<b>R\$719,13</b>
<b>06</b>	<b>Lâmpadas / Iluminação</b>				
06.1	Lâmpada eletrônica fluorescente compacta 30W; tensão nominal 127V; fluxo luminoso 1800Lm; F.P 0,92; In 0,32 Ampères; 50/60Hz; 6500k de temperatura de cor, tempo aquecimento 0,90s, com acionamento em 0,3s; expectativa de vida útil de 6000 horas, com base rosca E-27 em alumínio, cor branca cálida. Fabricante: Osram - REF: 206571	pg	14,00	R\$ 16,90	236,60
06.2	Lâmpada eletrônica fluorescente compacta 15W; tensão nominal 127V; fluxo luminoso 900Lm; F.P 0,92; In 0,21 Ampères; 50/60Hz; 6500k de temperatura de cor, tempo aquecimento 0,90s, com acionamento em 0,3s; expectativa de vida útil de 6000 horas, com base rosca E-27 em alumínio, cor branca cálida. Fabricante: Osram - REF: 206579	pg	12,00	R\$ 11,40	136,80
06.3	Arandela tartaruga com grade de sobrepor 100W, corpo em liga de alumínio fundido com pintura eletrostática de alta durabilidade; com difusor em vidro liso forço, base do receptáculo E-27 em porcelana e contato em latão cobreado; com vedação para ambientes externos 250v~; 4 Ampères para 01 lâmpada - Referência FM Lustres - código: 00509	Unid.	12,00	R\$ 54,00	648,00
06.4	Receptáculo em porcelana com contato roequeável base E-27 220V~ 4,0 Ampères com parafusos imperdíveis - Referência Lorenzetti	Unid;	14,00	R\$ 1,55	21,70
	<b>Subtotal item 06</b>				<b>R\$1.043,10</b>
	<b>TOTAL GERAL DA PLANILHA</b>				<b>R\$ 7.812,23</b>

<b>01</b>	<b>QDC (Quadro de Distribuição de Circuitos)</b>	<b>R\$ 695,00</b>
<b>02</b>	<b>Cabos</b>	<b>R\$ 3.378,40</b>
<b>03</b>	<b>Tomadas e interruptores</b>	<b>R\$ 721,00</b>
<b>04</b>	<b>Eletrodutos e caixas de passagem</b>	<b>R\$ 1.255,60</b>
<b>05</b>	<b>Disjuntores e dispositivos de proteção</b>	<b>R\$ 719,13</b>
<b>06</b>	<b>Lâmpadas / Iluminação</b>	<b>R\$ 1.043,10</b>
	<b>TOTAL GERAL DA PLANILHA</b>	<b>R\$ 7.812,23</b>



T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
L	M	0 0 0 0 0 1	6 / 6	0

TEMPORALIDADE ELIMINAR APÓS BASTA DAS INSTALAÇÕES E/OU EQUIPAMENTOS E/OU COMPONENTES

## APÊNDICE E – Memória de cálculo de Iluminação

Cômodo	Área(m²)	Lado 1	Lado 2	Lux	K	Fu	Fdi	Total(lm)
Sala	28,20	3,20	2,20	100	0,482853	0,32	0,8	11750
Cozinha	29,53	8,10	3,60	100	0,923077	0,39	0,8	10096
Quarto 1	11,33	2,50	8,10	100	0,707547	0,32	0,8	4721
Quarto 2	7,29	3,20	2,20	100	0,482853	0,32	0,8	3038
Quarto 3	7,29	3,20	2,20	100	0,482853	0,32	0,8	3038
Home office	6,39	2,60	2,70	200	0,490566	0,32	0,8	5325
Banheiro social	6,39	3,60	1,70	200	0,427673	0,32	0,8	5325
Banheiro quarto	5,84	2,10	2,50	200	0,422705	0,32	0,8	4867
Sala TI	3,20	1,60	2,10	100	0,336336	0,32	0,8	1333
Lavanderia	17,40	3,00	5,80	100	0,732323	0,32	0,8	7250
Corredor	11	7,19	1,62	100	0,489671	0,32	0,8	4583
Churrasco	24	7,39	3,26	50	0,837816	0,32	0,8	5000
Banheiro fundos	3,5	1,18	3	100	0,313663	0,32	0,8	1458

Cômodo	Tipo	Lm necessário	Lm por lâmp.	Potência (w)	Quant.
Sala	Fluorescente comp.	11750	4000	65	2
Cozinha	Fluorescente comp.	10096	4000	65	2
Quarto 1	Fluorescente comp.	4721	4000	65	1
Quarto 2	Fluorescente comp.	3038	2800	45	1
Quarto 3	Fluorescente comp.	3038	2800	45	1
Home office	Fluorescente comp.	5325	4000	65	1
Banheiro social	Fluorescente comp.	5325	4000	65	1
Banheiro quarto	Fluorescente comp.	4867	4000	65	1
Sala TI	Fluorescente comp.	1333	2800	45	1
Lavanderia	Fluorescente comp.	7250	4000	65	1
Corredor	Fluorescente comp.	4583	4000	65	1
Churrasco	Fluorescente comp.	5000	4000	65	1
Banheiro fundos	Fluorescente comp.	1458	1000	65	1
Área externa	Fluorescente comp.	4750	950	15	5
Soma				65	12
				45	4
				15	5

<b>Cômodo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Lm necessário</b>	<b>Lm por lâmp.</b>	<b>Potência (w)</b>	<b>Quant.</b>
Sala	LED	11750	2000	20	5
Cozinha	LED	10096	2000	20	5
Quarto 1	LED	4721	2000	20	2
Quarto 2	LED	3038	1050	10,5	2
Quarto 3	LED	3038	1050	10,5	2
Home office	LED	5325	2000	20	2
Banheiro social	LED	5325	2000	20	2
Banheiro quarto	LED	4867	2000	20	2
Sala ti	LED	1333	1050	10,5	1
Lavanderia	LED	7250	2000	20	3
Corredor	LED	4583	2000	20	2
Churrasco	LED	5000	2000	20	2
Banheiro fundos	LED	1458	1050	10,5	1
Área externa	LED	4750	900	7	5
Soma				20	26
				10,5	6
				7	5