

FACULDADE INDEPENDENTE DO NORDESTE - FAINOR  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ALISSON RÉGIS MOREIRA

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA A UMA RESIDÊNCIA  
UNIFAMILIAR**

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA  
NOVEMBRO - 2015

ALISSON RÉGIS MOREIRA

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA A UMA RESIDÊNCIA  
UNIFAMILIAR**

Monografia apresentada a Faculdade Independente do Nordeste, Curso de Engenharia Elétrica, como requisito para a obtenção do grau de Engenheiro Eletricista com ênfase em Eletrônica.

ORIENTADOR PRO. ESP. DANILO BRITO ALMEIDA

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

NOVEMBRO – 2015



ALISSON RÉGIS MOREIRA

## **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA A UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

### **FOLHA DE AVALIAÇÃO**

Nota Final: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Pro. Esp. Danilo Brito de Almeida (Orientador)

\_\_\_\_\_  
2 Membro:

\_\_\_\_\_  
3 Membro:

Vitória da Conquista, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015.

Dedico este Projeto de Monografia a  
Deus e aos meus familiares.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus.

A minha mãe Célia Maria por ter me auxiliado e dado condições para que eu alcançasse os meus objetivos.

A minha namorada Thainá Teles por ter me incentivado e apoiado durante a elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas de trabalho que estiveram comigo e contribuíram de forma direta ou indireta para a elaboração desta monografia.

Ao meu orientador Danilo Brito Almeida pelo apoio durante o processo de orientação.

A Ricardo Dias por ter contribuído para elaboração deste projeto.

A Evelone Pereira, por ter me auxiliado na pesquisa.

A Faculdade Independente do Nordeste, pela oportunidade de realizar este curso de graduação.

A todos os professores do curso de Engenharia Elétrica.

*“Cada sonho que você deixa para trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir.”*

*(Steve Jobs)*

## RESUMO

A falta de água é um problema que afeta grande parte da população mundial. Desperdício, má utilização e o uso desordenado, podem provocar sérios problemas para a humanidade. Em virtude dos acontecimentos relacionados à crise da falta de água e a crise de abastecimento que o Brasil é submetido, é necessário que haja meios em que a sociedade em geral, juntamente com o governo, crie mecanismo de incentivo que promova o seu uso racional. O presente estudo teve como finalidade impor a sustentabilidade em uma residência, através da identificação e viabilização de um sistema de utilização de energia solar fotovoltaica e reaproveitamento da água da chuva para fins não potáveis. O sistema coleta a água da chuva e direciona para o reservatório com sensores de nível, que indicam se o reservatório está cheio ou não. A água armazenada é direcionada para uma caixa específica da residência, através de bombas alimentadas por painéis fotovoltaicos, sendo esta água utilizada na descarga e lavagem do quintal. O reaproveitamento interno é feito pela água do banho e máquina de lavar roupas. Neste sistema, foi utilizado o Controlador Lógico Programável (CLP), com sua linguagem em *ladder*. O sistema de microgeração de energia por painéis fotovoltaicos, atendeu toda a residência, com intuito de estabelecer a demanda total da casa. O estudo mostrou-se significativo, pois medidas que promovem a sustentabilidade é de suma importância.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Água. Sistema de automação. CLP. Painéis fotovoltaicos. Eficiência Energética.



## ABSTRACT

Lack of water is a problem that affects much of the world population. Waste, misuse and uncontrolled use can cause serious problems for humanity. In view of the events related to the lack of water crisis and the supply crisis that Brazil is submitted, there needs to be ways in which society at large along with the government, create incentive mechanism that promotes the rational use of water. This study aimed to impose sustainability in a residence , by identifying enabling feasibility a use of photovoltaic solar energy system and reuse of rain water for non-potable purposes. The System collects rainwater and directs it to the tank with level sensors , which indicate whether the tank is full or not. The stored water is directed to a box specifies of the residence, via pumps powered by solar panels, where water is used in toilet and backyard. The internal reuse is made by bath water and machine washing. In this system, the Programmable Logic Controller (PLC ) was used, with its language *ladder*. The energy microgeneration system with photovoltaic panels, was supplied the residence, aiming to establish the total demand of the house. The study was significant because measures that promote sustainability is of utmost importance

**Keywords:** Water. Automation system. CLP . Photovoltaic panels. Energy efficiency

:

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Participantes do mercado energético 2004. ....	25
Figura 2: Expectativas ao consumo final de energia no Brasil. ....	28
Figura 3: Intensidade energética no cenário brasileiro expressa em Tep/R\$. ....	29
Figura 4: Consumo de energia e eficiência energética no Brasil. ....	31
Figura 5: Lista de equipamentos mais eficientes nas residências brasileiras. ....	32
Figura 6: Pluviômetro Simples. ....	36
Figura 7: Cálculo do Volume de Água. ....	37
Figura 8: Chuva acumulada mensal X Chuva em Vitoria da Conquista – período 2015. ....	39
Figura 9: Chuva acumulada mensal X N° de dias com chuva em 2015 - Vitória da Conquista. ....	40
Figura 10: Distribuição do consumo de água em residências brasileiras. ....	42
Figura 11: Figura: Distribuição dos recursos hídricos no Brasil da superfície e da população. ....	43
Figura 12: Consumo per capita de água X Perdas na distribuição – Brasil. ....	44
Figura 13: Insolação diária no Brasil (média anual). ....	45
Figura 14: Aquecimento de água através de um sistema solar. ....	46
Figura 15: Corrente elétrica em função da tensão aplicada em uma célula de Si, em condições de ensaio. ....	48
Figura 16: Modelo básico de um Sistema fotovoltaico isolado (Domiciliar) em c.c. ..	52
Figura 17: Sistema fotovoltaico. B-controlador de carga; C-banco de baterias; D-inversores; E- cargas; F- caixa de conexão. ....	54
Figura 18: Esquematização do sistema fotovoltaico de bombeamento (SBFV) .....	57
Figura 19: Esquematização de uma cisterna com três saídas. ....	64
Figura 20: Filtro residencial VF1. ....	64
Figura 21: Sifão ladrão. ....	65
Figura 22: Freio d'água 3P DN150. ....	65
Figura 23: Tabela do dimensionamento de condutores horizontais e verticais .....	66
Figura 24: Calha de PVC. ....	67
Figura 25: Separador de água (primeira chuva). ....	68
Figura 26: Funcionamento da resistência da placa do sensor de chuva. ....	69

Figura 27: Sensor de nível para líquido LA16M-40. ....	70
Figura 28: Estrutura básica de um CLP. ....	71
Figura 29: Hardware do CLP da WEG Click02.....	75
Figura 30: Linguagem de programação <i>ladder</i> .....	76
Figura 31: Comandos básicos da linguagem <i>ladder</i> . ....	78
Figura 32: Sistema - Reservatório 1 através do LogixPro. ....	82
Figura 33: Sistema – Reservatório 1 através do LogixPro. ....	83
Figura 34: Sistema – Reservatório 1 através do LogixPro. ....	83
Figura 35: Sistema – Reservatório 2 através do LogixPro. ....	84
Figura 36: Sistema – Reservatório 2 através do LogixPro. ....	85
Figura 37: Esquematização do Sistema Painel fotovoltaico.....	85
Figura 38: Interface do Clic 02 com CLP Modelo CLW-0220HR-A. ....	86
Figura 39: Esquematização Sistema – Reservatório 1 Clic02.....	87
Figura 40: Esquematização Sistema – Reservatório 1 Clic02.....	87
Figura 41: Esquematização Sistema – Reservatório 1 Clic02.....	88
Figura 42: Esquematização Sistema – Reservatório 2 Clic02.....	88
Figura 43: Esquematização Sistema – Reservatório 2 Clic02.....	89
Figura 44: Animação em Adobe Flash CS3 para o sistema proposto. ....	89
Figura 45: Consumo mensal de água na residência. ....	90
Figura 46: Média de consumo de água por pessoa na residência. ....	91
Figura 47: Consumo total de energia por mês na residência (kWh) – Método convencional. ....	92
Figura 48: Esquematização da planta baixa da residência em estudo projetada no AutoCAD. ....	93
Figura 49: Esquematização 2 da planta baixa da residência em estudo projetada no AutoCAD. ....	94
Figura 50: Índice de radiação em Vitória da Conquista e nas localidades próximas. ....	95
Figura 51: Dimensionamento da residência para o cálculo dos painéis fotovoltaicos (kWh) - Método eficiente. ....	96
Figura 52: Média diária de insolação do painel fotovoltaico Kyocera kd250GH-4FB2. ....	97
Figura 53: Esquematização do coletor solar para aquecimento de água. ....	98
Figura 54: Bomba centrífuga BCR-2000. ....	98

Figura 55: Características do motor WEG – 00 com capa de proteção e capacitor permanente 2 polos, 60 Hz. ....99

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consumo dos equipamentos elétricos na residência .....	92
Tabela 2: Investimento do projeto. ....	100

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

V – Volts

A – Ampere

W – Watts

Wh – Watt-hora

MW – MegaWatt

TWh – Terawatt-hora

Kw - Quilowatt - hora

m<sup>3</sup> - Metro cúbico

mA - Miliampére

CI – Circuito Integrado

CC – Corrente Contínua

VCA – Volts em corrente alternada

VCC – Volts em corrente continua

NOS - Operador Nacional de Sistema

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia

PND – Programa Nacional de Desestatização de Energia

ANA - Agencia Nacional de Águas

PIB – Produto Interno Bruto

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CMSE - Comitê de Monitoramento o Setor Elétrico

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

ANELL – Agência Nacional de Energia

ONU – Organização das Nações Unidas

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
1.1.1 ÁGUA .....	17
1.1.2 Recursos hídricos no Brasil.....	17
1.1.2 Demanda mundial e mudanças climáticas .....	18
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA .....	19
1.2 QUESTÕES DE PESQUISA .....	19
1.3 HIPÓTESE .....	19
1.4 OBJETIVO GERAL .....	19
1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	19
1.6 JUSTIFICATIVA .....	20
<b>2 ESTADO DA ARTE</b> .....	21
3.1 O SETOR ELÉTRICO (visão geral).....	22
3.1.1 Setor elétrico no Brasil: História .....	22
3.1.2 Reforma do Setor Elétrico Brasileiro .....	23
3.1.3 Crise energética .....	25
3.1.4 Projeção de demanda de energia final.....	27
3.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	29
3.2.1 Linhas de ações propostas para residências .....	32
3.2.2 Eficiência energética em edificações.....	33
3.3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	33
3.4 POLITICAS PUBLICAS RELACIONADAS AO MEIO AMBIENTE .....	34
3.5 DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO EM RELAÇÃO AO MEIO AMBIENTE .....	34
3.5 IMPACTO AMBIENTAL E SUAS CONSEQUÊNCIAS .....	35
3.6 INDICE PLUVIOMÉTRICO NO BRASIL.....	35
3.6.1 Cálculo da área para captação da água da chuva .....	37
3.7 CLIMATOLOGIA (Análise trimestral 2015).....	37
3.7.1 Projeções climáticas para a região do nordeste.....	38
3.8 ASPECTOS LEGAIS SOBRE O USO DA ÁGUA DA CHUVA .....	40
3.9 EDIFÍCIOS E RESIDÊNCIAS SUSTENTÁVEIS.....	41
3.10 REUSO DA ÁGUA .....	41
3.11 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO MUNDO .....	42

3.11.1 Consumo de água no Brasil .....	42
3.11.2 Consumo de água por habitante no Brasil .....	43
3.12 ENERGIA SOLAR .....	44
3.12.1 Radiação Solar .....	45
3.12.2 Coletor Solar .....	46
3.12.3 Painéis fotovoltaicos.....	47
3.12.3.1 Características e parâmetros elétricos de células fotovoltaicas .....	47
3.12.3.2 Aplicações dos sistemas fotovoltaicos .....	50
3.12.3.2.1 Sistema fotovoltaico interligado a rede elétrica .....	50
3.12.3.2.2 Medidores.....	51
3.12.3.2.3 Sistemas Isolados .....	51
3.12.3.2.4 Sistemas isolados individuais (Domiciliar).....	52
3.12.3.2.5 Conversor e inversor CC-CA.....	53
3.12.3.3 Baterias .....	53
3.12.3.4 Controladores de carga .....	53
3.12.3.5 Controladores de carga (série ou paralelo) .....	55
3.12.3.6 Inversores.....	55
3.12.3.7 Legislações e Normas da ABNT .....	56
3.12.3.8 Custos e Vantagens do Sistema fotovoltaico .....	56
3.12.4 Sistemas fotovoltaicos para bombeamento de água.....	57
3.12.4.1 Tipos de motobombas .....	58
3.12.4.2 Tipos de motores.....	58
3.12.4.2.1 Motores de corrente alternada .....	58
3.12.4.2.2 Motores de corrente continua.....	59
3.12.4.3 Potência Hidráulica.....	59
3.12.4.4 Projeções e custos .....	60
3.13 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL .....	60
3.13.2 Controle do nível de líquido .....	61
3.13.3 Captação e armazenamento da água da chuva .....	61
3.13.4 Classificação das águas residuais .....	61
3.13.5 Normas para aproveitamento da água da chuva.....	62
3.13.6 Qualidade da água da chuva armazenada.....	62
3.13.7 Componentes do reservatório .....	63



3.13.7.1 Dimensionamento dos reservatórios .....	63
3.13.7.2 Cisternas .....	64
3.13.7.3 Filtro volumétrico (VF1) .....	64
3.13.7.4 Sifão ladrão .....	65
3.13.7.5 Freio de água .....	65
3.13.7.6 Calhas e Condutores.....	66
3.13.7.6.1 Condutores Verticais e Horizontais .....	67
3.13.8 Conservação e armazenamento da água da chuva .....	67
3.13.9 Sensores .....	68
3.13.9.1 Sensor de chuva .....	69
3.13.9.2 Sensor Reed Switch .....	69
3.13.10 CLP .....	70
3.13.10.1 Funcionamento.....	71
3.13.10.2 Módulos de Entradas e Saídas .....	72
3.13.10.3 Estrutura de um CLP (básica) .....	72
3.13.11 WEG - Clic02 Relé programável .....	73
3.13.11.1 Comunicação em rede .....	75
3.13.10.4 Linguagem em <i>ladder</i> .....	75
3.13.10.5 Blocos Funcionais .....	76
3.13.10.6 Comando da linguagem <i>ladder</i> .....	76
3.13.10.7 Chaves .....	78
3.13.10.7.2 Chave fim de curso.....	78
3.13.10.8 Atuadores .....	79
3.14.10.9 Saídas digitais .....	79
3.14.10.11 Contatores.....	79
3.14.10.12 Saídas analógicas .....	79
3.14.10.13 Válvula proporcional .....	79
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>80</b>
<b>5 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>81</b>
5.1 ANÁLISE DAS FERRAMENTAS .....	81
5.1.2 LogixPro .....	81

5.1.2.1 Sistema - Reservatório 1 ( Água da Chuva) .....	81
5.1.2.2 Sistema - Reservatório 2 (Água do chuveiro e tanque de roupa) .....	84
5.1.2.3 Sistema painel fotovoltaico .....	85
5.1.3 Clic02 .....	86
5.1.4 Adobe Flash CS3 .....	89
5.2 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA APLICADO A UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR.....	90
5.2.1 Consumo de água .....	90
5.2.1.1 Consumo de água da descarga .....	90
5.2.1.2 Consumo de água na residência .....	90
5.2.2 Dimensionamento da residência .....	91
5.2.2.1 Projeto elétrico .....	93
5.2.3 Índice Solarimétrico .....	94
5.2.4 Dimensionamento dos painéis fotovoltaicos.....	95
5.2.5 Aquecedor solar para aquecimento da água do chuveiro .....	97
5.2.6 Classificação da bomba centrífuga.....	98
5.2.7 Componentes do sistema proposto .....	99
5.2.8 Investimento do projeto .....	100
5.2.9 Retorno do Investimento do projeto .....	100
5.2.9.1 Payback.....	101
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>102</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1.1 ÁGUA

A água é um bem que sustenta a raça humana e é de grande importância para o equilíbrio do meio ambiente. Devido ao aumento da população e maior necessidade de utilização deste bem, este recurso vem sendo bastante discutido atualmente.

Devido ao crescimento acelerado da demanda mundial e a falta de distribuição em determinadas localidades, Setti et al. (2001), mostra que mais de um bilhão de pessoas vivem em condições insuficientes de disponibilidade de água potável para o consumo. Além disso, em 25 anos esta disponibilidade estará mais crítica, e a população poderá conviver com uma moderada ou falta total de água para o consumo. Entretanto, o planeta possui disponibilidade hídrica que atende toda a população, porém esta distribuição não é feita de maneira uniforme, gerando adversos em várias regiões.

Desta forma, Santos (2010) relata que em todo o planeta, a quantidade de água doce disponível para humanidade não ultrapassa 2,5%, sendo que desse total 68% são águas armazenadas em regiões polares e 30,1% em reservatórios subterrâneos e só 0,27% são encontradas em rios e lagos e utilizados para consumo. Assim, somente 0,007% de toda a água do planeta é consumível no mundo. Além disso, atividades do setor agrícola e industrial consomem 80,1% dessa água disponível para consumo. Outro fator agravante é existência de uma concentração populacional em territórios onde há pouca disponibilidade de água.

## 1.1.2 Recursos hídricos no Brasil

Setti et al. (2001) afirma que o Brasil tem uma grande disponibilidade hídrica. Entretanto, não existe uma boa gestão desse recurso, visto que, há uma demanda exagerada em algumas regiões, degradação e mau aproveitamento. Apesar de sua ampla disponibilidade, 70% de toda a água do país encontram-se na região amazônica, e não é bem aproveitado, pois, somente cerca de 5% é utilizada no país. A criação do código de Águas em 10 de julho de 1934 tinha como principio combater

esse desequilíbrio desordenado e apresentar uma participação mais ativa nesse contexto. Contudo, tal decreto jurídico não foi capaz de intervir com ações que favoreça o equilíbrio hídrico. Assim, foram sancionadas leis com esse objetivo, como a lei nº 9.433, que é a lei da Política Institucional de Recursos Hídricos, e a nº 9.984, que é a ANA (Agencia de Águas Nacionais) com a finalidade de programar a política e coordenação desse sistema.

O Brasil com 14% da água do planeta possui, entretanto, uma distribuição desigual do volume e disponibilidade dos recursos hídricos: enquanto um habitante da Amazônia tem 700.000 m<sup>3</sup> de água por ano disponível, um habitante da região Metropolitana de São Paulo tem 280 m<sup>3</sup> por ano disponível. Essa disparidade traz inúmeros problemas econômicos e sociais, especialmente levando-se em conta a disponibilidade/demanda e saúde humana na periferia das grandes regiões metropolitanas do Brasil: esse é um dos grandes problemas ambientais deste início do século XXI no Brasil. Portanto, saneamento básico, tratamento de esgotos, recuperação de infraestrutura e de mananciais são prioridades fundamentais no Brasil. Outra prioridade é avançar na gestão de recursos hídricos com a consolidação da descentralização e da governabilidade com a abordagem de bacias hidrográficas. Nesse caso, a interação entre disponibilidade/demanda de recursos hídricos com a população da bacia hidrográfica e a atividade econômica e social, considerando-se o ciclo hidro social, é também fundamental e de grande alcance para o futuro (TUNDISI, 2008, p.13).

### 1.1.2 Demanda mundial e mudanças climáticas

A demanda excessiva por água se dá pelo aumento expressivo em quatro atividades: agricultura, indústria, produção de energia e consumo humano. O setor agrícola com 70% é o maior responsável por este consumo. Entretanto, o consumo humano que é a principal fonte de utilização para saneamento e drenagem tem um crescimento considerável a cada ano que passa. O número de pessoas que não tem acesso à água potável no mundo é relativamente grande, de tal modo, há outros problemas como: a eletricidade, onde 1,4 bilhões de pessoas no planeta não dispõem desses recursos e o saneamento básico, que não é acessivo para 2,6 bilhões de pessoas mesmo alcançando uma melhora na qualidade do tratamento da água.

Como mostra o Relatório Mundial das Nações Unidas (ONU) o futuro sobre o suprimento de água mundial é incerto. Assim, lideranças políticas, gestores de recursos hídricos e cidadãos, tem o dever de se conscientizar sobre riscos que podem acarretar durante crises climáticas, financeiras e alimentares, podendo

ocasionar efeitos negativos relacionados à sustentabilidade mundial ligado ao desenvolvimento da economia verde, com o objetivo de integrar partes envolvidas a fim de obter soluções estratégicas.

### 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Como projetar uma residência unifamiliar, com um sistema de automação de forma eficiente?

### 1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

Como desenvolver em uma residência um sistema de reutilização da água e a utilização de painéis solares e coletor solar, atendendo todas as suas necessidades, tornando esta residência automatizada.

### 1.3 HIPÓTESE

Com o desperdício e falta de água no Brasil e no mundo, fica evidente a necessidade de criar meios de preservar o meio ambiente e reutilizar a água, priorizando a sobrevivência do ser humano, através do incentivo a políticas sustentáveis.

### 1.4 OBJETIVO GERAL

Elaborar o projeto de uma casa eficiente tendo como foco a reutilização da água e energia solar, analisando os custos do modelo tradicional e o modelo a ser elaborado, demonstrando o Payback do projeto.

### 1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Relatar os problemas relacionados ao tema abordado como a crise energética, crise da água, entre outros.
- Criar um sistema automatizado com CLP.

- Elaborar sistema de reutilização da água.
- Elaborar sistema fotovoltaico inteligente.
- Analisar o consumo mensal de água.
- Analisar o consumo mensal de energia.
- PayBack do projeto.
- Promover a sustentabilidade.

## 1.6 JUSTIFICATIVA

A falta de água é um assunto de suma importância para a sociedade, devido a diversos fatores como mudanças climáticas, desperdício, má gestão entre outras. Desse modo, o presente estudo tem como justificativa amenizar os impactos causados pela crise, através de um sistema de reaproveitamento de água e utilização de energia renovável.

## 2 ESTADO DA ARTE

Na atualidade, a população em geral vem sofrendo com a crise energética e a falta de água, fazendo com que seja necessária a busca por alternativas que diminuam as consequências causadas por essa crise. O objetivo deste trabalho é buscar meios para contornar a crise energética e de água de maneira sustentável, diminuindo os impactos econômicos e ambientais.

Para obter uma melhor junção das informações foram identificadas diversas publicações relacionadas á construções civis e instalações elétricas através da coleta de informações e dados. De tal modo, foi feito um levantamento bibliográfico a respeito de autores cujos temas baseavam na priorização da sustentabilidade, relacionados a água e a crise de energia; estrutura e programação do CLP, dimensionamento dos reservatórios para armazenamento de água; e a geração de energia solar.

De maneira viável, o objetivo foi planejar alternativas para captação e reutilização da água e energia renovável em uma residência com um melhor desempenho, suprimindo as necessidades diárias de cada indivíduo.

Diante do atual momento em que a população busca amenizar os impactos ambientais através do consumo sustentável, o estudo vem com o intuito de proporcionar para as sociedades menores impactos econômicos e ambientais sem deixar de mão o conforto e a qualidade.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 O SETOR ELÉTRICO (visão geral)

Como retrata Junqueira (2009), o setor elétrico é uma junção de segmentos independentes: geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia. Assim, ocorre um “balanceamento” onde os demais setores são interligados, mostrando que o equilíbrio entre a oferta e a demanda é necessário para que não ocorram imperfeições na rede e interrupção no fornecimento, tornando eficiente o sistema em cada ponto. O sistema é flexível e tende a acompanhar a demanda de cada lugar, prevendo incertezas na ocorrência de oscilações e imperfeições na rede.

Segundo Joskow (1985, apud JUNQUEIRA, 2009, p. 70), o processo de geração de eletricidade de uma hidrelétrica é através da energia mecânica aplicada na movimentação de turbinas constituídas por um conjunto de unidades, envolvendo técnicas distintas das demais empresas geradoras. A geração evita que problemas afetem os consumidores e o sistema em geral. Junqueira (2009) enfatiza que:

Na caracterização do setor, é imperativo enfatizar que o mesmo possui fortes externalidades socioambientais. Em primeiro lugar, em virtude da manipulação dos combustíveis, sejam eles fosseis nucleares, hídricos ou outros. Em segundo lugar, por fornecer a infraestrutura essencial para a vida moderna e para o desenvolvimento econômico. Neste aspecto deve-se destacar inclusive, que as camadas mais pobres da população tendem a proteção regulatória (subsídios tarifários, programas para atendimento de camadas mais baixas de renda, etc.). (JUNQUEIRA, 2009, p. 72).

##### 3.1.1 Setor elétrico no Brasil: História

No Brasil, a produção de energia elétrica deu-se por meio de pequenas empresas de governos municipais por volta do final do século XIX. Sua comercialização começou por meio de concessionárias estrangeiras que se instalaram no início do século XX, possibilitando o uso industrial e comercial. Além da concentração empresarial destas concessionárias, houve também um aumento considerável da tecnologia empregada e criação de centrais elétricas que viabilizaram a oferta de energia elétrica em 1920 (DE LORENZO, 2001).

Paixão (2008, apud CHAGAS, 2008, p.26), afirma que o período entre 1934 e 1945, foi criado o tratado das águas, que seria a regulamentação para o fornecimento de energia e o uso adequado da água, sendo de total responsabilidade



a autorização para o uso do potencial hidrelétrico. Na década de 40, houve uma pequena crise no Brasil devido a II guerra mundial, onde fatores influenciaram negativamente o crescimento da energia, assim impossibilitou o investimento do capital estrangeiro.

Ainda neste contexto, Chistofari (2006, apud CHAGAS, 2008, p.27), relata que uma nova estrutura organizacional foi imposta no período de 1945 a 1965, através de um planejamento que expandisse o setor elétrico. Partindo dessa ideia, sugeriram programas como o BNDE (1952), Plano Nacional de Eletrificação (1946), Central Elétrica de Furnas (1957), Ministério de Minas e Energia (1960) e a Eletrobrás responsável pelo financiamento e coordenação do setor e principal formuladora da política setorial (1962). Em 1950, 82% da geração elétrica total no Brasil eram representadas por hidrelétricas, ao passo que, houve um aumento expressivo da potência instalada em 1950, resultando em 1883 MW. Assim, uma parcela da potência instalada é dada por 987 usinas termelétricas e 16 usinas mistas gerando 347 MW e a outra parcela por 1089 hidrelétricas gerando 1536 MW.

Portanto, entre 1963 a 1977 houve um grande aumento na capacidade produtiva e rápido crescimento econômico. Magalhães (2009), mostra que o setor elétrico firmou-se com a implementação de novas hidrelétricas no país, sendo destaque a usina de Itaipu e Furnas. Já em 1985 onde foi criado o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia), o país sofreu um período de escassez de energia, conseqüentemente foi reduzido o fornecimento nas regiões do Brasil. Na década de 90 foi o momento de privatização do sistema, nesse cenário surgiu a PND (Programa Nacional de Desestatização de Energia), e a ONS (Operador Nacional de Sistema) tornando um marco inicial na etapa de interligação norte-sul.

### 3.1.2 Reforma do Setor Elétrico Brasileiro

A reforma do setor elétrico brasileiro iniciou-se pelo decreto da lei nº 8.631 editada em março de 1993 que teve como a finalidade extinguir tarifas que não contemplavam características em diversas áreas, criando contratos vigentes entre geradores e distribuidores. Assim, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica)

foi criada com o intuito de proporcionar condições para o mercado de energia elétrica, a fim de beneficiar a sociedade.

Em 1996, foi implantado o Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (Projeto RE-SEB), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia. As principais conclusões desse projeto foram a necessidade de implementar a desverticalização das empresas de energia elétrica, ou seja, dividi-las nos segmentos de geração, transmissão e distribuição; incentivar a competição nos segmentos de geração e comercialização; e manter sob regulação os setores de distribuição e transmissão de energia elétrica, considerados como monopólios naturais, sob regulação do Estado.(GASTALDO, 2009, p.1).

Gastaldo (2009) relata que em 2001, o Brasil passou pelo processo de racionamento de energia pressupondo questionamentos em que rumo o setor elétrico poderia estar trilhando. Deste modo, o comitê de Revitalização do setor elétrico foi criado com a finalidade de alterar o modelo do setor, visando adequar a propostas de alteração do seu sistema. Portanto, o modelo institucional foi responsável pela criação do EPE (Empresa de Pesquisa Energética) com o objetivo de estudar o planejamento em longo prazo, o CMSE (Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico) com objetivo de avaliar a segurança de suprimentos de energia e a CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica), seguimento ao ramo de comercialização da energia elétrica. O quadro a seguir relata os participantes do mercado energético em relação a 2004.

Figura 1: Participantes do mercado energético 2004.

<i>MODELO ANTIGO (ATÉ 1995)</i>	<i>MODELO DE LIVRE MERCADO (1995 A 2003)</i>	<i>NOVO MODELO (2004)</i>
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação
Empresas predominantemente Estatais	Abertura e ênfase na privatização das empresas	Convivência entre empresas Estatais e Privadas
Monopólios - Competição inexistente	Competição na geração e comercialização	Competição na geração e comercialização
Consumidores Cativos	Consumidores livres e cativos	Consumidores livres e cativos
Tarifas reguladas em todos os segmentos	Preços livremente negociados na geração e comercialização	No ambiente livre: Preços livremente negociados na geração e comercialização. No ambiente regulado: leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado regulado	Mercado Livre	Convivência entre mercados livre e regulado
Planejamento Determinativo - Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento Indicativo pelo Conselho nacional de política Energética (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do mercado	Contratação: 85% do mercado (até agosto/2003) e 95% do mercado (até dezembro/2004)	Contratação: 100% do mercado + reserva
Sobras / déficits do balanço energético rateados entre compradores	Sobras/déficits do balanço energético liquidados no MAE	Sobras/déficits do balanço energético liquidados na CCEE, Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficit (MCSO) para as distribuidoras

Fonte: (O SETOR ELETRICO, 2009)<sup>1</sup>

O setor elétrico em longo prazo vem progredindo e se adaptando de acordo com as modificações propostas pelo mercado energético, tendo suas características modificadas quando necessárias.

### 3.1.3 Crise energética

Segundo Vitousek et al. (1997, apud POMPELLI, 2011, p.1), a demanda crescente dos recursos naturais é decorrente da trajetória da evolução humana. Dessa maneira, cerca de 50% da produtividade da superfície terrestre já esta sendo utilizada. De tal modo, a partir da Revolução Industrial, a sociedade teve um aumento considerável em relação à utilização de energia.

<sup>1</sup> Disponível em: <[http://www.oseletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/ed38\\_direito\\_em\\_energia\\_eletrica.pdf](http://www.oseletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/ed38_direito_em_energia_eletrica.pdf)>. Acesso em: Mai. 2015.

De tudo que vem de trás, quase se concluem que a importância estratégica da energia resulta essencialmente da capacidade do homem disciplinar as potencialidades energéticas que a natureza tão generosamente lhe oferece. Esta é a conclusão só não é verdadeira porque os problemas específicos de índole técnico-econômico se sobrepõem todo um conjunto de manobras e influencias geopolíticas em plena e efervescente transformação o que, naturalmente, conduz a mais um ponto de reflexão: a chamada crise mundial de energia. (BARROS, 1982, p.59).

Atualmente convivemos com um problema que vem se arrastando por um longo período de tempo no nosso país, a qual diversos setores são afetados. Assim sendo, a crise energética que se instalou no Brasil durante estes últimos anos, deu-se por diversos motivos, entre eles a falta de planejamento e má gestão como mostra Street (2015).

Possuímos grande disponibilidade de recursos hídricos, porém, devido às condições climáticas, falta de estrutura e uma administração pouco efetiva, não conseguimos usufruir de forma racional e eficiente. Como ressalta Street (2015), a crise já provocou um grande prejuízo financeiro, e duas questões devem ser discutidas: corrigir o problema em curto prazo e os fatores latentes que levaram a esta situação. Estes dois fatores combinados oferecem um dano direto a economia e sociedade.

A duração dos recursos energéticos primários atuais e a gestão de energia preocupam, pois, devem ser utilizados da melhor forma e em face da evolução da sociedade. Partindo dessa premissa, tal progresso se dá pela racionalização do emprego da energia (BARROS, 1982).

Street (2015) acrescenta que, as hidrelétricas no Brasil atendem a 90% do consumo no período de cheias, ao passo que em períodos incertos de chuva, utilizamos outras fontes de produção de energia, como as termelétricas que são responsáveis por apenas 30% do consumo total. O fato é que não há um planejamento adequado da utilização destes recursos.

A verdade, porém, é que a crise existe e existe porque, apesar dos enormes avanços tecnológicos já alcançados pela humanidade, ela ainda está longe de poder exercer os processos de transformações energéticas indispensáveis. E agrava-se porque o homem não foi capaz de se harmonizar com uma ética de convivência social justa e equilibrada, indispensável ao crescimento econômico e ao progresso de todos os povos. (BARROS, 1982, p.2).

Para Martins (2010) é imprescindível que haja uma forma de reestruturação do setor elétrico brasileiro, através de estudos de planejamento e coordenação integrados dos recursos energéticos. A expressão utilizada “ciclo de planejamento energético” integrado no PNE, é determinado por pesquisas deste setor que se resume em quatro etapas: diagnóstico, elaboração de diretrizes políticas, implantação e monitoramento. Com o resultado das pesquisas, elaboram-se ações onde há implementação de programas de incentivos ao desenvolvimento de fontes alternativas e eficiência energética, com a finalidade de viabilizar serviços de energia elétrica em longo prazo.

#### 3.1.4 Projeção de demanda de energia final

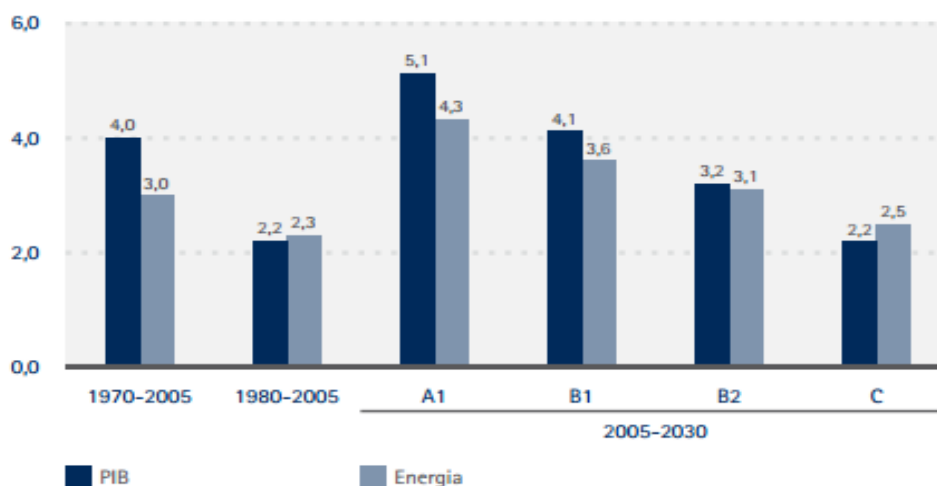
O modelo de projeção do consumo final segundo a PNE 2030 (2007) tem referência a partir de 2004, definido pelos quatro cenários macroeconômicos partindo da estrutura social da economia, assim, são determinadas as participações dos setores da agropecuária, Indústrias e serviços de acordo com a taxa de crescimento anual do PIB. O modelo de projeto final é caracterizado pela demanda de energia útil em cada âmbito, onde as suposições são relacionadas à eficiência energética no uso específico de energia. A definição do crescimento energético em um país esta relacionada diretamente com o PIB (Produto Interno Bruto) correlacionado a com a intensidade energética.

Portanto, como demonstra a PNE 2030 (2007), o PIB esta relacionado diretamente com o consumo de energia. Analisando o comportamento do aumento deste consumo e o desenvolvimento da economia brasileira ligada à evolução da taxa do PIB, é necessário que haja uma componente de inércia que “freie” a demanda, ou seja, uma ligação estreita diretamente ao crescimento econômico sustentado. Isso sugere taxas de expansão de consumo de energia menores que a do PIB.

O crescimento da economia e da energia chamado de elasticidade-renda, tende a decrescer com o tempo quando relacionado ao cenário sustentado, aliado a fatores tecnológicos ligados a indústria de produtos, ganhos de produtividade e a incorporação a hábitos e processos direcionados a eficiência de energia. A figura a

seguir da PNE 2030 (2007), mostra as expectativas relacionadas ao consumo final de energia.

**Figura 2: Expectativas ao consumo final de energia no Brasil.**



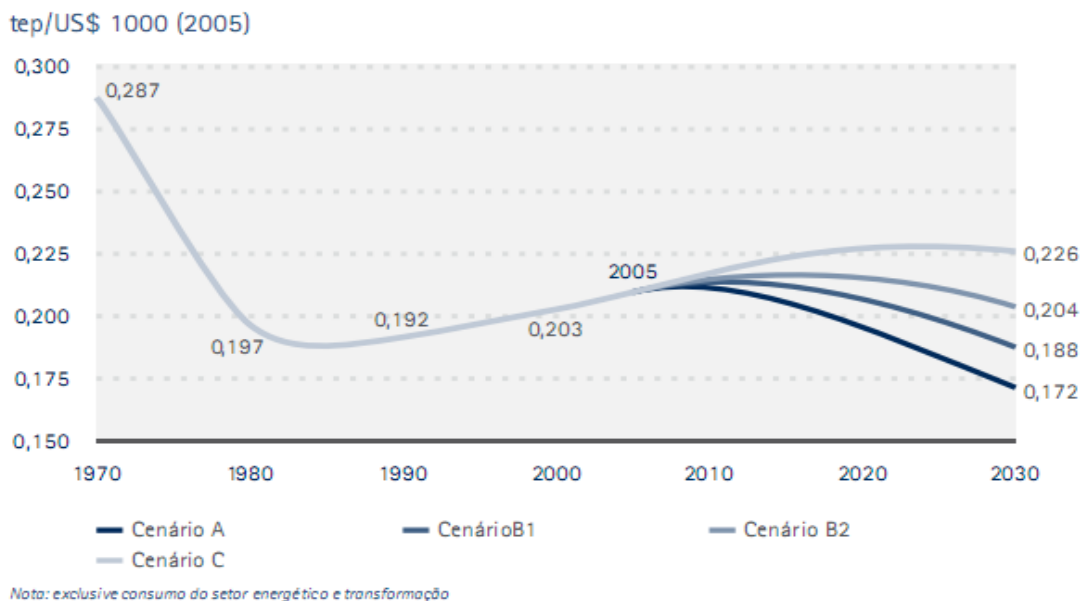
Fonte: (PNE 2030, 2007, p 62.)

Outro fator que é PNE 2030 (2007) destaca, é a intensidade energética expressa em tep/R\$<sup>2</sup> ou tep/U\$<sup>3</sup>, que também está relacionada ao consumo de energia diretamente com o PIB. Os fatores que influenciam na elasticidade-renda são os mesmos que aclaram o comportamento á Intensidade energética relacionados ao decorrer do tempo, aguardando uma trajetória declinante em certo período. Na figura abaixo, de acordo com o ano de 2005, tal comportamento se dá á longo prazo no cenário brasileiro.

<sup>2</sup> Tonelada equivalente de petróleo expresso em reais.

<sup>3</sup> Tonelada equivalente de petróleo expresso em dólares.

**Figura 3: Intensidade energética no cenário brasileiro expressa em Tep/R\$.**



Fonte: (PNE 2030, 2005-2007, p. 63)

Entre 1970 e 1980, houve uma queda brusca na intensidade energética devido à substituição da lenha por outros energéticos mais eficientes. Nos anos 80, mesmo após a substituição da lenha, a queda na intensidade energética foi pequena, e nisso incorporaram grandes indústrias energo-intensivas como as de alumínio. Entre 1990 e 2000 ocorreu um aumento na intensidade, então, o que se pode analisar é o crescimento do estágio de desenvolvimento do Brasil e suas indústrias. Em todos os cenários, há a reversão do crescimento da intensidade energética diferenciando somente o momento de observação. Portanto, nos cenários de maior crescimento econômico, espera-se maior tendência de reversão, contemplando a estabilidade do crescimento de intensidade em 2020, podendo atingir em 2030 um valor maior que o registrado em 2000 (PNE 2030, 2007).

### 3.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA

O termo “eficiência energética” vem sendo destacado no cenário mundial atual, devido aos motivos e problemas decorrentes como o aquecimento global, produção e consumo de energia entre outros. Assim, há uma preocupação real em difundir essa questão ao passo que iniciativas que tenha como propósito visar à

eficiência energética sejam economicamente viáveis em contexto com a oferta e o consumo de energia.

A demanda energética aumentou consideravelmente, paralela com o crescimento em diversos setores no decorrer das décadas. Conseqüentemente, a falta de recursos colaborou com alterações climáticas decorrentes ao desenvolvimento da economia.

O assunto eficiência energética ganhou destaque no cenário mundial principalmente depois da crise do petróleo da década de 1970, quando percebeu-se que o uso de combustíveis fósseis tem custos econômicos e ambientais crescentes. Ficou cada vez mais claro que a correção de hábitos e a utilização de equipamentos mais eficientes podem diminuir a necessidade de ampliação da geração de energia elétrica, geração por vezes atrelada a fontes não renováveis de energia. (POVOÁ, 2014, p.6).

De acordo com a PNE 2030, a evolução do conteúdo energético do PIB é uma medida de eficiência. No período de 1970 e 1980 houve um aumento expressivo do PIB com o menor uso de energia. Essa mudança ocorreu pela substituição de energéticos menos eficientes (lenha), por energéticos mais eficientes (derivados do petróleo e eletricidade). De tal modo, houve uma redução drástica desse parâmetro, e nos períodos subsequentes um aumento na intensidade energética no estágio de desenvolvimento do país.

Portanto, Povoá (2014), mostra que a essa crescente demanda de energia elétrica envolve o desperdício e o uso ineficiente de energia elétrica. Muitos países implementam programas que minimizem o desperdício dela, como os Estados Unidos que atuam com os governos federal e estadual, afim de evitar desperdícios na produção no setor industrial. Já a Alemanha tem políticas que se referem ao consumo de bem-estar social, e que 70% dos poluentes que causam o efeito estufa é causado principalmente pela geração de energia elétrica. O Brasil seguindo a tendência de diversos países traçou metas na redução do consumo final de energia em setores indústrias, comerciais e residenciais. O uso eficiente e adequado da energia elétrica traz custos reduzidos associados à preservação da natureza.

Segundo Ribeiro (2005, apud CARDOZO; BARRETO; MACHADO, 2013, p.1) eficiência energética é o conjunto de práticas e políticas que visa reduzir os custos da energia oferecida, sem que afete e altere a qualidade, são elas: planejamento integrado, eficiência na geração, transmissão e distribuição.



As avaliações prospectivas da eficiência energética consideram a existência de dois movimentos: o primeiro denominado aqui de progresso tendencial corresponde ao aumento da eficiência em uma trajetória do tipo *business-as-usual* e inclui a reposição tecnológica pelo término da vida útil de equipamentos e os efeitos de programas e ações de conservação já em execução no País; o segundo, denominado progresso *induzido*, refere-se à instituição de programas e ações orientadas para determinados setores, refletindo políticas públicas; programas e mecanismos ainda não implantados no Brasil. Portanto, os montantes de conservações indicados são decorrente dos efeitos combinados dos progressos tendencial e induzido, ainda que a predominância do progresso tendencial, no qual o impacto de novos programas e políticas foi considerado limitado, dado o horizonte do período de análise. (Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE 2022, 2013, p.325).

Portanto, definimos que o termo “energia conservada” esta diretamente ligada ao consumo reduzido de energia ou consumo “evitado”, com o objetivo de indicar o processo da redução final de energia. A figura a seguir mostra a projeção do consumo de energia e eficiência energética.

**Figura 4: Consumo de energia e eficiência energética no Brasil.**

Setor	Energia conservada em 2022 / Aumento do consumo entre 2012 e 2022		
	Eletricidade (%)	Combustíveis (%)	Energia Total (%)
Indústria <sup>(1)</sup>	14	21	19
Transportes	27	15	15
Comercial	11	18	12
Residencial <sup>(2)</sup>	29	0	21
Outros <sup>(3)</sup>	14	11	12
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>

Notas: (1) Inclui o setor energético.

(2) Compreende os domicílios urbanos e rurais. Para os combustíveis foi considerada a substituição entre fontes, que neste estudo não foi contabilizada como ganho de eficiência energética.

(3) Setor agropecuário,

(4) Rúblico e outros.

Fonte: EPE

Fonte: (PDE 2022, p.327)

A PDE 2022 (2013), ainda retrata a eficiência energética no setor residencial através de metodologias a qual projeta a demanda de energia, relacionada aos consumidores residenciais e o consumo médio por pessoa neste setor. Outra metodologia utilizada seria o consumo específico de equipamentos e análise não associada de demanda final de energia, que está ligada ao consumo previsto, visto

que não haveria influência do ganho energético dos equipamentos, havendo um cálculo da energia acumulada direcionada as residências que estão ligadas a rede elétrica sem nenhuma mudança no regime de equipamentos utilizados e mudanças de hábitos. Tais metodologias foram aplicadas ao mesmo tempo, obtendo-se a convergência de resultados.

### 3.2.1 Linhas de ações propostas para residências

Com base nessa premissa, utilizando duas metodologias aplicadas neste setor, a PEE (2011), mostra duas diretrizes de estruturação para seguir, que seria o incentivo do uso de equipamentos mais eficientes na substituição de modelos mais antigos como fogões, geladeiras, veículos e a estimulação de métodos que tenham melhor isolamento térmica em ambientes residenciais e industriais, oferecendo melhor economia.

O consumo de equipamentos mais eficientes nas residências cresce progressivamente devido a evolução do mercado, a tabela abaixo mostra a eficiência dos novos equipamentos adquiridos pelos consumidores.

**Figura 5: Lista de equipamentos mais eficientes nas residências brasileiras.**

Equipamento	Ganho Anual (%)	Fundamentação geral
Ar condicionado	0,5	Reposição tecnológica natural do estoque e ações dos fabricantes com melhorias de eficiência impulsionadas principalmente pelo PBE e PROCEL.
Geladeira	0,5	
Freezer	0,5	
Máquina de lavar roupas	0,5	
Televisão	0,3	
Lâmpadas	7,8	Substituição das lâmpadas incandescentes
Chuveiro elétrico	-0,5	Tendência de aquisição de equipamentos com maior potência.

Fonte: (PDE 2022, 2013, p. 328)

### 3.2.2 Eficiência energética em edificações

No contexto socioambiental, a PEE (2011), ainda define que a eficiência energética ligada à sustentabilidade, interessa todos os países, atingindo diretamente o desenvolvimento econômico e social. Desta forma, o uso racional e consciente no cenário atual e as mudanças dos padrões comportamentais é uma necessidade, e pode ser feito com desenvolvimentos de técnicas e produtos eficientes, desenvolvendo tecnologias que não afeta a qualidade da energia oferecida. A PEE (2011) acrescenta:

O Brasil tem um PIB (Produto Interno Bruto) elevado, proveniente de interação de seus cidadãos entre si e com seus processos produtivos, cujas máquinas e equipamentos necessitam insumo: a energia. O desafio que apresenta é avaliar o abastecimento de segmentos da economia e verificar onde há espaço para ganhar em eficiência energética, utilizando menos energia para produzir o mesmo valor do PIB. Nesse contexto, promover a eficiência com que os usuários utilizam o insumo energia é tão importante quanto aumentar a eficiência com que os equipamentos utilizam ou transformam a energia. De nada adianta contar com equipamentos de alta eficiência se o usuário não sabe utilizá-lo corretamente ou desperdiça a energia. (Plano Nacional de Eficiência Energética - PEE, 2011, p.49).

### 3.3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Desenvolvimento sustentável é a busca do crescimento econômico, sem prejudicar o meio ambiente, garantido o desenvolvimento social para as gerações futuras. Portanto, há uma relação entre o desenvolvimento econômico, qualidade de vida e preservação do meio ambiente utilizando os recursos naturais de forma racional. Ou seja, a noção de que o crescimento econômico deve levar em consideração a inclusão social e a proteção ambiental. Santos (2010) acrescenta que a sustentabilidade é uma proposta para todas as ações do planeta, respondendo as necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras. O atual direcionamento do desenvolvimento é o agrupamento de recursos desconsiderando o cuidado com a natureza, economia na maximização de lucros e acumulação de renda.

O desenvolvimento sustentável é tudo que visa à melhoria relacionada aos aspectos coletivos da sociedade como um todo. Esse conceito de sustentabilidade foi criado a partir de estudos da ONU (Organizações das Nações Unidas) na metade

do século XX, com a finalidade de mostrar como o mundo estava passando pela crise ambiental, devido às mudanças climáticas. Com relação entre o equilíbrio ambiental e o desenvolvimento econômico, foram criadas normas ambientais com o objetivo de reverter danos provocados ao meio ambiente, e com isso Celestrino (2010), relata que o processo de desenvolvimento sustentável, promove uma melhoria na qualidade de vida, devido a ações jurídicas, sociais e tecnológicas do estado.

### 3.4 POLITICAS PUBLICAS RELACIONADAS AO MEIO AMBIENTE

Uma política é pública quando as decisões tomadas são elaboradas por pessoas ou grupos. Já que estas “políticas” são discutidas pela comunidade e poder publico, para que tracem objetivos que sejam realizados devido às necessidades propostas em relação ao mundo.

Para que estas políticas sejam feitas, é necessário estabelecer metas para sua utilização e implementação, para que seus indicadores realizem uma avaliação dos resultados.

Devido ao aumento da população e o aumento do consumo dos recursos não renováveis, o âmbito de políticas publicas exigiu soluções para o desenvolvimento sustentável, a fim de minimizar estes problemas causados pela sociedade. Portanto, é necessário afirmar qual o tipo de sociedade á seguir, devido ao consumo exagerado, levando em conta recursos naturais finitos, sendo estudados estes assuntos, para tomar decisões e metas que atingem as gerações futuras posteriormente (DE ARAUJO, MARIA. C.; LIMA, 2008).

### 3.5 DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO EM RELAÇÃO AO MEIO AMBIENTE

Segundo Kraemer (S/d), os avanços que ocorreram na área ambiental em relação aos instrumentos técnicos, políticos e legais são os principais atributos para a construção da estrutura de uma política de meio ambiente inegável e inquestionável. Ao passar dos anos, ocorreram melhorias nas políticas sustentáveis, com práticas e formulação de diretrizes sistêmica e integrada.

Devido a este fator, o desenvolvimento da tecnologia deverá ser dirigido na elaboração de metas relacionadas à natureza, através de inovações dos países em desenvolvimento, com programas atendidos como fruto de maior riqueza, benefício social e equilíbrio ecológico.

Com isso, Kraemer (S/d), relata que os recursos naturais são finitos e que há soluções e métodos tecnológicos que atendam as necessidades básicas, utilizando métodos da reciclagem. Desse modo, haverá uma descentralização e a pequena escala será prioritária, havendo uma maior participação dos segmentos sociais envolvidos, em relação a estruturas democráticas. A forma de viabilizar com equilíbrio todas essas características é o grande desafio a enfrentar nestes tempos.

### 3.5 IMPACTO AMBIENTAL E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Por muito tempo o meio ambiente vem sofrendo com os danos causados pela má utilização dos recursos naturais, e isso vem agravando. Então, é de interesse buscar novas alternativas que viabilize a utilização dos recursos com equilíbrio. Desta forma, é necessária a utilização de energias renováveis.

O setor energético abrange diversas características quando se refere ao termo sustentabilidade, como dimensão política, socioeconômica, atingindo de forma positiva ou negativa. É necessário o entendimento do planejamento energético e a implementação de projetos que priorizem a diminuição de impacto ambiental relacionado ao desenvolvimento sustentável (INATOMI; UDAETA, S/d)

Inatomi e Udaeta (S/d) acrescentam que a exploração dos recursos naturais e a utilização da tecnologia para a obtenção da energia elétrica sem preocupação com os efeitos negativos, originou-se após a revolução industrial com a finalidade de elevar o crescimento econômico e tecnológico.

### 3.6 INDICE PLUVIOMÉTRICO NO BRASIL

Silva<sup>1</sup> (2010) mostra que em todo o mundo, a análise de precipitação é instrumento de suma importância. De tal modo, diversas metodologias são desenvolvidas e aplicadas em determinadas áreas com pouca frequência de chuva.

A importância dessa precipitação se dá pelo fato de analisar o período de estiagem em cada região e determinar a duração da estação chuvosa na localidade.

O índice pluviométrico é o resultado da quantidade de precipitação de água em um determinado local em um período de tempo. O resultado deste somatório é dado em milímetros (mm). O pluviômetro é o responsável por essa medição, e é constituído basicamente de um funil de captação, que enviam sinais elétricos para um local (estação meteorológica).

**Figura 6: Pluviômetro Simples.**



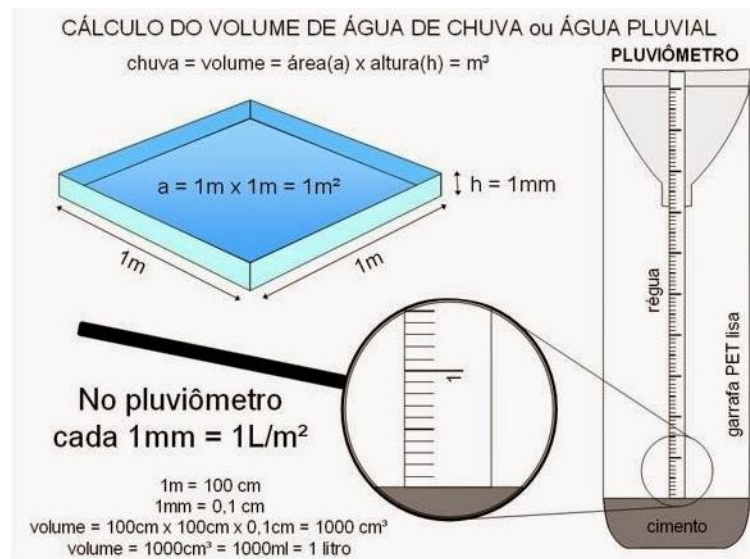
Fonte: (RAIG, S/d, p.1)<sup>4</sup>

A figura abaixo mostra como é feito o cálculo em milímetros (mm) para um reservatório aberto. Como mostra o exemplo, a área total do reservatório é 1 m<sup>2</sup>, onde recebe a água da chuva em determinado período de tempo.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://www.raig.com/tienda/meteorologia/pluviometros/pluviometros-convencionales/pluviometro-lectura-directa-regenmesser>>. Acesso em: Mai. 2015.

**Figura 7: Cálculo do Volume de Água.**



Fonte: (SEMPRE SUSTENTAVEL, S/d)<sup>5</sup>

Apesar dos problemas decorrentes da escassez de água em algumas regiões do Brasil, na região Sudeste no decorrer de março, as chuvas permaneceram na média. Por outro lado, na região Norte e Nordeste, o déficit pluviométrico continua acentuado (INFOCLIMA, 2015).

### 3.6.1 Cálculo da área para captação da água da chuva

Com as informações do índice pluviométrico e da área de captação da água da chuva, podemos calcular a quantidade de água que o telhado é capaz de captar. Sendo assim, multiplicamos a área do telhado pelos milímetros da chuva registrado no pluviômetro. É possível calcular a média de precipitação em um determinado período de ano de acordo com análise mensal.

### 3.7 CLIMATOLOGIA (Análise trimestral 2015)

<sup>5</sup> Disponível em: < <http://www.sempresustentavel.com.br/> >. Acesso em: Mai. 2015.

A climatologia é o estudo sobre o clima, onde observa os fenômenos climáticos e geográficos de determinada região ou localidade, a fim de obter uma melhor análise em diversos aspectos.

De acordo com análise das previsões climáticas sazonais com base nas condições oceânicas e atmosféricas globais, o norte da Região Norte do País, tem maior probabilidade dos totais pluviométricos sazonais ocorrerem abaixo da faixa normal climatológica, com probabilidade de 20%, 35% e 45% para categorias na faixa normal climatológica. Já para a Região Norte do Nordeste, também foi aplicada a análise probabilística para categorias acima, dentro e abaixo da faixa normal climatológica. Assim obtendo a distribuição de probabilidade de 25%, 35% e 40%. Na Região Leste do Nordeste, essa probabilidade situa-se dentro da faixa normal climatológica, com a segunda classe abaixo da faixa normal: 25%, 40%, e 35% para as categorias acima, dentro e abaixo da faixa normal climatológica. A Região Sul, registrou maior probabilidade de chuva dentro da faixa normal com a segunda classe acima da faixa normal: 35%, 40% e 25%. Para o trimestre, registrou-se um período irregular de chuvas por todo o país, com temperaturas acima da normalidade em sua maior parte (INFOCLIMA, 2015).

### 3.7.1 Projeções climáticas para a região do nordeste

A grande problemática que envolve a região do Nordeste é o aumento da seca e falta de água. De acordo com Bonfim et al. (2012), a região poderá passar de semiárida para zona árida, onde 70% das cidades do semiárido passarão por uma crise de abastecimento até 2025, atingindo 40 milhões de habitantes. As projeções climáticas sugerem que no final do século XXI, as chuvas no Nordeste poderão reduzir em até 20%, devido alta emissão de CO<sub>2</sub>. Por outro lado, a região Sul terá aumento expressivo no mesmo período.

### 3.7.2 Impactos climáticos para o município de Vitória da Conquista

A cidade de Vitória da Conquista que está situada no sudoeste da Bahia. Segundo Murta et al. (2004, apud BONFIM et al., 2012, p.5), a hidrografia conquistense é baixa e está localizada no planalto. No período de 1985 a 1995, a



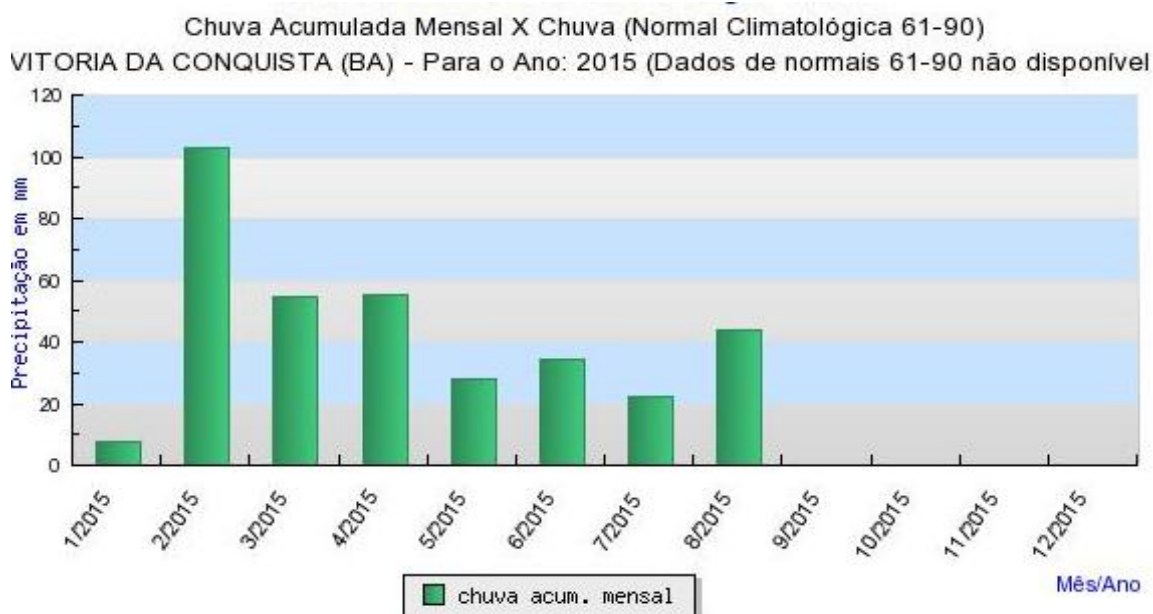
precipitação média de chuva em Vitória da Conquista foi de 741 mm, com o ano de 1985 o ano mais chuvoso (1.118 mm), e o menos chuvoso no ano de 1990 (367 mm), estes os valores indicam as normas climatológicas para a esta região.

Bonfim et al.(2012), acrescenta que a cidade de Vitória da Conquista vive em um equilíbrio perigoso em relação ao abastecimento de água, visto que a população da cidade cresce de forma acelerada. Permanecendo neste contexto com o aumento acelerado da população, o município pode ter sérios problemas em relação à crise de abastecimento.

Para Rocha (2007, apud BONFIM et al., 2012, p.5), o consumo médio de água na cidade é de 600 litros/s no verão, e 400 litros/s no inverno. O município consome 451.000 m<sup>3</sup> de água tratada. Deste modo, a precipitação no sudoeste da Bahia sofre influência fortemente da bacia amazônica.

Os gráficos abaixo, demonstram as projeções climáticas para 2015 em Vitória da Conquista de chuvas acumuladas e números de dias com chuva até o mês de agosto.

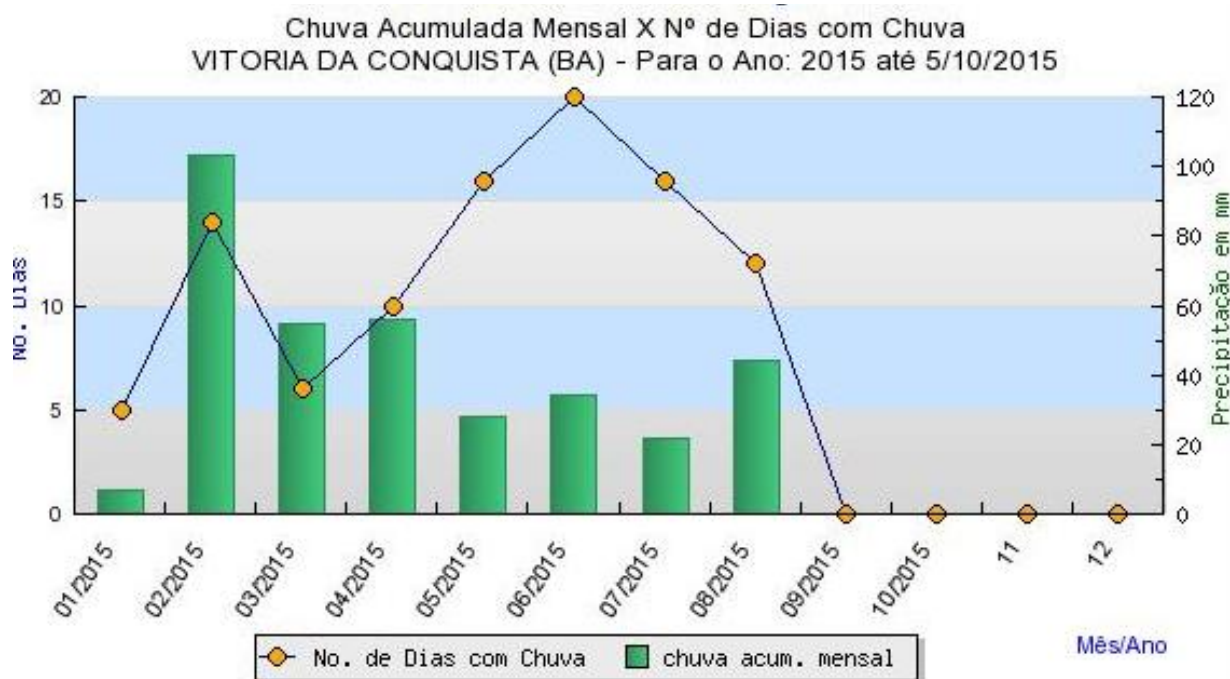
**Figura 8: Chuva acumulada mensal X Chuva em Vitoria da Conquista – período 2015.**



Fonte: (INMET, 2015)<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/sim/abre\\_graficos.php](http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php)>. Acesso em: Out. 2015.

**Figura 9: Chuva acumulada mensal X N° de dias com chuva em 2015 - Vitória da Conquista.**



Fonte: (INMET, 2015)<sup>7</sup>

### 3.8 ASPECTOS LEGAIS SOBRE O USO DA ÁGUA DA CHUVA

Como citado anteriormente, o código das águas (decreto federal nº24.643) refere-se ao uso racional, abordando seu direito de uso com a criação de reservatórios para aproveitamento da água da chuva em áreas particulares e públicas. Em 1997, foi promulgada a lei 9.433 com a criação da Política Nacional de Recursos Hídricos voltados ao gerenciamento desses recursos (VELOZO; MENDES, 2013).

No cenário nacional, não há nenhuma lei ou decreto que determine uso da água pluvial para fins específico. Por outro lado, há decretos, como o do saneamento básico para o manejo, drenagem, aproveitamento das águas pluviais e alimentação da instalação hidráulica predial ligada à rede pública de abastecimento em áreas urbanas, mediante a aprovação dos órgãos responsáveis. A lei federal nº 411/2007 e nº432/2011 junto ao senado federal, também estabelecem projetos para coleta, armazenamento e reutilização da água em instituições públicas e privadas até então sem nenhum normativo jurídico.

<sup>7</sup> Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/sim/abre\\_graficos.php](http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php)>. Acesso em: Out. 2015.

No que se refere à temática do aproveitamento da água da chuva no âmbito municipal, estadual e federal, a legislação brasileira é pouco presente. Há uma carência em estabelecer uma política pública nacional que incentive o armazenamento dos recursos hídricos para seus devidos fins, pois ações legislativas no âmbito municipal exigem uma articulação entre poderes e órgãos para aspirar seus objetivos.

Portanto, Velozo e Mendes (2013), acrescenta que a região Sul e Sudeste no contexto legislativo, está mais avançada em relação a outras regiões do país, já que, há o desenvolvimento de vários projetos no contexto de conservação da água. São Paulo, Foz do Iguaçu e Belo Horizonte são exemplos de cidades que tiveram veto em algumas proposições numa totalidade de sete que são (PL nº245/2005, PL nº 1270/2007, PL nº34/2009, PL nº14/2009, PL 68/2009, PL nº1419/2011, PL nº 1582/2011).

No cenário urbano, sua maior utilização está direcionada para fins não potáveis (mercados municipais; postos de lavagem; postos de gasolina; prédios comerciais e etc.). Todavia, no ambiente rural é utilizada como alternativa para abastecimento de água potável.

### 3.9 EDIFÍCIOS E RESIDÊNCIAS SUSTENTÁVEIS

Segundo Yang (1999, apud PALO, 2006, p.21), um edifício ou residência sustentável, é um projeto de interação com o meio ambiente, a fim de reduzir de forma consciente os impactos ambientais. Desta forma, proporciona um melhor conforto integrado ao meio ambiente, economia na utilização de energia e água, redução de custos, durabilidade e viabilidade econômica.

### 3.10 REUSO DA ÁGUA

O reuso da água através do reaproveitamento ou tratamento do esgoto de indústrias, residências e outras para uma determinada finalidade, na qual esteja dentro dos padrões necessários.

De acordo com artigo Em Discussão (2014), O Brasil pode avançar com tema de reutilização da água, pois um projeto de lei proposto pelo senador Cássio Cunha

Lima (PSDB-PB), tem como objetivo a redução do imposto de renda em 75% para empresas que produzam ou distribuam água para reuso, além da alíquota zero para produtos e equipamentos destinados a ampliação, manutenção e modernização para o tratamento dela. O projeto esta em harmonia com o Conselho Nacional de Recursos Hídricos diante da escassez de água em algumas regiões do país.

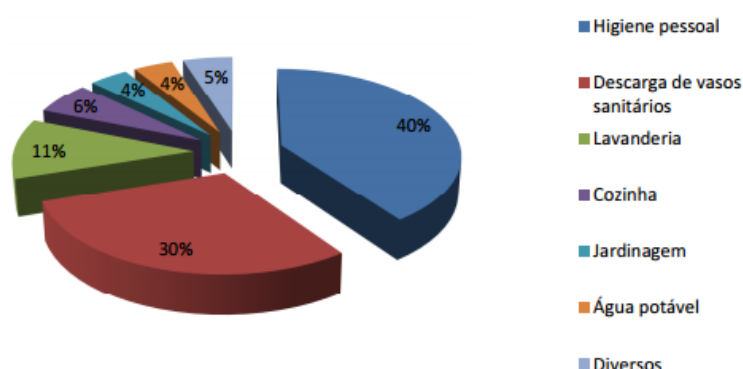
### 3.11 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO MUNDO

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2014), cerca de 1,1 bilhão de pessoas não possui abastecimento de água adequado, visto que o consumo de água varia conforme a localidade. Além do mais, esse abastecimento esta relacionando diretamente com o nível de desenvolvimento de um país. Dados relatam que em média cidadãos europeus utilizam 150 litros por dia, enquanto, um Indiano utiliza, cerca de 30 litros.

#### 3.11.1 Consumo de água no Brasil

Segundo Brasil (2011, apud MURAKAMI, 2012, p.22), 81,7% das residências brasileiras possui abastecimento por água, contudo 44,5% não dispõem de rede de esgoto.

**Figura 10: Distribuição do consumo de água em residências brasileiras.**

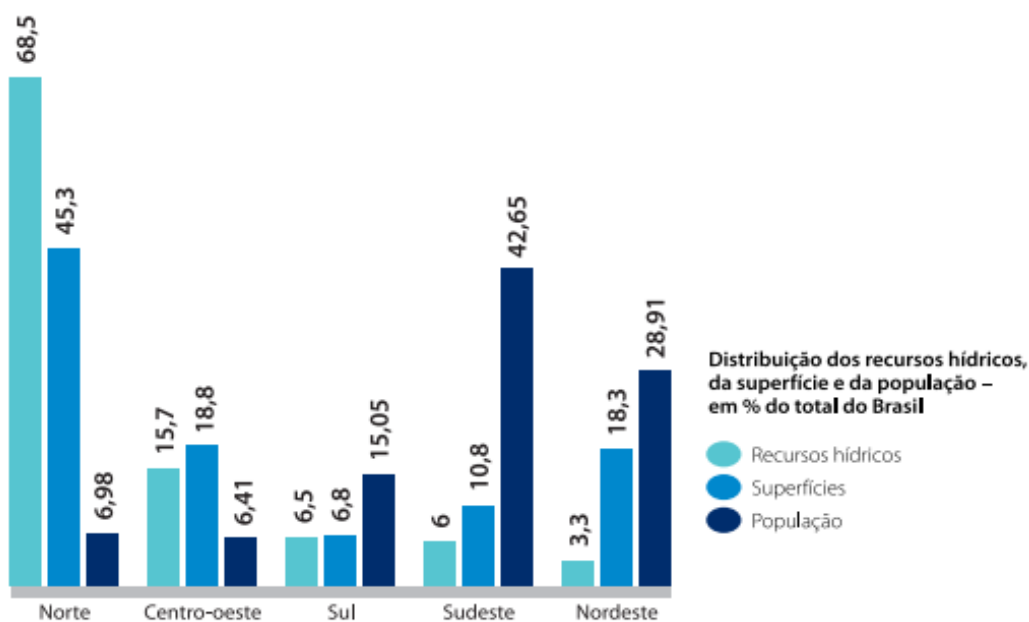


Fonte: (MURAKAMI, 2012, p.22)

O Brasil possui um grande potencial hídrico, cerca de 14% do total do mundo. Contudo, o elevado índice de desperdício, é uma característica preocupante no país.

O Brasil registra também elevado desperdício: de 20% a 60% da água tratada para consumo se perde na distribuição, dependendo das condições de conservação das redes de abastecimento. Além dessas perdas de água no caminho entre as estações de tratamento e o consumidor, o desperdício também é grande nas nossas residências, envolvendo, por exemplo, o tempo necessário para tomarmos banho, a própria forma como tomamos banho, a utilização de descargas no vaso sanitário que consomem muita água, a lavagem da louça com água corrente, no uso da mangueira como vassoura na limpeza de calçadas, na lavagem de carros etc. (Água – Ministério do Meio Ambiente, S/d, p.29).

**Figura 11: Figura: Distribuição dos recursos hídricos no Brasil da superfície e da população.**



Fonte: (MMA, 2014)<sup>8</sup>

### 3.11.2 Consumo de água por habitante no Brasil

O consumo por habitante em 2013 chegou à marca de 166 litros/dia, e que esse consumo tende a aumentar nos próximos anos.

A figura abaixo mostra que à medida no qual o consumo aumenta por pessoa, há um pequeno aumento em perdas na sua distribuição.

<sup>8</sup> Disponível em: < [http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/3%20%20mcs\\_agua.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20%20mcs_agua.pdf)>. Acesso em Out.2015.

Figura 12: Consumo per capita de água X Perdas na distribuição – Brasil.



Fonte: (SNIS, 2015)

### 3.12 ENERGIA SOLAR

A utilização de energia renovável (como exemplo energia solar) é de suma importância em uma residência. Ela reduz custos e promove uma economia do sistema da concessionária responsável, sendo uma alternativa economicamente viável.

Edwards (1999, apud PALO, 2006, p.25), mostra que é necessário esse tipo de energia, pois ela não beneficia somente a residência que a utiliza, mas toda a cidade, gerando uma redução de custo. Dessa forma, é imprescindível o incentivo para utilização de energias renováveis, a fim de reduzir o consumo total de energia poupando a construção de novas hidrelétricas e termoelétricas.

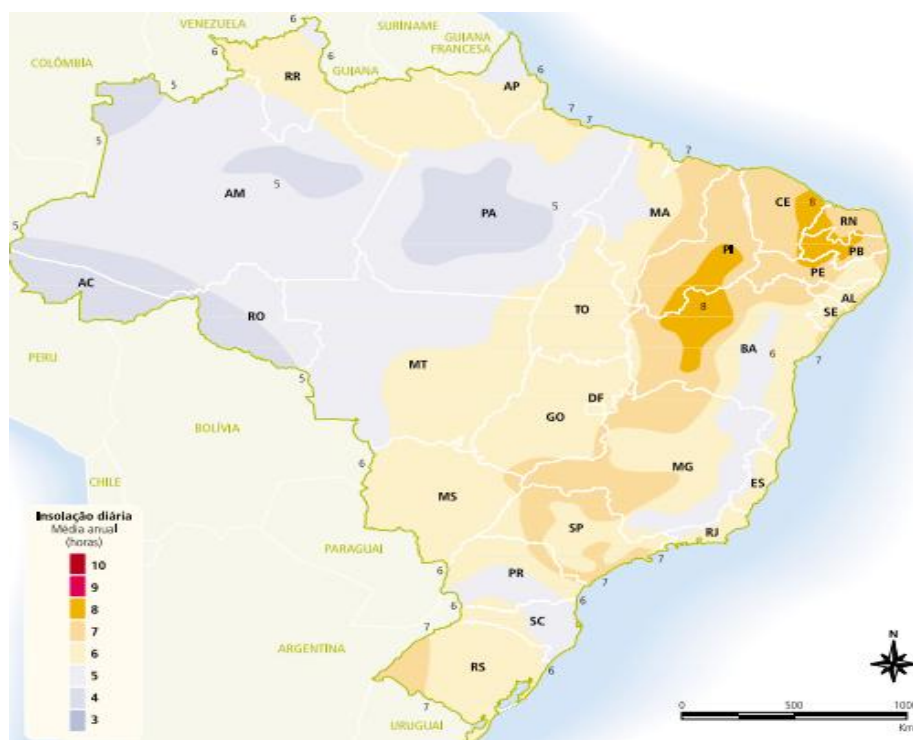
Para a Aneel (3) (S/d) a energia solar seria o aproveitamento da iluminação natural em ambientes decorrente da incidência da radiação solar, em edifícios e residências, denominado de aquecimento passivo. Sendo esse aproveitamento térmico gerado pelos coletores solares na qual sua principal característica é o aquecimento da água. Tal acontecimento é caracterizado pela conversão direta de energia solar em energia elétrica, ocorrendo o efeito de radiação sobre materiais

semicondutores. O surgimento de uma diferença de potencial nesses semicondutores é destacado como efeito termelétrico.

### 3.12.1 Radiação Solar

Para Aneel (3) (S/d), a radiação solar, também conhecida por energia incidente na superfície terrestre, é relacionada de acordo com a latitude do local e da posição no tempo. Em algumas regiões, a duração solar (períodos de visibilidade do sol), varia de acordo com períodos do ano de zero hora a vinte e quatro horas. Outro fator determinante para a radiação solar são as condições climáticas e atmosféricas, na qual uma parte dessa radiação atinge a superfície terrestre, devido ao efeito de reflexão e refração pela atmosfera.

**Figura 13: Insolação diária no Brasil (média anual).**



Fonte: (ANEEL (3), S/d, p.3)<sup>9</sup>

A maior parte da população brasileira e das atividades socioeconômicas localiza-se em regiões distantes da linha do Equador. Assim sendo, para melhor

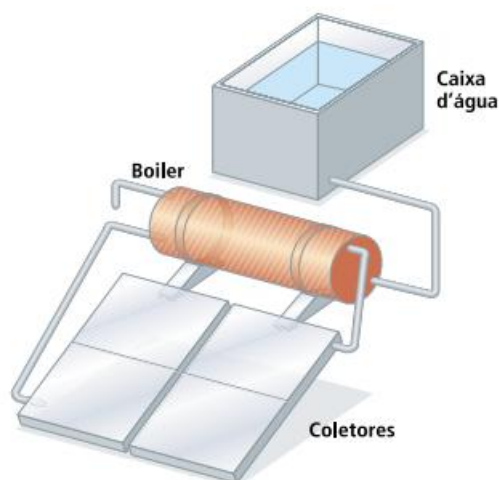
<sup>9</sup> Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03Energia\\_Solar%283%29.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03Energia_Solar%283%29.pdf)>. Acesso em: Out.2015.

aproveitamento da radiação térmica, posicionam-se coletores ou painéis solares em função da latitude, local e período do ano, com o objetivo de obter maior energia (ANEEL, S/d).

### 3.12.2 Coletor Solar

Segundo a Aneel (3) (S/d), em temperaturas menores que 100°, o coletor solar é indicado para aquecimento de água, proveniente da radiação térmica exercida. Seu uso não está somente restrita a residências, mas também no setor comercial, hospitalar, hoteleiro e outros. O sistema de aproveitamento da radiação térmica, basicamente envolve a utilização de um coletor discreto, no qual é instalado no teto de uma residência ou edificação, podendo ser utilizando um ou mais coletores devido à baixa incidência de radiação sobre a superfície terrestre. Esse tipo de coletor solar é chamado de *coletor solar sem concentração*.

**Figura 14: Aquecimento de água através de um sistema solar.**



Fonte: (ANEEL (3), S/d, p. 3)<sup>10</sup>

Já o outro tipo de coletor é chamado de *coletor solar de concentração*, sendo submetido à energia solar térmica de média e alta temperatura. Esse modelo é indicado para elevação da temperatura do líquido a mais de 70° graus, e seu

<sup>10</sup> Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia\\_Solar%283%29.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf)>.

Acesso em: Out.2015.



princípio de funcionamento como indica a Aneel (3) (S/d), é de que a superfície refletora espelhada tem a forma parabólica ou esférica, em que os raios solares incidentes reflitam para uma área menor onde o material a ser aquecido está localizado. O custo é elevado para coletores de concentração, pois são utilizados sistemas de grande porte onde o objetivo é focalizar com maior precisão a luz incidente.

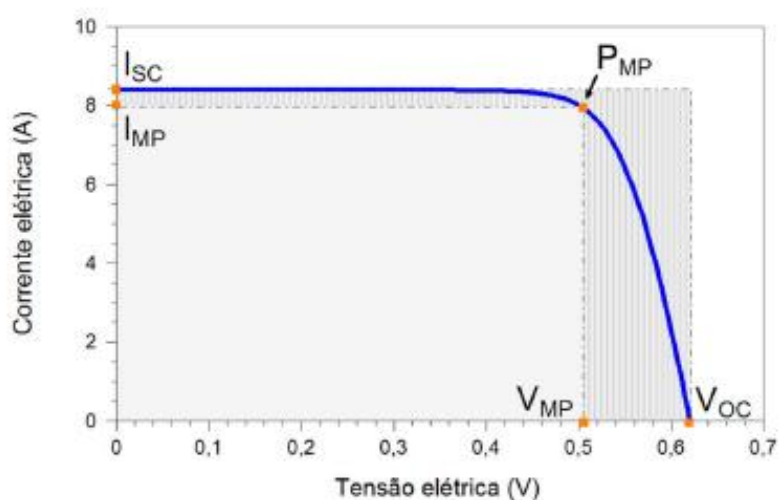
### 3.12.3 Painéis fotovoltaicos

Para Rüter (2004), o efeito fotovoltaico é a conversão da energia proveniente do sol em energia elétrica de forma estática, não poluente e renovável. Uma das suas características é a possibilidade de interligação a rede elétrica pública, dispensando bancos de baterias e assim, elevados custos e manutenções decorrentes. Quando a energia fornecida pelo sol neste tipo de sistema for maior que a demanda necessária para a instalação, o excesso é “adicionado” a rede elétrica, da mesma forma, quando a energia do sol for menor que a demanda consumidora, o déficit é preenchido pela rede elétrica.

#### 3.12.3.1 Características e parâmetros elétricos de células fotovoltaicas

Pinho e Galdino (2014), demonstra características e parâmetros elétricos sobre as células fotovoltaicas. A figura abaixo mostra um ensaio de uma célula fotovoltaica com aplicação de um diodo, apresentando uma curva I-V em uma célula de Si, com a corrente em sentido inverso (negativo) destacando os parâmetros como:  $I_{sc}$  que é a corrente elétrica de curto-circuito;  $V_{oc}$  tensão do circuito aberto;  $P_{mp}$  é a potência máxima de pico;  $I_{mp}$  e  $V_{mp}$  que são respectivamente a corrente e a tensão no ponto de potência máxima.

**Figura 15: Corrente elétrica em função da tensão aplicada em uma célula de Si, em condições de ensaio.**



Fonte: (PINHO e GALDINO, 2014, p. 118)

Em uma célula fotovoltaica, há a associação em série e paralelo das resistências devido aos pontos de curto-circuito na junção  $pn^{11}$  caracterizando a expressão abaixo:

$$I = I_L - I_0 \left[ \exp \left( \frac{q(V + IR_s)}{nKT} \right) - 1 \right] \quad (1)$$

$I_0$ : corrente de saturação reversa do diodo (A)

$I_L$ : Corrente foto gerada (A)

$K$ : constante de Boltzmann

$T$ : temperatura absoluta (K)

$R_s$ : resistência em série

$R_p$ : resistência em paralelo

$q$ - carga do elétron ( $1,6 \times 10^{-19}$ )

$n$ - fator de idealidade do diodo obtido por dados materiais do ensaio

<sup>11</sup> Junção  $pn$  é a estrutura dos componentes eletrônicos, denominados semicondutores.

A expressão para a definição da corrente elétrica no sistema fotovoltaico é a soma da corrente de uma junção pn no escuro (diodo semiconductor), com a corrente gerada devida a radiação solar absorvida para um diodo ideal temos:

$$I = I_l - I_o \left[ \exp\left(\frac{qV}{nKT}\right) - 1 \right] \quad (2)$$

Para Pinho e Galdino (2014), os parâmetros elétricos que caracterizam as células fotovoltaicas de acordo com a curva  $I$ - $V$  mostrada acima são: tensão de circuito aberto, corrente de curto-circuito, fator de forma e eficiência. Esses parâmetros são descritos abaixo.

- **Tensão de circuito aberto ( $V_{oc}$ ):** é a tensão máxima nos terminais que uma célula fotovoltaica pode produzir quando não há corrente elétrica circulando, podendo ser medida por um voltímetro, dependendo da corrente de saturação e da corrente elétrica foto gerada e da temperatura.

$$V_{oc} = \frac{k.T}{q} \cdot \ln\left(\frac{I_l}{I_o} + 1\right) \quad (3)$$

- **Corrente de curto-circuito ( $I_{sc}$ ):** é a corrente máxima de uma célula fotovoltaica, é medida quando a tensão elétrica nos terminais de uma célula fotovoltaica for zero. Pode ser medida por um amperímetro. Suas características dependem da irradiação solar, área da célula fotovoltaica e da distribuição espectral.
- **Fator de forma (FF):** é a divisão da potência total da célula pelo produto da tensão de circuito aberto com a corrente de curto-circuito.

$$FF = \frac{V_{mp} \cdot I_{mp}}{V_{oc} \cdot I_{sc}} \quad (4)$$

- **Eficiência ( $\eta$ ):** é a relação da potência elétrica da célula fotovoltaica e a potência da energia solar. É a definição de quão benéfico é o aproveitamento da conversão de energia solar em energia elétrica.

$$\eta = \frac{I_{sc} \cdot V_{oc} \cdot FF}{A \cdot G} \cdot 100\% = \frac{P_{mp}}{A \cdot G} \cdot 100\% \quad (5)$$

A: áreas da célula ( $m^2$ )

G: Irradiância solar incidente ( $w/m^2$ )

$P_{mp}$ : Unidade de potência da célula Wp (watt-pico)

### 3.12.3.2 Aplicações dos sistemas fotovoltaicos

Existem duas classificações de sistemas fotovoltaicos, chamados de: sistemas conectados a rede e sistemas isolados. Sendo esses, conectados em uma ou mais fontes de energia, ou somente pela utilização de energia fotovoltaica.

#### 3.12.3.2.1 Sistema fotovoltaico interligado a rede elétrica

Para Rütther (2004), os painéis fotovoltaicos interligados a rede pública apresentam duas configurações, podendo ser instalados em edificações (telhado ou fachada de um prédio) ou centralizados funcionando como uma usina geradora. Desta forma, os painéis são projetados para a utilização em ambientes externos com sol, chuva e outros fatores por períodos de 30 anos, além de servir como ótimas decorações arquitetônicas para edificações.

Segundo Pinho e Galdino (2014), a energia fotovoltaica é a conversão direta da luz em eletricidade (efeito fotovoltaico) através das células fotovoltaica, sendo esta dividida em duas cadeias produtivas, primeira geração e segunda geração. A primeira geração é dividida entre silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), sendo considerada uma tecnologia confiável e com a melhor eficiência atualmente, representando mais de 85% do mercado. A segunda geração apresenta menor eficiência do que a primeira, assim, possuindo uma pouca participação no mercado sendo denominada de filmes finos. São divididas em três cadeias

produtivas que são: silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre e índio (CIS); disseleneto de índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio (CdTe).

#### 3.12.3.2.2 Medidores

Rüther (2004) relata que o sistema fotovoltaico é conectado a um inversor, criando uma interface com a rede elétrica. Desta forma, quando o sistema gerador de energia fotovoltaica oferecer mais energia que a necessária para a demanda consumidora, o medidor irá correr para trás, sendo o contrário quando a edificação consumir mais do que a energia gerada. Tal sistema é denominado *Net Metering*, que é o mais simples e adotado em instalações norte-americanas, neste caso a tarifa de importação e exportação a mesma para rede elétrica.

A potência produzida pelo gerador fotovoltaico é entregue a rede elétrica, sendo uso indispensável de um inversor, com o objetivo de manter a segurança e a qualidade do sistema do gerador fotovoltaico. A Aneel impôs através da resolução 482 de abril de 2012, condições gerais para o acesso a microgeração e minigeração para sistemas de distribuição de energia elétrica. Assim, os sistemas fotovoltaicos conectados a rede foram incluídos nesta regulamentação (PINHO; GALDINO, 2014).

De acordo com Rüther (2004), uma edificação solar fotovoltaica ligada à rede elétrica convencional, possui as mesmas normas técnicas específicas de instalações de baixa tensão conforme a NBR 5410, sendo a luz incidente sobre o gerador fotovoltaico. Painéis fotovoltaicos geram corrente contínua (C.C.), sua instalação é feita com os circuitos abertos, evitando que a corrente circule até que as conexões estejam completadas.

#### 3.12.3.2.3 Sistemas Isolados

Para Pinho e Galdino (2004), os sistemas isolados, puramente ou híbridos, necessitam de armazenamento em baterias, quando há um déficit de energia gerada para utilização de aparelhos elétricos em certos períodos. Esse tipo de sistema conta com inversor e controlador de carga para condicionamento para controle e condicionamento de potência.

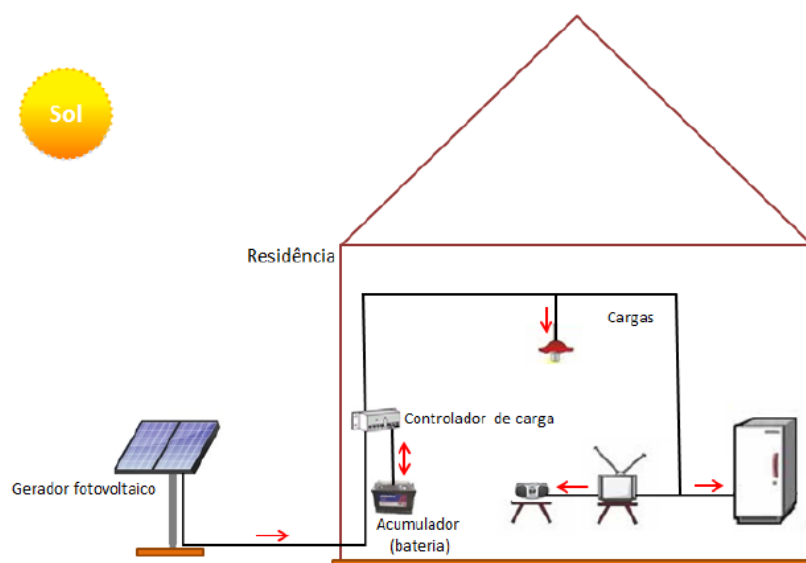
Desta forma, podem ser diferenciados por sistemas isolados individuais ou minirredes:

Os sistemas isolados foram regulamentados inicialmente pela Resolução da Aneel N° 83/2004, a qual teve um papel importante na inserção dos sistemas fotovoltaicos nos programas de eletrificação rural nos pais. Devido ao potencial de uso de diferentes configurações usando fontes intermitentes e a demanda por atendimento a minirredes isoladas, a Aneel publicou em junho 2012 a Resolução Aneel N° 493/2012 (ANEL, 2012), que substitui a anterior e estabelece os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de Microsistema Isolado de Geração de Energia Elétrica (MIGDI), além do Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes (SIGFI), o qual já havia sido regulamentado pela resolução anterior. (PINHO e GALDINO, 2014, p.257).

#### 3.12.3.2.4 Sistemas isolados individuais (Domiciliar)

Pinheiro e Galdino (2014) acrescentam que os elementos fundamentais para o sistema fotovoltaico domiciliar é a carga, o próprio gerador fotovoltaico e o acumulador. Nesse tipo de sistema, a utilização de um acumulador é necessária para dissociar o horário de consumo do horário de geração. De tal modo, um controlador de carga é adaptado para aumentar o rendimento e prolongar o tempo da utilização, evitando danos ao acumulador e ao gerador.

**Figura 16: Modelo básico de um Sistema fotovoltaico isolado (Domiciliar) em c.c.**



Fonte: (PINHO e GALDINO, 2014, p. 259)

#### 3.12.3.2.5 Conversor e inversor CC-CA

O uso de equipamentos como inversor ou conversor C.C - C.A faz-se necessário, pois painéis solares geram energia em corrente contínua e assim é imprescindível o uso desses equipamentos para obter tensão em corrente alternada, devido às condições estabelecidas pela rede elétrica pública, assim, possibilitando interconexões. As utilizações de inversores são dos tipos comutados pela própria rede elétrica (sincronização do sinal da rede com o sinal do inversor) e Autocomutados (um circuito eletrônico sincroniza e controla o sinal do inversor com o sinal da rede) (RÜTHER, 2004).

#### 3.12.3.3 Baterias

Como define Sá (2010), baterias são dispositivos que armazenam energia química e a converte em energia elétrica. Elas são classificadas em dois grupos: baterias não recarregáveis que são aquelas que possuem vida limitada e são constituídas por células primárias, sendo mais utilizadas em sistemas de baixa potência; e as baterias recarregáveis ou de armazenamento, que são empregadas em diversas aplicações com maior tempo de vida útil. Baterias de chumbo-ácido fotovoltaicas são usadas comumente neste tipo de sistema, apesar das baterias de níquel-cádmio apresentarem características próximas de uma bateria ideal.

Sá (2010) acrescenta que dois tipos de ciclos são essenciais para a utilização das baterias em sistemas fotovoltaicos, ciclos rasos para cada dia e ciclos profundos por vários dias. Outros fatores determinantes são a baixa taxa de auto descarga (processo químicos comuns que ocorrem no descarregamento da bateria), elevada vida cíclica (quantos ciclos a bateria pode suportar antes de acontecer falhas) e confiabilidade (é o processo que a bateria não sofra interrupção durante o seu funcionamento).

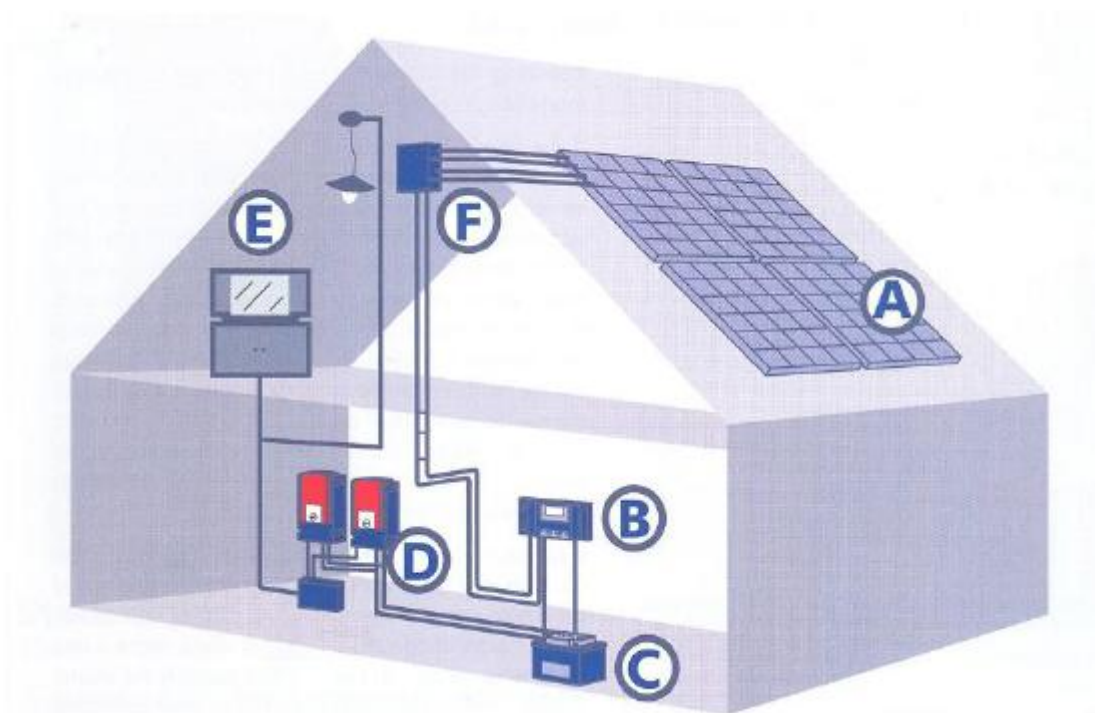
#### 3.12.3.4 Controladores de carga

Pinheiro e Galdino (2014) define que, controladores de carga são componentes de grande importância para sistemas fotovoltaicos isolados, devido a

sua capacidade de proteger a bateria de eventuais descargas excessivas, evitando assim, danos irreversíveis e prolongando sua vida útil.

Ao inserir controladores de carga em um sistema fotovoltaico, devemos levar em conta suas características específicas para cada tipo de bateria, pois, um controlador (como exemplo, os projetado para uma bateria de chumbo cálcio selada) não pode operar eficientemente com uma bateria de chumbo-antimônio não-selada. É indispensável o uso desses controladores devido a otimização para o dimensionamento de banco de baterias, desconexão da carga em baixo estado de carga da bateria e proteção quando há um aumento significativo de consumo. Assim, ao escolher um determinado controlador, é importante primeiramente identificar o tipo de bateria a ser utilizada e o regime para operar o sistema, pois ajustes de parâmetros e métodos de controles são essenciais para um bom funcionamento (PINHO; GALDINO, 2014).

**Figura 17: Sistema fotovoltaico. B-controlador de carga; C-banco de baterias; D-inversores; E- cargas; F- caixa de conexão.**



Fonte: (PINHO e GALDINO, 2014, p. 204)



### 3.12.3.5 Controladores de carga (série ou paralelo)

Pinho e Galdino (2014) reforça que, a forma em que o controlador utiliza para desconectar o painel fotovoltaico da bateria, quando essa esteja plenamente carregada, é classificada por série ou paralelo (*shunt*). Portanto, os controladores podem ser diferenciados por grandezas de controle determinadas como: fluxo de corrente na bateria (estado de carga), densidade do eletrólito e tensão.

### 3.12.3.6 Inversores

Segundo Sá (2010), os inversores são dispositivos (transistores, MOSFET) que em um determinado circuito, alterna o sentido da corrente através de um mecanismo de chaveamento, convertendo a corrente contínua (C.C) em corrente alternada. Podem ser classificados como:

- Inversores de onda quadrada que possuem diversos harmônicos na saída.
- Inversores de onda senoidal que são os mais apropriados para operar em aparelhos de corrente alternada, devido à tensão de saída.
- Inversores de onda quadrada modificada que tem a forma de onda da saída. Possui características de uma onda senoidal com menor distorção harmônica. Ex: equipamentos eletrônicos e motores.
- PWM: Apresentam picos de tensão, por esse motivo não são recomendados para aparelhos sensíveis. Possui pouca distorção harmônica.

### 3.12.3.7 Legislações e Normas da ABNT

De acordo com Rüther (2004), a ABNT (Associação de Normas técnicas Brasileiras), a CE-82.1 (Sistema de Conversão Fotovoltaica de energia solar) e a COBEI (Comitê Brasileiro de Eletricidade), se empenham em elaborar normas técnicas em relação aos sistemas fotovoltaicos, como por exemplo, o projeto da norma de proteção contra sobretensões da CE-82.1 (ABNT 03:082.01-011) e a ABNT NBR 5410 que refere a importância má instalação dos sistemas fotovoltaicos integrados a edificações urbanas ligada a rede de energia elétrica.

### 3.12.3.8 Custos e Vantagens do Sistema fotovoltaico

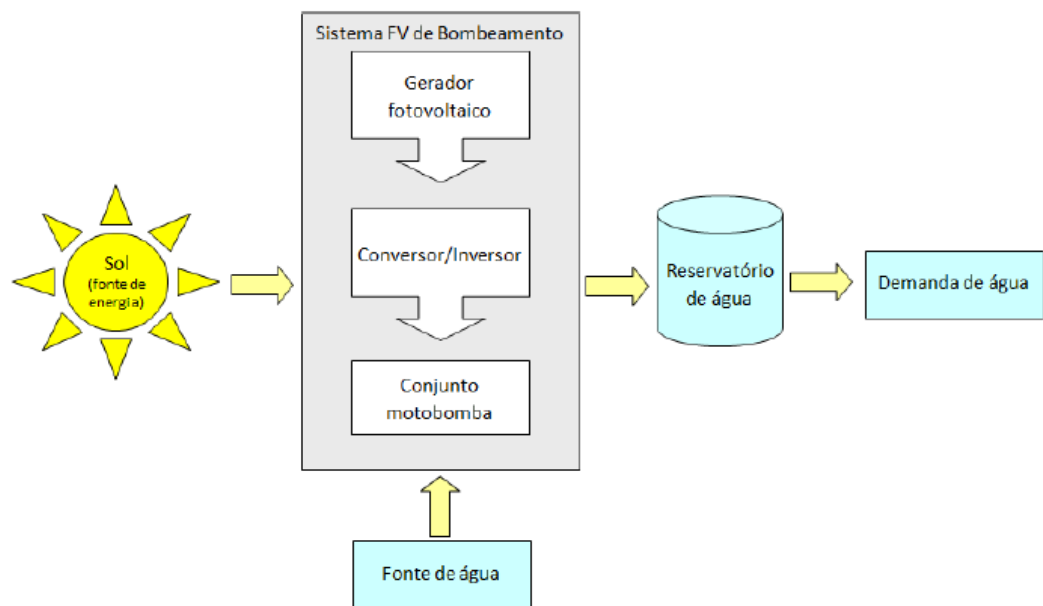
Rüther (2004) relata que o custo atual para instalações interligadas a rede elétrica pública é superior ao da energia fornecida convencionalmente. Porém, o sistema fotovoltaico interligado a rede, oferece diversas vantagens incluindo: custos evitados como a perda na transmissão e distribuição de energia; baixo investimento em linhas de transmissão e distribuição; capacidade de oferecer suporte kVAR a pontos críticos da rede elétrica; não apresentam necessidade de área física dedicada. Estas são algumas das principais características deste tipo de sistema.

O Departamento de Energia dos Estados Unidos vem identificando e atuando nos mercados onde, mesmo ao custo atual, sistemas solares fotovoltaicos residenciais integrados a edificações urbanas e interligados à rede elétrica pública são economicamente viáveis [US-DOE, 1997b]. Em função destas constatações, vários países têm adotado programas de incentivo à utilização de sistemas solares fotovoltaicos integrados a edificações urbanas e interligados à rede elétrica pública [Haas, 2003], sendo o programa Japonês o mais arrojado de todos (previsão de capacidade instalada de 4,82 GWp até o ano de 2010 [Kurokawa, 2001; Ogawa, 2002]). A intenção fundamental destes programas é a produção em grande escala de módulos fotovoltaicos, objetivando não somente a maior disseminação desta tecnologia, mas principalmente atingir o seu potencial de redução de custos, que depende de economias de escala. Desta forma a energia solar fotovoltaica poderá competir também em termos de custos com as energias convencionais. A figura 15 a seguir mostra a distribuição dos custos típica no *1000 Roofs Program* alemão para sistemas residenciais interligados à rede e com potência de 2kWp.(RÜTHER, 2004, p.42).

### 3.12.4 Sistemas fotovoltaicos para bombeamento de água

Ao contrario dos sistemas residenciais de geração de energia elétrica, constituídos por baterias para armazenamento de energia, Pinho e Galdino (2014), descreve que os sistemas fotovoltaicos podem ser utilizados para bombeamento de água (SBFV), e são constituídos por gerador (fotovoltaico), dispositivos de condicionamento de água (controladores, inversores), motobomba e reservatório. Neste projeto, a água proveniente da chuva, do chuveiro e da maquina de lavar, será bombeada e conseqüentemente ficará armazenada em reservatórios separados. A esquematização é mostrada na figura abaixo.

**Figura 18: Esquematização do sistema fotovoltaico de bombeamento (SBFV)**



Fonte: (PINHO e GALDINO, 2014, p. 265)

O condicionamento de potência para correntes contínua pode ser feito através de conversores C.C - C.C ou através do acoplamento do gerador motorbomba. Já em sistemas de corrente alternada, com o objetivo de captar energia em variância de irradiação, utiliza-se inversores C.C - C.A.

#### 3.12.4.1 Tipos de motobombas

Motobombas ligadas ao sistema elétrico de 60 Hz operam diferentemente das que foram citadas acima, entretanto, Alvarenga (S/d), mostra que existem diferentes tipos de bombas que podem ser utilizadas em sistemas fotovoltaicos, podendo dividi-las em dois grupos: bombas centrífugas e bombas volumétricas. As bombas centrífugas são adequadas para grandes volumes de água e pequenas alturas manométricas ( 5 a 6 metros), são mais sensíveis a variação de radiação solar e possuem pás que giram em alta velocidade, criando pressão e aumento o fluxo da água. Já as bombas volumétricas, também chamadas de bombas de deslocamento, são mais adequadas para bombear pequenos volumes de água em grandes alturas manométricas, esse tipo de bomba funciona devido a um pistão ou cavidade, que move volumes constantes de água por ciclo.

.

#### 3.12.4.2 Tipos de motores

O critério para definir o tipo de motor que será usado no sistema de bombeamento de água depende das características monométricas, volume de água a ser bombeada, eficiência, preço, confiabilidade entre outras. A principal característica da escolha de um motor é determinada pela potencia do sistema (ALVARENGA, S/d).

##### 3.12.4.2.1 Motores de corrente alternada

Motores de corrente alternada é relativamente barato. Porém, o inversor utilizado no sistema para transformar a corrente contínua do painel fotovoltaico em corrente alternada de frequência variável, tem o custo elevado. O uso do inversor garante uma maior eficiência no bombeamento de água, deste modo, é de suma importância a projeção adequada destes inversores para a compatibilidade das características de tensão e corrente elétrica da motobomba com a do gerador fotovoltaico (ALVARENGA, S/d).

#### 3.12.4.2.2 Motores de corrente continua

Alvarenga (S/d), mostra que, os motores de corrente continua tem custo mais elevado que motores de corrente alternada. Contudo, sua eficiência é bem maior devido à compatibilidade com os painéis fotovoltaicos. São indicados para sistemas com menor potência. Para motores com escovas, a manutenção periódica é mais exigida devido ao desgaste natural e o processo de comutação, pois são projetados para operarem a longo tempo. Já os motores sem escovas são formados por ímãs permanentes e o estator pelo eletroímã, por isso, possuem maior confiabilidade e não necessitam de manutenção periodicamente.

#### 3.12.4.3 Potência Hidráulica

Como demonstra Navarte e Lorenzo (2001, apud, ANDRADE et al. S/d, p.2), para calcular a potência hidráulica,  $P_h$  (W) necessária para o bombeamento de água do sistema, faz-se a equação em função da altura manométrica  $H_t$  (m), da aceleração da gravidade  $g$  ( $m/s^2$ ), densidade da água  $\rho$  ( $Kg / m^3$ ) e a vazão  $Q$  ( $m^3 / h$ ):

$$P_h = g \cdot Q \cdot \rho \cdot H_t \quad (6)$$

Já a potência elétrica,  $P_e$  (W) equação, o volume bombeado, equação (8) e o rendimento,  $n$  provida do conjunto moto-bomba, é dada pelas equações abaixo:

$$P_e = \frac{P_h}{n} \quad (7)$$

$$\int_{t_1}^{t_2} Q dt \quad (8)$$

Para Alvarenga (S/d.), algumas das características importantes para definir o dimensionamento adequado para cada tipo de projeto, é basicamente o tipo de motobomba, a potência do pico do gerador e o tipo de controlador eletrônico. Deste

modo, é importante conhecer primeiramente as necessidades da água, assim como os critérios do local, sistema de distribuição, custo da quantidade de água bombeada e altura monométrica.

#### 3.12.4.4 Projeções e custos

Ao projetar um sistema de bombeamento de água é importante adotar medidas econômicas. Especificações do custo do bombeamento fotovoltaico devem ser confrontadas com o uso de uma rede elétrica convencional, também sendo comparado com sistema a diesel e o sistema manual.

### 3.13 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial é visto como um símbolo de status e de modernidade por um usuário. Deste modo, proporcionar conforto e confiabilidade é uma questão decisiva para este tipo de sistema, sendo importante desenvolver e propagar esta ideia no meio acadêmico (CABRAL e CAMPOS. 2008).

Esse tipo de automação também é conhecido como domótica, que resulta da palavra *domus* (casa), com junção da robótica (controle automatizado de algo). Assim, domótica é a tecnologia que permite gerenciar todos os recursos prediais, melhorando a qualidade de vida e reduzindo o trabalho doméstico, estando presente em construções de edifícios, residenciais e em áreas de serviços externos. (ALIEVI, 2008).

#### 3.13.1 Sistema de automação para abastecimento de água

O sistema para abastecimento de água em uma residência precisa atender as necessidades de consumo. Assim, Alievi (2008, apud NUNES et al., s.d, p. 1), mostra que a tecnologia para abastecimento de água pode ser aplicada em operações de captação e distribuição. Com a supervisão e os controles necessários a tecnologia da informação pode possibilitar para o sistema uma operação eficiente.

Da Silva et al. (S/d), demonstra que ao elaborar um projeto de automação, deve-se primeiramente identificar quais são os sensores e atuadores controlados por

um CLP (Controlador Lógico Programável), que é o responsável por gerenciar e tomar decisões sobre processos.

### 3.13.2 Controle do nível de líquido

O controle de nível de líquido é essencial em diversos processos de automação, devido a sua aplicação em diversos setores, como em residências, indústrias, laboratórios e etc. Em residências, onde esse projeto será aplicado, possui sistemas de controle automático para manutenção de piscinas, caixas de água entre outros (SCHMIDT, 2008).

### 3.13.3 Captação e armazenamento da água da chuva

De acordo com a Grings e Oliveira (2005), a demanda diária de água da chuva, o índice médio de precipitação por período do ano e o tempo necessário para armazenamento, são os principais critérios a serem observados para captação e armazenamento da água pluvial.

Amorim et al.(2008, apud LOPES, 2012, p.58), mostra que para o melhor dimensionamento do volume de água da chuva, deve-se levar em conta o local que será instalado o reservatório. Os métodos mais conservadores são aplicados em regiões com maior índice pluviométrico, visto que necessitam de menor quantidade de água. Em regiões com baixo índice pluviométrico, é indicado métodos que trabalhem com volume máximo de armazenamento, pois a água irá suprir a carência em períodos secos. Nestas condições, é ideal a utilização de metodologias de calculo diferenciado para verifica o volume ideal para cada reservatório.

### 3.13.4 Classificação das águas residuais

Segundo Murakami (2012), as classificações das águas de uma residência são destacadas abaixo:

- **Águas Servidas:** Proveniente de pias, tanques e chuveiros. Composta também por água da chuva e pode ser reutilizada em sanitários, jardim, lavagem de

pisos entre outros. Assim, sua reutilização pode ser feita pela filtragem biológica que economiza recursos da água potável e esgoto.

- **Águas Fecais:** Resultantes de vasos sanitários. Maior índice de contaminação em relação às águas servidas, por isso a maior dificuldade de reaproveitamento dela, sendo está descartada na rede de esgoto.

### 3.13.5 Normas para aproveitamento da água da chuva

Tomaz (2009), demonstra que a norma ABNT NBR 15.527/2007 publicada em agosto de 2007, válida em setembro de 2007, prevê o aproveitamento da água da chuva de telhados e áreas urbanas para reutilização com a finalidade de não potável.

O Código Sanitário do Estado de São Paulo (Decreto 12.342, de 27/9/78) diz seguinte: Artigo 12 - Não será permitida: III- a interconexão de tubulações ligadas diretamente a sistemas públicos com tubulações que contenham água proveniente de outras fontes de abastecimento Artigo 19- É expressamente proibida a introdução direta ou indireta de águas pluviais ou resultantes de drenagem nos ramais prediais de esgotos.(TOMAZ, 2009, p.17).

### 3.13.6 Qualidade da água da chuva armazenada

Tomaz (2009) relata que a água da chuva pode trazer materiais que depositam no fundo do reservatório, formando uma pequena camada de lama. Alguns cuidados devem ser tomados para mantê-los limpos como, evitar a entrada de luz solar, inspecionar a tampa do reservatório e do extravasor, evitando a entrada de animais pequenos. É necessário fazer uma limpeza pelo menos uma vez por ano, deixando uma pequena declividade de água para a descarga do fundo, podendo também utilizar hipoclorito de sódio a 10% ou água sanitária em suspeita de contaminação da água.



### 3.13.7 Componentes do reservatório

#### 3.13.7.1 Dimensionamento dos reservatórios

Segundo Lopes (2012), o reservatório de armazenamento é um dos itens mais caros de um sistema de reutilização de água, e por isso deve ser dimensionado em relação ao custo/benefício quando a demanda por abastecimento externo for necessária.

De acordo com a Grings e Oliveira (2005), no dimensionamento dos reservatórios, deve-se adicionar o coeficiente de evaporação, que é o acréscimo de 10% no volume da reserva calculada, quando há a dificuldade de estabelecer o coeficiente de evaporação, sendo a equação:

$$V_c = (V_d \cdot N_{dia}) + 10\% \quad (9)$$

$V_c$  = Volume da cisterna ( $m^3$ ).

$V_d$  = Volume de demanda da água diária ( $m^3$ ).

$N_{dia}$  = Número de dias de armazenamento (15 dias).

10% = Aumento de 10% em função da evaporação no período de armazenagem.

Assim, a área de captação de água segundo a Grings e Oliveira (2005), é definida pela seguinte equação:

$$A = \frac{V_c}{Prec\_Periodo} \quad (10)$$

$A$  = Área do telhado para captação ( $m^2$ )

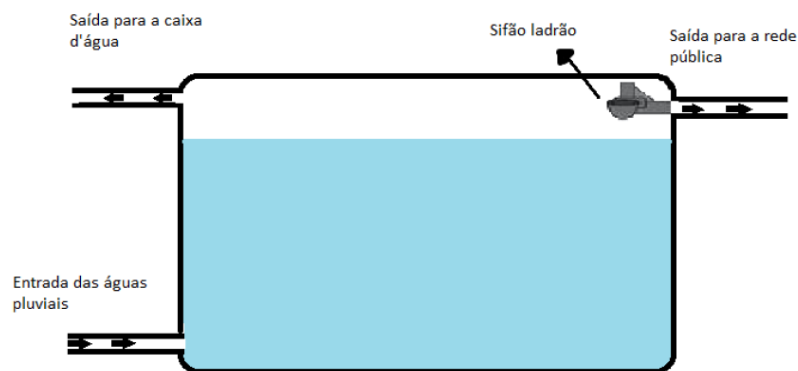
$V_c$  = Volume da cisterna ( $m^3$ )

$Prec\_Período$  = precipitação média no período considerado para captação (mm).

### 3.13.7.2 Cisternas

Segundo Marques (2014), as cisternas possuem três tipos de saídas: uma direciona a água coletada para a residência através de uma bomba, a outra coleta a água proveniente das calhas diretamente para o reservatório e a última escoo o excesso da água do reservatório para a rede pública, através de um sifão ladrão. A figura abaixo mostra a esquematização de uma cisterna.

**Figura 19: Esquematização de uma cisterna com três saídas.**



Fonte: (MARQUES, 2014, p.25)

### 3.13.7.3 Filtro volumétrico (VF1)

Devido ao seu grau de eficiência, os filtros eliminam as sujeiras fazendo uma autolimpeza. Possuem perdas de 20% a 55% (TOMAZ, 2003).

**Figura 20: Filtro residencial VF1.**



Fonte: (AQUASAVE, S/d)

#### 3.13.7.4 Sifão ladrão

Este componente é instalado dentro da cisterna, controlando o excesso de água, evitando assim, o transbordamento. O sifão impede a entrada de inseto e roedores dentro do reservatório.

**Figura 21: Sifão ladrão.**



Fonte: (E-GREENS, S/d)<sup>12</sup>

#### 3.13.7.5 Freio de água

Diminui a velocidade da água ou inverte o seu sentido, melhorando a decantação ao chegar a cisterna, evitando a movimentação de partículas que possam ser depositadas no fundo do reservatório.

**Figura 22: Freio d'água 3P DN150.**



Fonte: (AQUASAVE, S/d)

---

<sup>12</sup> Disponível em: <<http://e-greens.com.br/agua-de-chuva/sif-o-ladr-o-100mm.html>>. Out.2015.

### 3.13.7.6 Calhas e Condutores

As calhas e condutores verticais deverão obedecer à norma da ABNT NBR 10844 de dezembro de 1989, para instalação de esgoto pluvial (TOMAZ, 2003).

Deste modo, a tabela a seguir mostra o dimensionamento para os condutores horizontais e os condutores verticais.

**Figura 23: Tabela do dimensionamento de condutores horizontais e verticais**

Diâmetro do Tubo D (mm)	Capacidade dos condutores horizontais (calhas) e seção circular (formato) com vazões em litros/minuto				Capacidade dos condutores verticais (tubos de descida da água das calhas)		
	Tipo de material = plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos				Vazão	Área do telhado (m <sup>2</sup> )	
	Inclinação 0,5% (0,5cm/m)	Inclinação 1% (1cm/m)	Inclinação 2% (2cm/m)	Inclinação 4% (4cm/m)	litros/segundo (l/s)	Chuva muito forte 150 mm/h	Chuva forte 120 mm/h
50	32	45	64	90	0,57	14	17
75	95	133	188	267	1,76	42	53
100	204	287	405	575	3,78	90	114
125	370	521	735	1.040	7,00	167	212
150	602	847	1.190	1.690	11,53	275	348
200	1.300	1.820	2.570	3.650	25,18	600	760

Fonte: (SEMPRE SUSTENTAVEL, S/d)

Para o funcionamento do sistema, as calhas e tubulações são essenciais, pois a água pluvial será transportada até o local de armazenamento. Porém, ao transportar essa água, alguns materiais como folhas, galhos podem entupir o encanamento, prejudicando a qualidade da água. Por isso, é essencial a utilização de telas de plástico para conter objetos, permitindo sua limpeza (LOPES, 2012).

**Figura 24: Calha de PVC.**



Fonte: (CONSTRUIR SEU LAR, S/d )<sup>13</sup>

#### 3.13.7.6.1 Condutores Verticais e Horizontais

Marques (2014) mostra que os condutores verticais podem ser ligados a uma calha em sua extremidade superior, recebendo um ralo em relação a calhas ou terraços.

Nos condutores verticais, devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido (NBR 8161), fibrocimento, PVC rígido (NBR 10843, NBR 5680), aço galvanizado (NBR 6663, NBR 7005), folhas-de-flandres (NBR 6647), chapas de cobre (NBR 6184), aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro (MARQUES, 2014, p.28).

Já em relação aos condutores horizontais, Marques (2014) descreve que:

Os condutores horizontais devem ser projetados com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5%. Neles, devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido (NBR 8161), fibrocimento (NBR 8056), PVC rígido (NBR 10843, NBR 5680), aço galvanizado (NBR 5580, NBR 5885), cerâmica vidrada(NBR 5645), concreto(NBR9794), cobre, canais de concreto ou alvenaria. (MARQUES, Brasília, 2014, p.28).

#### 3.13.8 Conservação e armazenamento da água da chuva

O tratamento da água para fins não potáveis como, irrigação, lavagem de carros entre outros, é menos restrita em relação ao armazenamento potável.

Esse projeto tem como finalidade a reutilização e armazenamento não potável. Com isso utiliza-se um separador para descarte das primeiras águas da

---

<sup>13</sup> Disponível em: <<http://construirseular.com/calhas-para-telhado-tigre/>>. Acesso em: Out.2015.

chuva, pois dejetos, folhas e galhos podem misturar em contato com a água, após um período de estiagem, promovendo uma limpeza do telhado. Esse separador é dividido em três partes como descreve Marques (2014):

- Reservatório para descarta a primeira chuva.
- Saída para descarte da água do reservatório temporário.
- Desvio da água (chuva forte) para a cisterna.

**Figura 25: Separador de água (primeira chuva).**



Fonte: (SEMPRE SUSTENTAVEL, 2014)<sup>14</sup>

### 3.13.9 Sensores

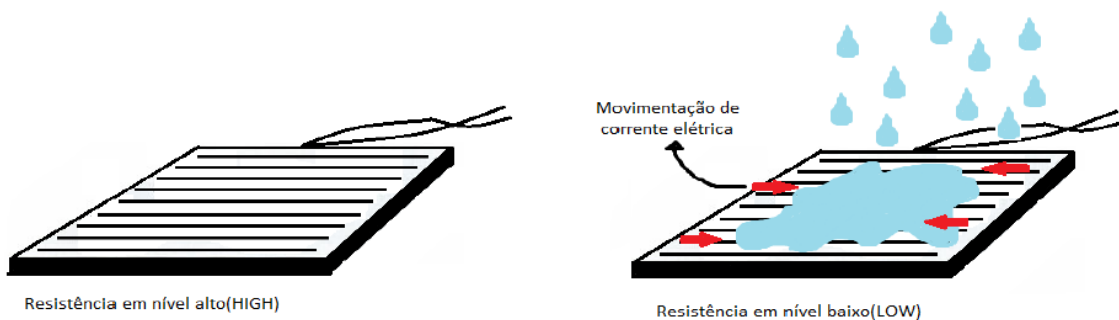
Como define Silva et al (S/d), sensores são dispositivos eletrônicos que informam acontecimentos ocorridos externamente. O sensor examina a situação de uma variável, e produz uma resposta em formato de um sinal elétrico para o CLP, de acordo com o processo a ser executado.

<sup>14</sup> Disponível em: < <http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/separador-de-agua-de-chuva.htm> >. Acesso em: Out.2015

### 3.13.9.1 Sensor de chuva

O Sensor de chuvas é composto por duas malhas condutoras, e é revestido por uma placa em ambos os lados. No momento em que a água da chuva cai sobre a placa, a resistência da placa diminui e uma corrente começa a fluir de uma malha para a outra. Quando a resistência permanecer alta, não há movimentação de corrente, pois nenhum fluido foi detectado. Sua instalação é inclinada e paralela ao telhado, para que a água possa escorrer da calha através de um condutor em direção ao reservatório, evitando assim, danos a sua resistência. (MARQUES, 2014).

**Figura 26: Funcionamento da resistência da placa do sensor de chuva.**



Fonte: (MARQUES, 2014, p.60)

### 3.13.9.2 Sensor Reed Switch

O sensor Reed Switch é um componente magnético acionado por um ímã, localizado no interior do flutuador, com contato aberto ou fechado dependendo do nível da água. Eles são relativamente baratos, pois têm uma forma compacta, podendo ser instalados em qualquer reservatório (NUNES et al., S/d).

**Figura 27: Sensor de nível para líquido LA16M-40.**



Fonte: (ICON, 2015, p. 1)

O seu material é composto de poliacetal e suporta temperatura de  $-0^{\circ}\text{C}$  a  $100^{\circ}\text{C}$ .

### 3.13.10 CLP

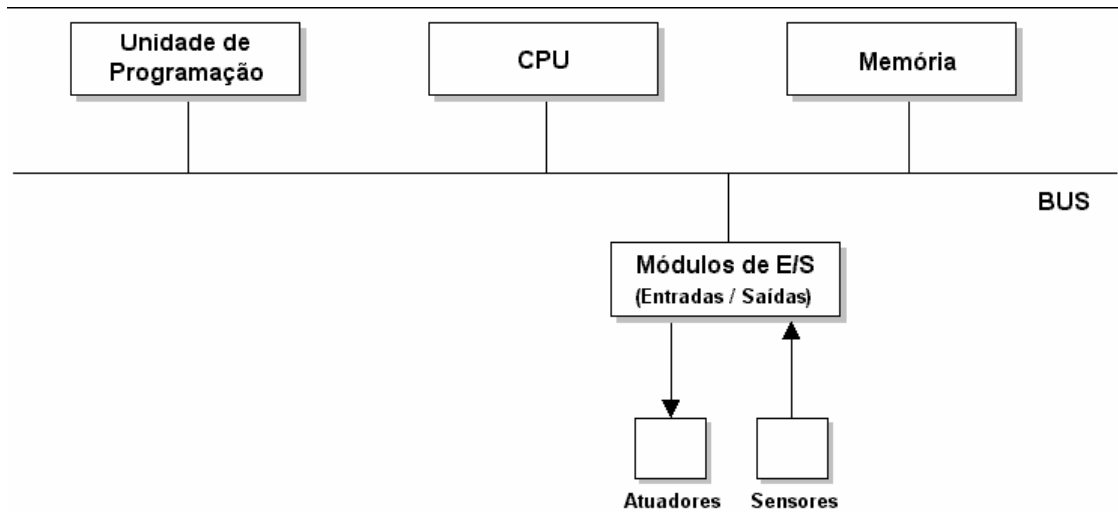
O CLP (Controlador Lógico Programável) é um dispositivo que foi inserido no mercado para substituir os chamados relês que utilizavam métodos sequenciais para controle de máquinas. Eles surgiram na década de 60 com a tecnologia de máquina em estado sequencial (SCHMIDT, 2008).

De acordo com ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), o CLP “é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais”. Segundo a NEMA (National Electrical Manufacturers Association), “é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos”.(SCHMIDT, 2008, p. 7).

A estrutura de um CLP é demonstrada a seguir.



**Figura 28: Estrutura básica de um CLP.**



Fonte: (SCHMIDT, 2008, p.8)

### 3.13.10.1 Funcionamento

O algoritmo programado fica armazenado na memória do CLP e é executado pela UCP (Unidade Central de Processamento). A UCP que realiza o monitoramento das entradas ligando e desligando as saídas, através das instruções programadas na memória do CLP, em um processo realizado de forma cíclica (SCHMIDT, 2008).

O monitoramento das variáveis é dado por dispositivos eletrônicos que são os sensores, assim eles identificam acontecimentos externos e informam ao circuito eletrônico, como demonstra (SILVA<sup>2</sup> et al., S/d).

Depois de receber o estímulo externo, o sensor envia uma resposta em forma de sinal elétrico para o gerenciador do processo, o CLP. Este equipamento foi desenvolvido a partir da indústria automobilística para substituição dos painéis de controle a relés, sendo um sistema eletrônico digital muito utilizado na indústria em geral, que contém uma memória programável capaz de armazenar internamente instruções de comando orientadas pelo usuário. Os CLPs possibilitam a implementação de funções específicas, como, por exemplo, controles lógicos, controles sequenciais, funções de temporização, de contagem e aritméticas, visando ao controle de diversos tipos de máquinas e processos por meio de sinais de entrada e saída digitais ou analógicos. O Controlador Lógico Programável e os periféricos correspondentes (Sistema CLP) são concebidos de modo que possam ser integrados facilmente em sistemas industriais de comando e serem aplicados em todas as funções a eles designadas (SILVA, S/d, p.34).

### 3.13.10.2 Módulos de Entradas e Saídas

De acordo Brune (2015, apud Alievi, 2008, p. 21) o número de pontos de entradas e saídas determinam a classificação dos Controladores Lógicos Programáveis. Um CLP de pequeno porte possui 128 pontos de entradas e saídas, já um CLP de médio porte possui entre 128 pontos e 512 pontos de entrada e saída, e os de grande porte possuem mais de 512 pontos de entrada e saída. Esses pontos podem ser digitais ou analógicos, sendo o sinal recebido por um componente externo.

### 3.13.10.3 Estrutura de um CLP (básica)

Da Silva (2008, apud ALIEVI, 2008, p.22), demonstra as características básicas de um CLP:

- Fonte de Alimentação: Transforma a tensão de rede de 110 ou 220 VCA em +5VCC, +12VCC ou + 24VCC para os circuitos de entrada e saída.
- Unidade de Processamento: Composta por microcontroladores ou processadores com endereçamento de memória de até 1 MB
- Bateria: o circuito do relógio funciona em tempo real, sendo baterias recarregáveis de Ni – Ca as mais utilizadas.
- Memória do programa supervisor: Este programa é responsável pelo gerenciamento das atividades do CLP, e não pode ser modificado pelo usuário. Sua localização fica em memórias do tipo EEPROM, EPROM e PROM.

- Memória do Usuário: é caracterizado por memória do tipo EEPROM ou RAM, sendo esse local reservado a armazenar os valores do programa do usuário.
- Memória de dados: armazena valores do programa do usuário, como os valores de temporizadores, contadores, senha, etc. As memórias de entrada e saída, também ficam armazenadas neste local.

Circuitos auxiliares em caso de falho do CLP:

- POWER ON RESERT: Quando o equipamento é ligado, todas as saídas ficam desligadas, assim, evitando possíveis danos.
- POWER DOWN: Monitora a tensão de alimentação, evitando que o conteúdo de memória seja perdido devido a uma eventual queda de energia.
- WATCH DOG TIMER: É acionado em intervalos periódicos, para que o programa não entre trave ou entre e *loop*.

### 3.13.11 WEG - Clic02 Relé programável

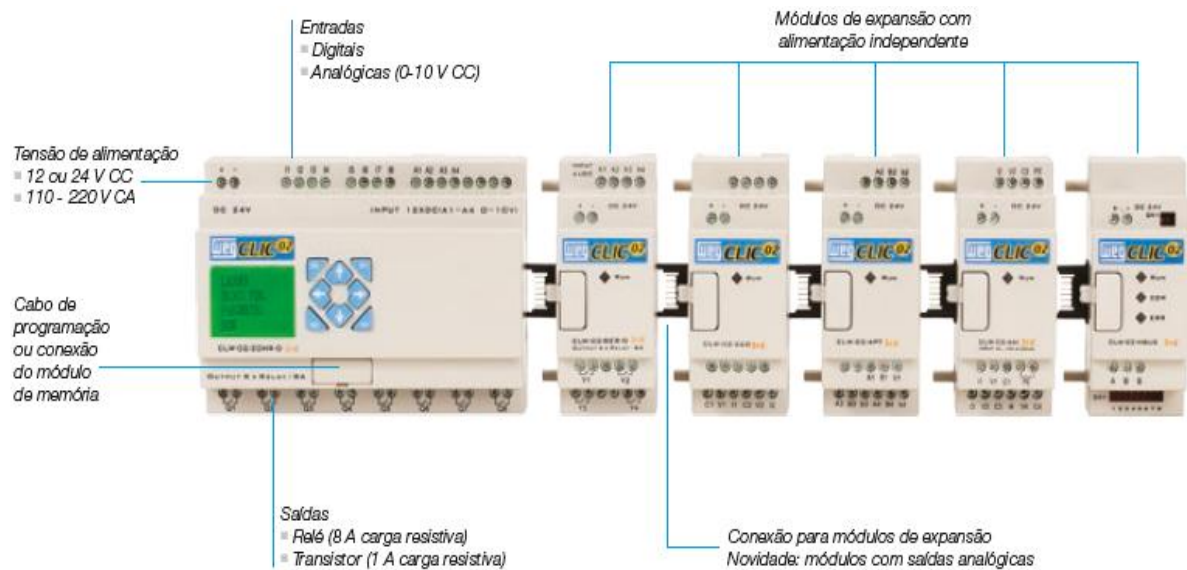
De acordo com Weg (2015), este tipo de equipamento é ideal para aplicações de pequeno e médio porte. Ele reduz o espaço e facilita as atividades de manutenção, sendo indicado para tarefas de temporização, travamento, contagem em operações matemáticas básicas, substituindo contadores auxiliares, temporizadores e contadores mecânicos. Por possuir controle PID, ele tem maior capacidade de programação, devido as suas funções aritméticas (soma, subtração, multiplicação e divisão), maior capacidade de expansão e possibilidade de ser

mestre de uma rede de comunicação em Modbus. Suas características principais conforme a Weg (2015) são:

- Tensão de alimentação 12 VCC, 24 VCC (50/60 Hz)
- Unidades básicas de entradas e saídas digitais com 10,12 e 20 pontos e 2 ou 4 pontos de entradas analógicas(0-10 V CC/12 bits).
- Expansão de módulos de entradas e saídas digitais (relé ou transistor).
- Saídas digitais a relé (8 A para cargas resistivas) ou transistor ( 1 A para cargas resistivas).
- Configuração máxima de até 44 pontos de entrada e saída digitais, 4 pontos para pt-100, 4 entradas e 4 saídas analógicas reais.
- Duas entradas de 1khz.
- Duas saídas PWM e trem de pulsos 1khz.
- Relógio em tempo real.
- Display LCD 4 linhas x 16 caracteres.
- Software gratuito CLICK02 com programação em ladder ou em diagrama de blocos.
- Controle PID e funções aritméticas.
- Comunicação em RS485/Modbus mestre/escravo.
- Cartão de memória PM05 (opcional).

A Figura abaixo detalha o esquema de um CLP da WEG, com tensão de alimentação, suas entradas e saídas e as conexões para módulos de expansão.

**Figura 29: Hardware do CLP da WEG Click02.**



Fonte: (WEG, 2015, p. 7)

### 3.13.11.1 Comunicação em rede

Segundo a Weg 2015, as linhas de relés podem atender a diversificadas aplicações nos processo de automação como a de Datalink, que é a troca de dados, podendo se comunicar em até oito estações, e de Modo remoto, onde a capacidade de entradas e saídas (E/S) do CLP utilizando outro CLP, interligados por cabos traçados (par de fios).

### 3.13.10.4 Linguagem em *ladder*

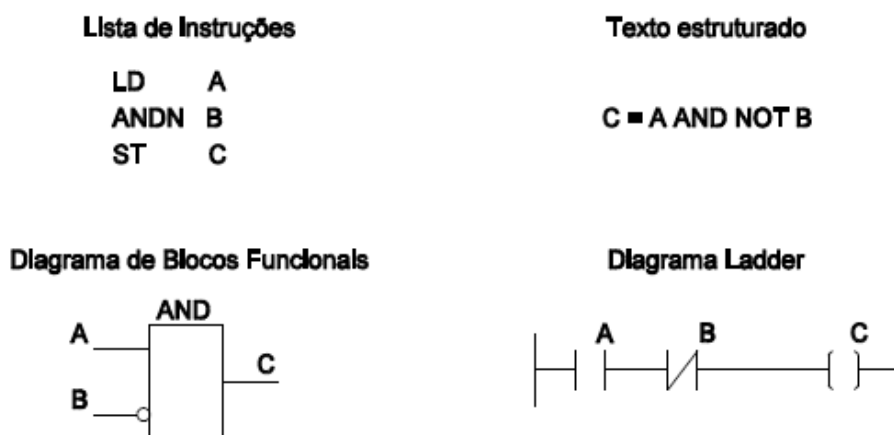
Segundo Franchi e Camargo (2008, apud ALIEVI, 2008, p.31) a linguagem em *ladder* fundamenta-se no acionamento elétrico de circuitos de comando, baseando-se na logica de relés e contatos elétricos. Por ser uma das primeiras linguagens feita por fabricantes, ela é a mais utilizada atualmente para a programação de CLPs.

Na representação *ladder* existe uma linha vertical de energização a esquerda e outra linha a direita. Entre estas duas linhas existe a matriz de programação formada por xy células, dispostas em x linhas e y colunas. Cada conjunto de células é chamado de uma lógica do programa aplicativo. As duas linhas laterais da lógica representam barras de energia entre as quais são colocadas as instruções a serem executadas. As instruções podem ser contatos, bobinas, temporizadores, etc. (TEIXEIRA, 2007, p.24)

### 3.13.10.5 Blocos Funcionais

Teixeira (2007) mostra que, nas indústrias, os blocos funcionais são muito utilizados para processos, como um conjunto gráfico de blocos interligados, expressando o comportamento de funções, blocos funcionais e programas. Se parece com um sistema de fluxos de sinais entre elementos de processamento, como um diagrama de circuito eletrônico. A figura abaixo mostra os elementos deste sistema.

Figura 30: Linguagem de programação *ladder*.



Fonte: (TEIXEIRA, 2007, p. 23).

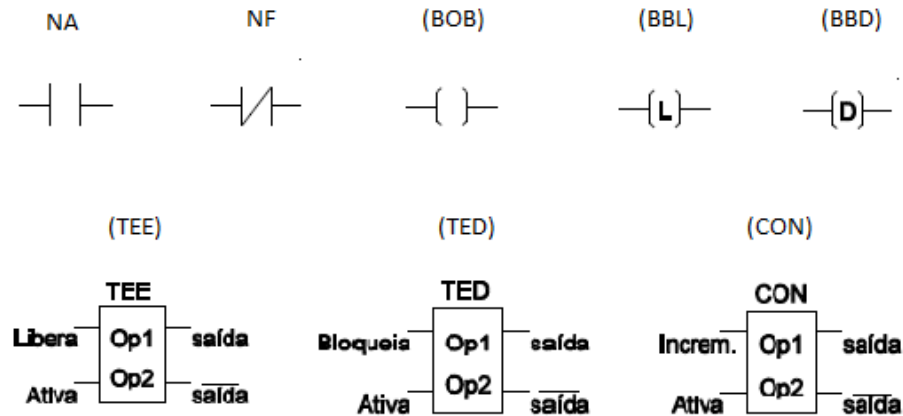
### 3.13.10.6 Comando da linguagem *ladder*

De acordo com Teixeira (2007), os principais comandos básicos da linguagem *ladder*, são destacados abaixo:

- **Contato normalmente aberto (NA):** Está associado a uma entrada digital ou a um contato auxiliar. Em caso de ser uma entrada tipo botoeira, o seu estado será modificado sempre quando for acionado.

- **Contato normalmente fechado (NF):** Esta associada a uma entrada digital ou a um contato externo, da mesma forma do contato normalmente aberto.
- **Bobina Simples (BOB):** O seu estado é alterado sempre quando for acionado, abrindo contatos fechando e fechando os abertos, quando for energizado.
- **Bobina liga (BBL):** quando acionada, muda o estado dos elementos associados a ela, abrindo e fechando contatos.
- **Bobina desliga (BBD):** quando acionada, os elementos associados a ela retornam ao estado original.
- **Temporizador na energização (TEE):** Realiza a contagem de tempo. O Op1 é a memória acumuladora de tempo, e a Op2 é o tempo limite. Quando a entradas Libera e ativa forem energizadas a contagem começa.
- **Temporizador na desenergização (TED):** realiza a contagem de tempo, com a energização de sua entrada. É semelhante ao TEE.
- **Contador simples (CON):** Realiza a contagem a cada unidade quando for acionada. Op1 é a memória acumuladora e o Op2 é o numero limite.

Figura 31: Comandos básicos da linguagem *ladder*.



Fonte: (TEIXEIRA, 2007, p. 25)

### 3.13.10.7 Chaves

#### 3.13.10.7.1 Chave tipo botoeira

Existem dois tipos de chave botoeira, também chamadas de *push-buttons*, que são descritas por (ALIEVI, 2008):

- **Chaves de impulso:** Constituídas por uma mola interna, seu acionamento é feito ao apertar o botão, e desfeito ao soltar este botão. Podem ser do tipo NA (contato aberto) ou NF (contato fechado).
- **Chaves com retenção (trava):** Este tipo de chave é acionado quando pressionado o botão, e desativado quando pressionado novamente.

#### 3.13.10.7.2 Chave fim de curso

Estes dispositivos são compostos por alavancas ou haste, com roldanas ou sem roldanas. Sua característica é o acionamento dos contatos para abrirem ou fecharem, podendo ser classificadas como de controle ou de segurança. É constituída por atuador que entram em contato com o objeto a ser detectado;



cabeçote que converte o movimento do atuador em movimentos e o bloco de contatos que é a parte que alojará os contatos da chave (ALIEVI, 2008).

#### 3.13.10.8 Atuadores

São interfaces de saídas para CLP do tipo digital ou analógica.

#### 3.14.10.9 Saídas digitais

De acordo com Antonelli (1998, apud ALIEVI 2008), as saídas digitais possuem dois estados: ligado ou desligado. Elas podem controlar relés, contadores, solenoides, entre outros.

#### 3.14.10.11 Contadores

Contador é um dispositivo para acionamento de circuitos com potência elevada. Esse acionamento é feito por um circuito com baixa potência.

#### 3.14.10.12 Saídas analógicas

Como relata Antonelli (1998, apud ALIEVI 2008), os sinais de saída de tensão e de corrente, são convertidas pelas saídas analógicas para controlar dispositivos atuadores, como motores C.C, válvulas proporcionais, inversores.

#### 3.14.10.13 Válvula proporcional

De acordo com Alievi (2008), a válvula proporcional disponibiliza uma pressão relacionada ao sinal elétrico proveniente de uma entrada analógica, com tensões de 0 a 100 VCC ou corrente de 4 a 20 mA, obtendo o ajuste da vazão.

## 4 METODOLOGIA

A pesquisa teve como objetivo o estudo de uma residência unifamiliar localizada na cidade de Vitória da Conquista (BA), descrevendo os componentes para utilização de automação, identificando a viabilidade do sistema proposto.

Essa pesquisa tem um caráter descritivo e exploratório, com objetivo de identificar e analisar características e problemas de um assunto a fim de resolvê-los através de propostas que apresentam resultados compreensíveis e precisos.

A pesquisa de formato exploratório tem como finalidade proporcionar uma maior familiarização com o problema a ser estudado. Deste modo, envolve levantamento bibliográfico assumindo formas de estudo de caso. Assim, o formato exploratório se adéqua ao assunto questionado que é a **eficiência energética aplicada a uma residência unifamiliar**.

Já a pesquisa descritiva tem como finalidade descrever as características do objeto a ser estudado, mostrando as particularidades de um fenômeno ou experiência, observando os fatos e analisando-os com o intuito de alcançar uma melhor interpretação e por fim melhores resultados. Portanto, “a pesquisa descritiva é um meio intermediário entre a pesquisa exploratória e a pesquisa explicativa, não sendo preliminar como a primeira e nem aprofundada como a segunda.” (RAUPPEN; BEUREN, p. 6).

Em relação à abordagem, a pesquisa se direciona a qualitativa, na qual se baseia em caráter exploratório em que os resultados obtidos são tratados por meio de relatórios e comentários relacionados à elaboração do sistema de automação. Com fonte direta de coleta de dados é fundamentada na descrição com o objetivo de uma melhor compreensão.

Para compreender e analisar um material qualitativo faz-se necessário à interpretação dos dados adentrando nos significados sociais que os autores compartilham na sua realidade. (GERHARDT; SILVEIRA; 2009).

As ferramentas de programação, matérias e componentes necessários que serão utilizadas na elaboração do projeto, serão descritas no próximo tópico.

## 5 ESTUDO DE CASO

### 5.1 ANÁLISE DAS FERRAMENTAS

As ferramentas de edição utilizadas na elaboração do projeto têm como objetivo ajudar a elaborar da melhor forma o sistema de energia solar, captação e reutilização da água. O acionamento das bombas centrífugas por painéis fotovoltaicos será utilizada para suprir a demanda de energia no sistema. Essas ferramentas são *Freeware*, ou seja, sem custo, porém algumas versões como o Adobe Flash CS3 é paga.

Neste projeto será descrito o processo das ferramentas não pagas, aplicadas no sistema da residência. Para o reaproveitamento da água e o acionamento dos painéis fotovoltaicos, será utilizados dois softwares com a linguagem *ladder*, o LogixPro e o WEG Clic02.

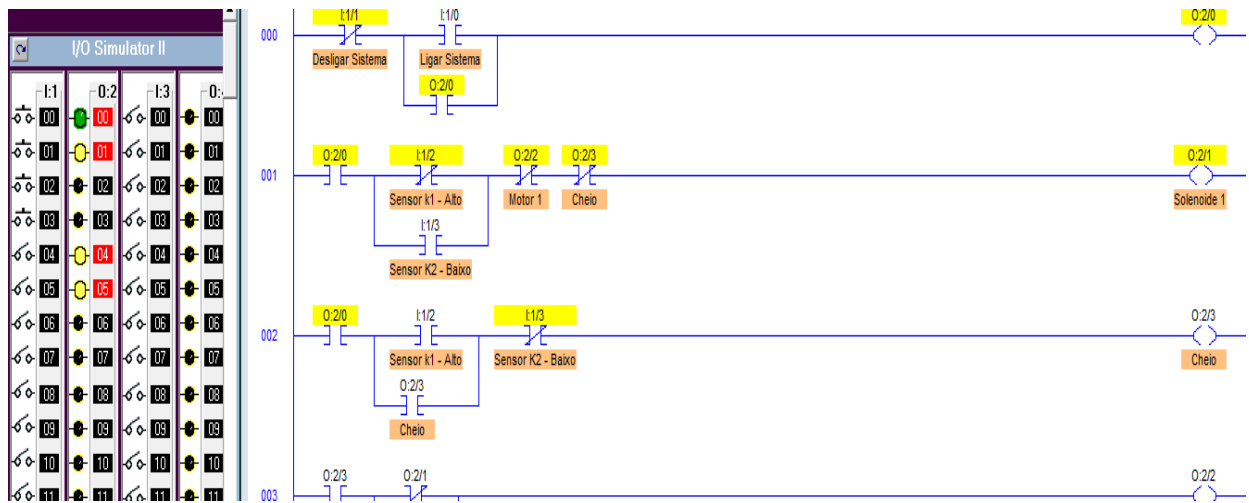
#### 5.1.2 LogixPro

O LogixPro é uma ferramenta básica utilizada na simulação para programação de CLPs em linguagem ladder, sendo de bastante importância neste projeto para o gerenciar o sistema de reutilização da água pluvial, lavanderia, chuveiro e também o acionamento dos painéis fotovoltaicos. Dessa forma, será descrito a esquematização feita para cada reservatório e o painel fotovoltaico, sendo estes distinguidos por seu sistema.

##### 5.1.2.1 Sistema - Reservatório 1 ( Água da Chuva)

O Sistema - Reservatório 1 irá armazenar a água da chuva para o uso não potável. Esse sistema é constituído de um motor, uma bomba centrífuga, dois reservatórios (inferior e superior), três sensores de nível e dois solenoides. Na figura abaixo, o acionamento de todo o sistema é dado por duas chaves tipo botoeira, uma para ligar e outra conseqüentemente para desligar.

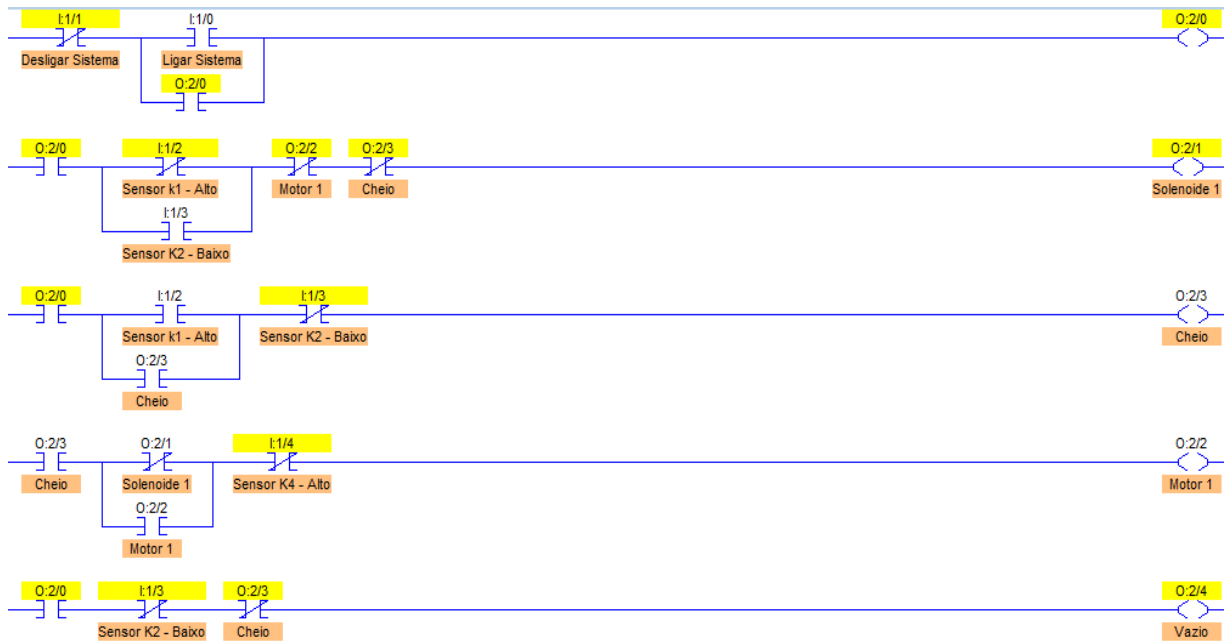
Figura 32: Sistema - Reservatório 1 através do LogixPro.



Fonte: (Autoria própria, 2015)

Como visto na figura acima, quando o sistema for ligado a saída “Solenóide1” estará ligada, indicando que a válvula de abertura da entrada de água dos dois reservatórios estão abertas. Neste momento a saída “Vazio” fica ligada, indicando que o nível do reservatório inferior não está totalmente cheio. Quando a água atingir o nível desejado, o sensor “k1 - Alto” será acionado por um pulso. A saída “Motor 1” estará ligada, bombeando a água através da motobomba para o reservatório superior e o “Solenóide 1” ficará desativado. Evidentemente, quando o nível da água estiver reduzindo e atingir o sensor de “K2 – Baixo”, este dará um pulso desativando a saída “Vazio”, e acionando a saída “Solenóide 1”.

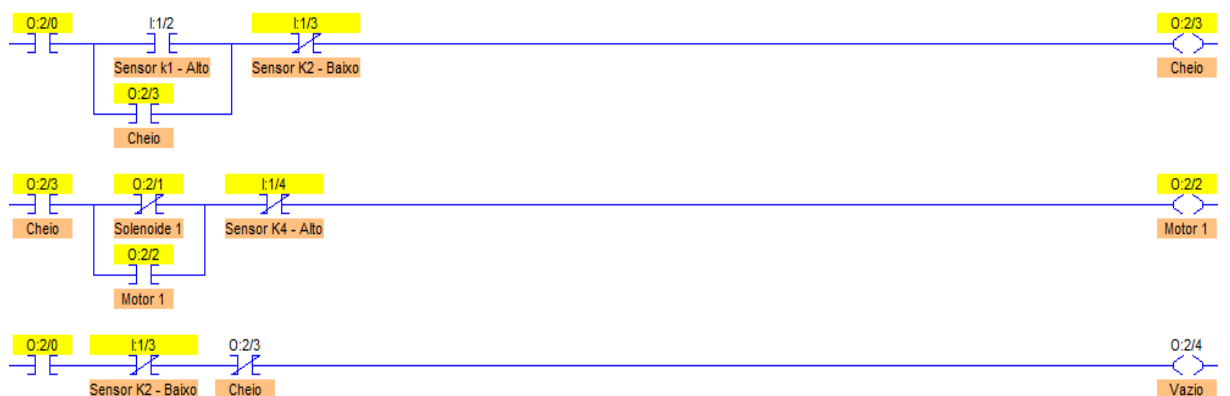
**Figura 33: Sistema – Reservatório 1 através do LogixPro.**



Fonte: (Autoria própria, 2015)

Quando o nível de água do reservatório superior estiver cheio, consequentemente irá acionar o sensor (Invertido) “K4 – Alto” fechando o contato e desativando a motobomba. Obviamente, esse sensor será desativado quando o nível do reservatório superior estiver baixo, e irá ativar novamente a motobomba. O processo se torna cíclico.

**Figura 34: Sistema – Reservatório 1 através do LogixPro.**

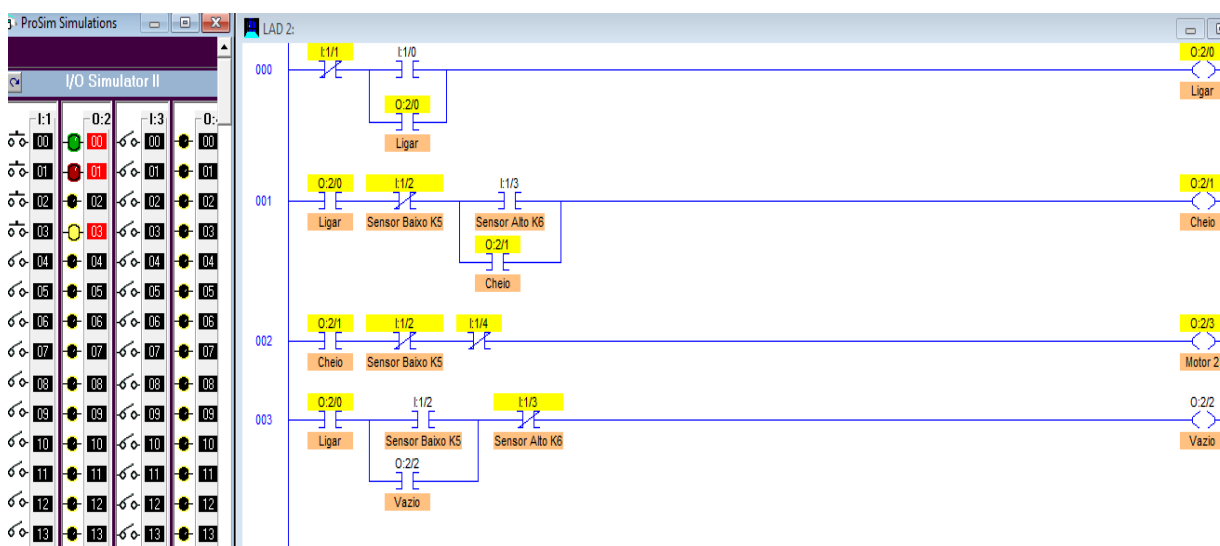


Fonte: (Autoria própria, 2015)

### 5.1.2.2 Sistema - Reservatório 2 (Água do chuveiro e tanque de roupa)

O sistema – Reservatório 2 irá armazenar a água do banho e do tanque de roupa, para utilização no vaso sanitário. O sistema é constituído por dois sensores de nível, um reservatório e um motor. Seu processo é parecido com o primeiro, porém mais simples. Inicialmente, liga-se o sistema pela chave tipo botoeira como no sistema anterior. Quando o nível da água atingir a capacidade desejada, o sensor “Alto K6” dará um pulso e acionará a saídas “Motor 2” e “Cheio”.

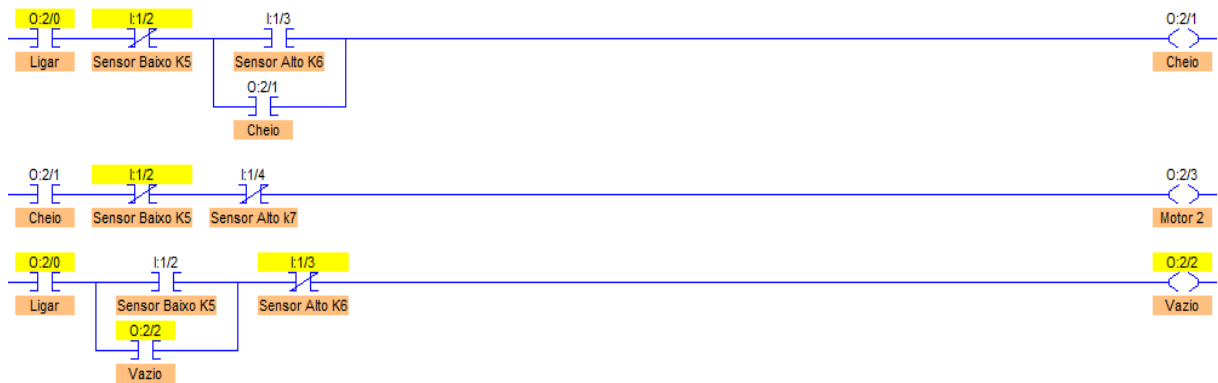
Figura 35: Sistema – Reservatório 2 através do LogixPro.



Fonte: (Autoria própria, 2015)

A água será bombeada para o reservatório superior, e quando o nível da água estiver baixo, atingindo o sensor “Baixo K5”, a saída “Vazio” será acionada e desligará a saída “Cheio”. O saída “Motor 1” será desligada quando o sensor (Invertido) “Alto k7” for acionado. O Processo se torna cíclico.

**Figura 36: Sistema – Reservatório 2 através do LogixPro.**

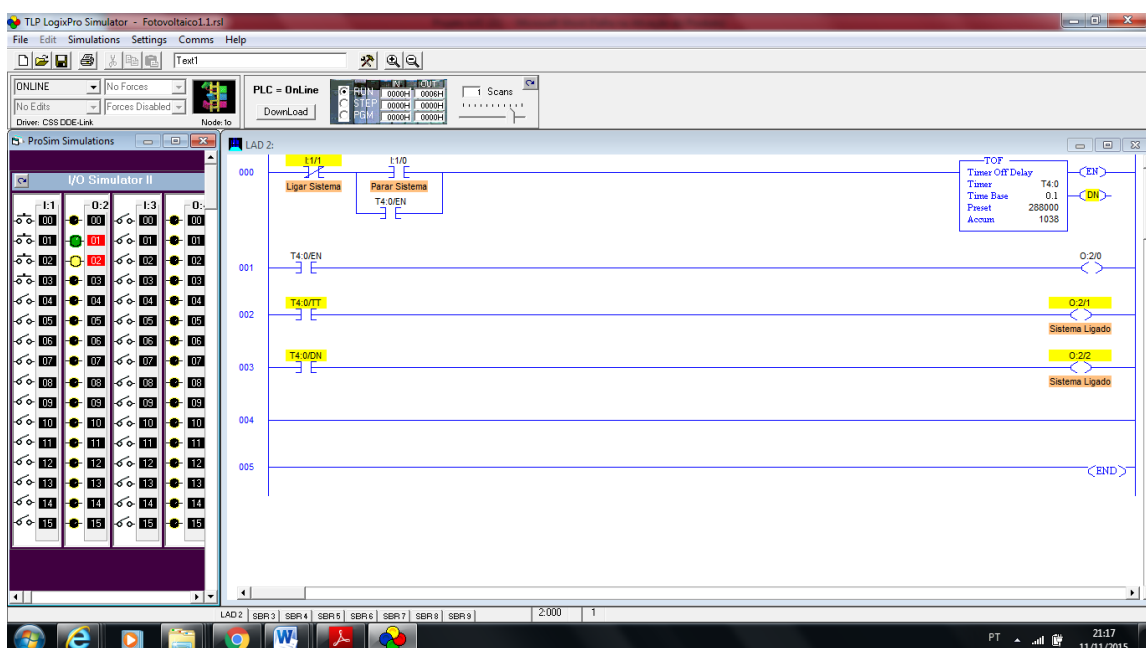


Fonte: (Autoria própria, 2015)

### 5.1.2.3 Sistema painel fotovoltaico

O sistema painel fotovoltaico funcionara conectado a rede publica e como um sistema isolado domiciliar. Ele irá contar com duas chaves tipo botoeira e um temporizador (TOF). O processo é simples, quando o sistema for ligado pela chave “Ligar sistema”, está iniciara o processo de contagem, deixando a sua saída ligada por um período de tempo determinado. Durante esse período, o painel fotovoltaico estará ativo até o fim da contagem do temporizador.

**Figura 37: Esquematização do Sistema Painel fotovoltaico**



Fonte: (Autoria própria, 2015)

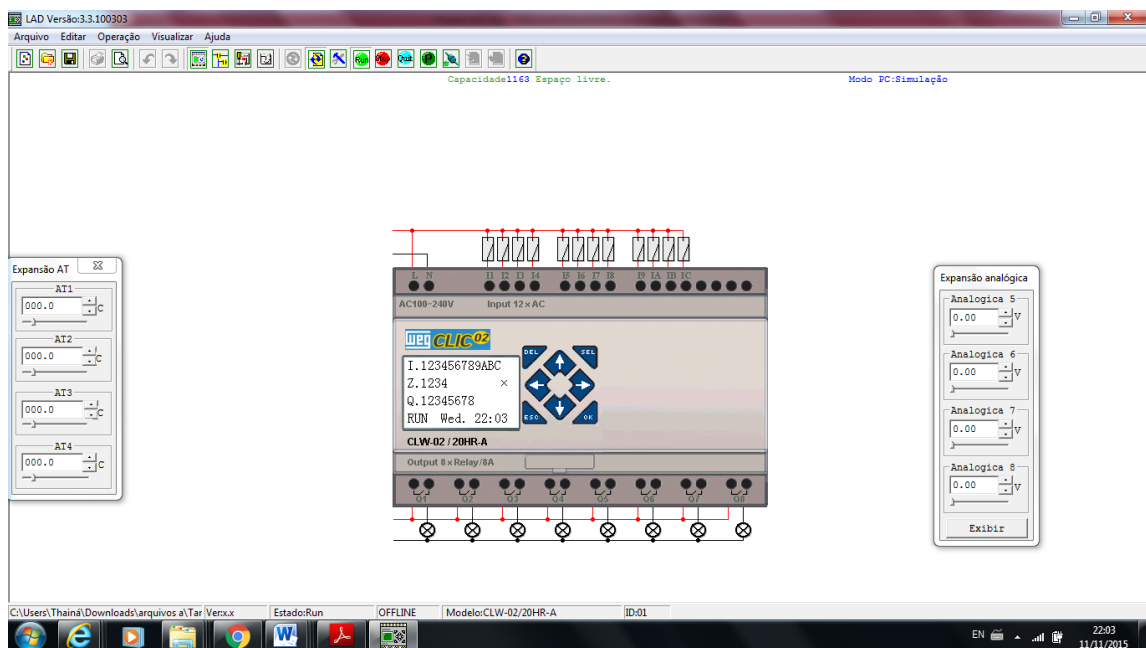
### 5.1.3 Clic02

Como foi citado no referencial teórico, o software da Weg, Clic02, é uma ferramenta gratuita que pode ser aplicada em diversos ramos da automação em um modo geral.

Como foi explanado a esquematização pela ferramenta LogixPro, o Clic02 servira para demonstrar como será aplicada na prática o sistema automatizado, pois os dois programas possuem o mesmo tipo de linguagem, conseqüentemente, a mesma linha de programação.

Em todo o sistema, será utilizado o modelo do CLP da Weg CLW-0220HR-A. a figura abaixo mostra a interface deste CLP na ferramenta Clic02:

**Figura 38: Interface do Clic 02 com CLP Modelo CLW-0220HR-A.**

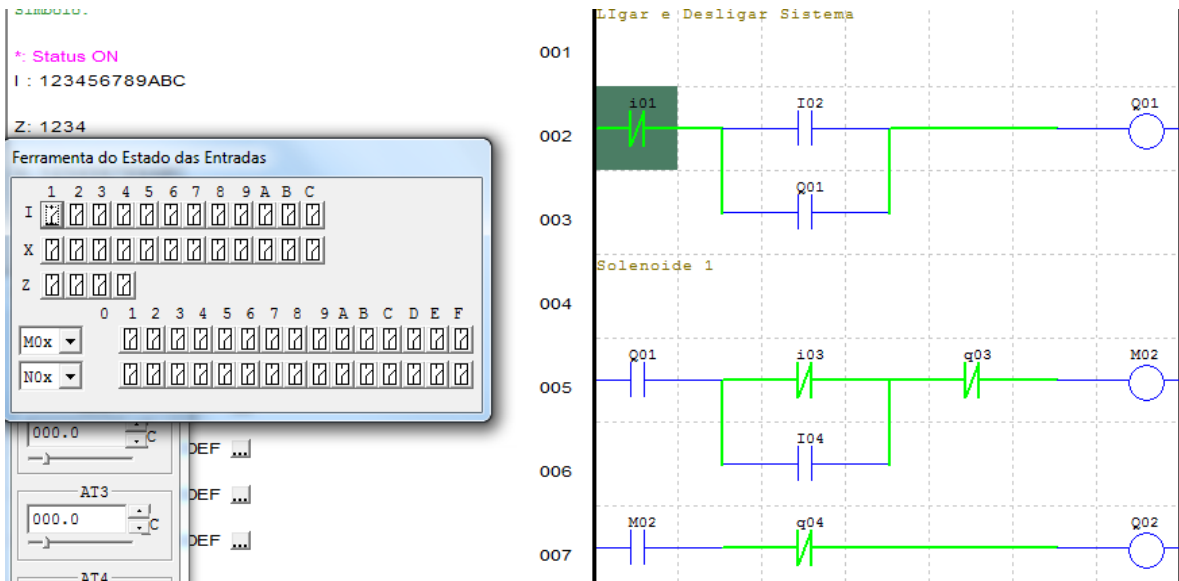


Fonte: (Autoria própria, 2015)

Em relação ao LogixPro, não houve alteração na linguagem Ladder do Clic02 para os demais sistemas. O Sistema – Reservatório 1 não foi modificado:

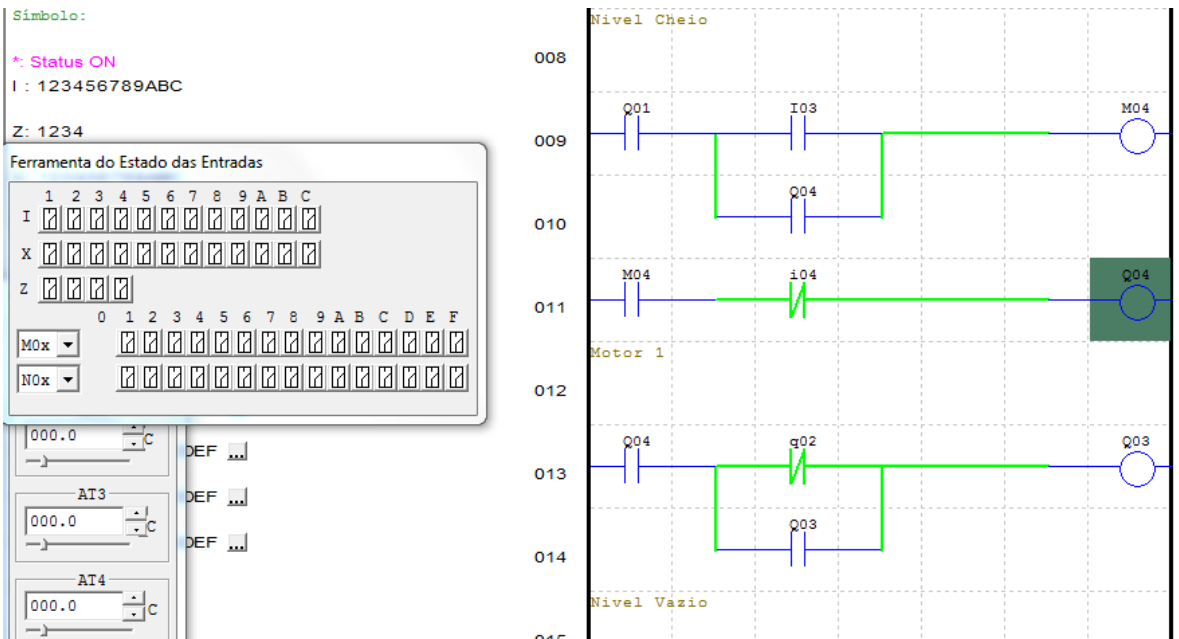


**Figura 39: Esquemática Sistema – Reservatório 1 Clic02.**



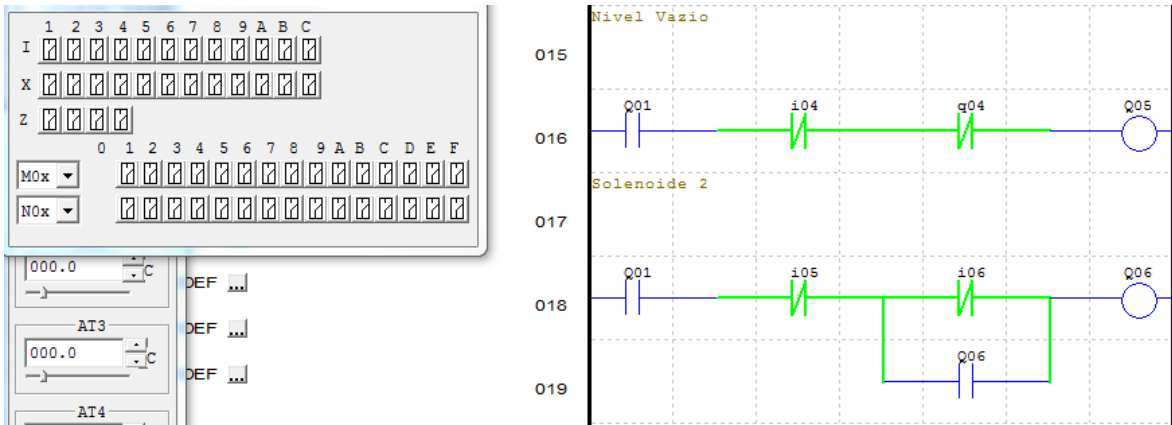
Fonte: (Autoria própria, 2015)

**Figura 40: Esquemática Sistema – Reservatório 1 Clic02.**



Fonte: (Autoria própria, 2015)

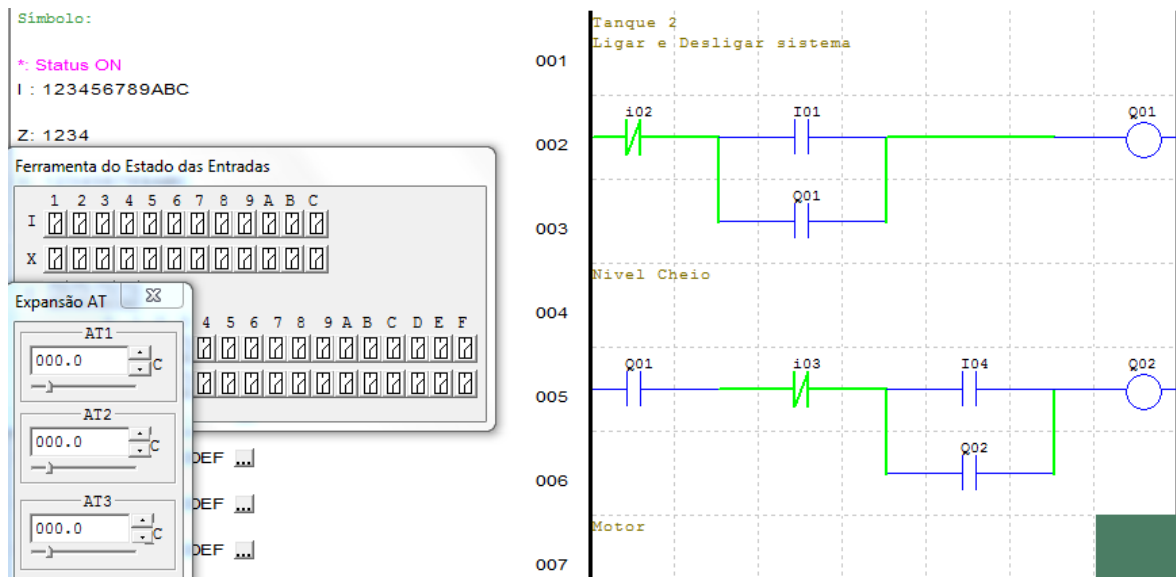
**Figura 41: Esquematização Sistema – Reservatório 1 Clic02.**



Fonte: (Autoria própria, 2015)

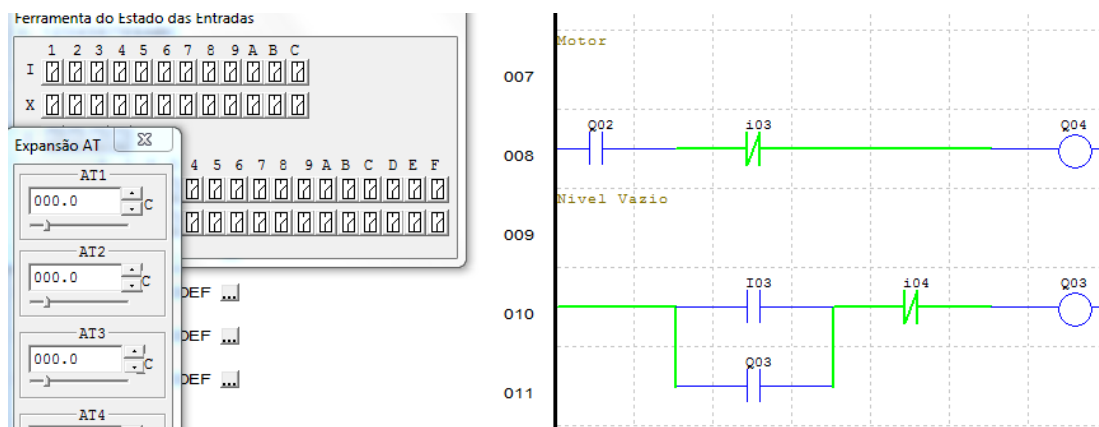
Como foi relatado, para o Sistema - Reservatório 2 não houve modificações em sua linguagem.

**Figura 42: Esquematização Sistema – Reservatório 2 Clic02.**



Fonte: (Autoria própria, 2015)

**Figura 43: Esquemática Sistema – Reservatório 2 Clic02.**



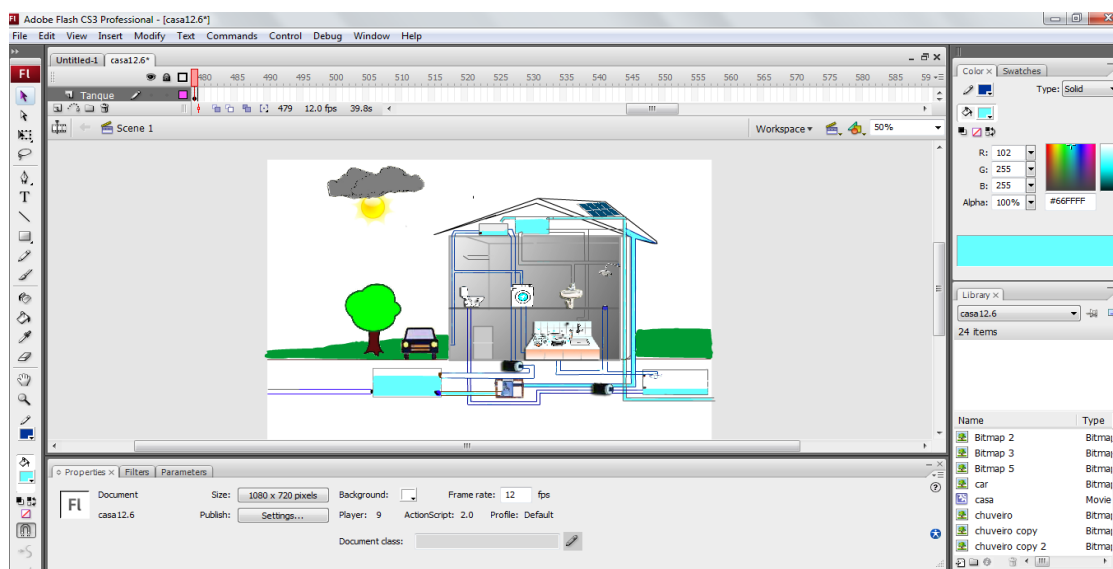
Fonte: (Autoria própria, 2015)

### 5.1.4 Adobe Flash CS3

Esta ferramenta foi utilizada para demonstrar a animação do sistema proposto. O Flash CS3, possibilita a utilização de diversos tipos de mídia-texto, formulários, gráficos, vídeo e principalmente animação de duas ou três dimensões.

Além da inovação na linguagem de programação em comparação com as outras versões, o Adobe Flash CS3 possui o *Actionscript 3*, uma versão mais avançada sendo uma linguagem orientada por objetos. As animações podem ser divididas em dois tipos distintos: “*frame-by-frame*” e “*tween*”.

**Figura 44: Animação em Adobe Flash CS3 para o sistema proposto.**



Fonte: (Autoria própria, 2015)

## 5.2 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA APLICADO A UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

### 5.2.1 Consumo de água

O presente estudo foi aplicado em uma residência habitada por quatro pessoas na cidade de Vitória da Conquista, localizada na região do sudoeste Baiano. Primeiramente, foram levantados dados através de pesquisas em relação ao consumo de água da descarga por uma pessoa por dia.

#### 5.2.1.1 Consumo de água da descarga

Modelos antigos de descarga possuem uma válvula fixada na parede e consomem em média de 12 a 15 litros de água por descarga. Em 2003, um acordo entre fabricantes brasileiros de vasos sanitários, permitiu um novo modelo. Esse novo modelo possui uma caixa acoplada, gastando em média 6 litros por descarga. O acordo foi normalizado pela NBR 15.097/04 (WIKIPEDIA, S/d).

A figura abaixo mostra os dados obtidos nesta residência com e calculados na ferramenta Excel.

**Figura 45: Consumo mensal de água na residência.**

<b>Habitantes</b>	<b>Média de descarga/dia</b>	<b>Consumo litros/dia</b>	<b>Média mensal em litros</b>
Homem	4	24	720
Mulher	5	30	900
Adolescente 1	7	42	1260
Adolescente 2	7	42	1260
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>138</b>	<b>4140</b>

Fonte: (Autoria própria, 2015)

#### 5.2.1.2 Consumo de água na residência

No que se refere ao consumo médio de água por pessoa relacionada à higiene pessoal, foram obtidos os seguintes dados.

**Figura 46: Média de consumo de água por pessoa na residência.**

	Média quantidade de vezes ao dia/pessoa	Média de litros/pessoa	Média de litros/mês
Banho	3	72	2160
Escovar os dentes	3	6	180
Lavar as mãos	4	12,8	384
Tanque de roupa	2 (por semana)	37	1110
<b>Total</b>		127,8	3834

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Em relação ao consumo do tanque de lavar roupas, foi levado em conta que ele fica ligado em média durante 1 hora e consome 129 litros por ciclo. Sendo assim, foi considerado que 37 litros é a média gasta por dia em uma semana.

Nestas condições, consideramos que a média diária de água por quatro habitantes é de 538,2 litros/dia e a média considerando trinta dias corridos é de 16.146 litros/mês. O cálculo do consumo de água se baseia na tabela de tarifa de saneamento básico, onde o consumo de até 10m<sup>3</sup>, equivalente a 10 mil litros de água. O valor fixado é de R\$ 22,50 para cada 10m<sup>3</sup>, para cada m<sup>3</sup> excedente é acrescentado R\$ 3,31/m<sup>3</sup>. Contudo, a tarifa de rede de esgoto representa a maior fatia da fatura chegando até 80%, resultando assim um valor total de R\$ 76,34.

A reutilização estimará uma economia de 46% de água potável considerando o consumo diário de 538,2 litros/dia para quatro pessoas. Na residência serão utilizados reguladores e arejadores de vazão constante para melhor desempenho econômico na residência.

### 5.2.2 Dimensionamento da residência

A pesquisa também teve como objetivo aproveitar a energia proveniente de painéis fotovoltaicos, atendendo a demanda total para dimensionamento do projeto. Os dados foram obtidos em relação ao consumo de energia, sendo destacados os equipamentos essenciais. Para calcular a demanda da residência, é necessário especificar o consumo dos equipamentos elétricos instalados nela. Desse modo, Foram levantados dados relacionados ao consumo dos aparelhos elétricos instaladas na casa.

**Tabela 1: Consumo dos equipamentos elétricos na residência**

Equipamentos	Quantidade	Consumo em w (Watt) (cada)
Lâmpada	14	15
DVD	1	50
Televisão	2	200
Som	1	100
Computador	1	250
Geladeira	1	250
Fogão	1	90
Chuveiro	1	5400
Motor monofásico	2	370

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Portanto, foi calculado o consumo mensal em kWh/mês, conseqüentemente o valor total da residência. Os dados foram descritos em uma planilha na ferramenta Excel. Além disso, foram feitos cálculos relacionados à quantidade de minutos em que cada aparelho fica ligado e a quantidade de dias em funcionamento que foram relatados na figura abaixo:

**Figura 47: Consumo total de energia por mês na residência (kWh) – Método convencional.**

Aparelhos Elétricos	Potência aproximada (W)	Quantidade	Uso Minutos/Dia	Qtd. Dia/mês	kWh/Mês	R\$/mês
Lâmpada	15	14	360	30	37,8	20,63
DVD	50	1	120	20	2	1,1
Televisão	200	2	240	20	32	17,6
Som	100	1	120	20	4	2,2
Computador	250	1	180	20	15	8,25
Geladeira	250	1	420	30	52,5	28,7
Fogão	90	1	3	30	0,135	0,075
Chuveiro	5400	1	64	30	171,72	77,45
Motor Monofásico	370	2	10	30	3,7	2,04
Microondas	1500	1	15	20	7,5	4,15
<b>Total</b>					<b>333,855</b>	<b>162,195</b>

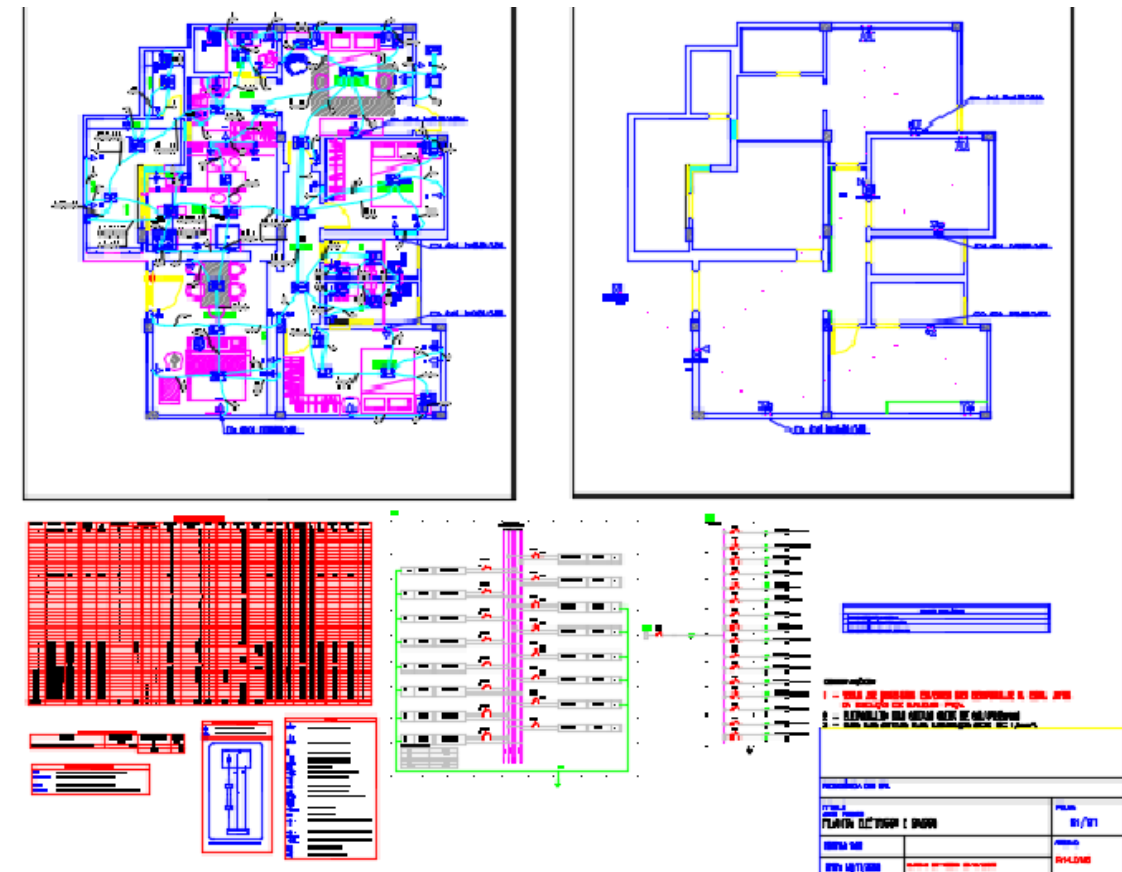
Fonte: (Autoria própria, 2015)

O consumo total por mês é de 333,855 kWh/mês com valor de 162,194 reais.

### 5.2.2.1 Projeto elétrico

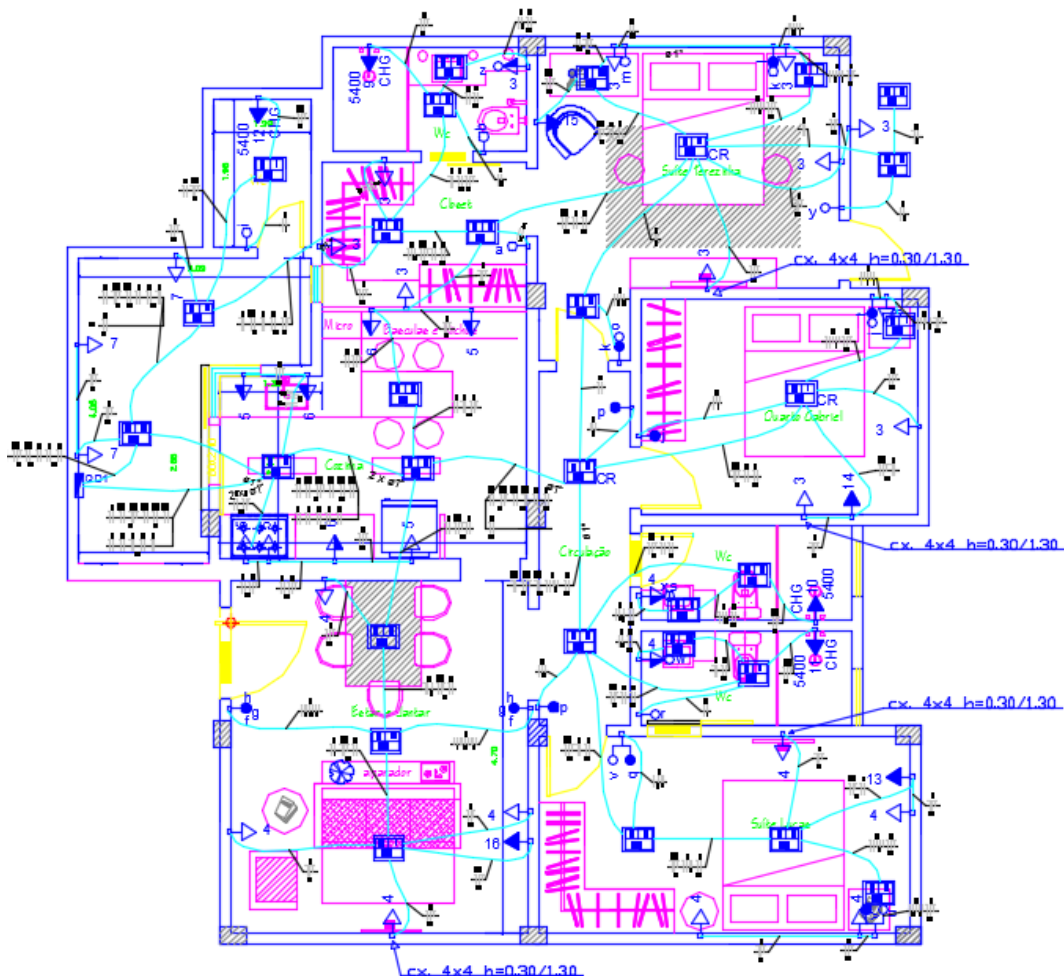
Para o estudo, foi feita no AutoCAD o projeto elétrico da residência, considerando quatro pessoas o número total de habitantes. Será mostrada apenas a planta dessa casa.

Figura 48: Esquemática da planta baixa da residência em estudo projetada no AutoCAD.



Fonte: (Autoria própria, 2015)

Figura 49: Esquemática 2 da planta baixa da residência em estudo projetada no AutoCAD.



Fonte: (Autoria própria, 2015)

Observações:

- Área do terreno = 1125,00m<sup>2</sup>
- Área construída = 317,48m<sup>2</sup>
- Área construída mezanino = 261,01m<sup>2</sup>
- Eletroduto não cotado será de 03/4 "(25 mm)
- Cabo não cotado para iluminação será de 1,5 mm<sup>2</sup>

### 5.2.3 Índice Solarimétrico

Para o dimensionamento dos painéis fotovoltaicos, foi necessário obter dados da média anual de irradiação em Vitória da Conquista. Assim, a média está



relacionada aos dados obtidos da latitude e longitude. A figura abaixo mostra o índice de irradiação durante os meses do ano para Vitória da Conquista e as demais localidades, sendo destacado o mês de junho com o menor índice de irradiação. Desse modo, foi considerado para o dimensionamento dos painéis fotovoltaicos, a média para Vitória da Conquista de 4,67 Kw/m<sup>2</sup>/dia.

**Figura 50: Índice de radiação em Vitória da Conquista e nas localidades próximas.**

Latitude: 14,8° S  
Longitude: 40,839444° O

#	Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m <sup>2</sup> .dia]												Média	Delta			
					Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set			Out	Nov	Dez
✓	Vitoria da Conquista	Vitória da Conquista	BA	BRA	14,8° S	40,839444° O	0	5,25	4,81	5,50	4,33	4,03	3,44	3,94	5,03	4,56	4,78	5,03	5,28	4,67	2,06
✓	Ituaçu	Ituaçu	BA	BRA	13,8° S	41,296666° O	121,8	5,00	4,78	5,44	4,50	4,03	3,47	4,14	5,11	4,69	5,33	5,67	5,47	4,80	2,20
✓	Pedra Azul	Pedra Azul	MG	BRA	16° S	41,297222° O	142,3	4,94	5,53	5,50	4,47	4,14	3,47	4,03	4,97	4,64	4,89	4,83	5,56	4,75	2,09

Fonte: (CRESESB, 2015)<sup>15</sup>

#### 5.2.4 Dimensionamento dos painéis fotovoltaicos

Com base no consumo médio total da residência e o índice médio solarimétrico ser 4,67 Kw/m<sup>2</sup>/dia em Vitória da Conquista, podemos dimensionar a quantidade de placas que serão utilizadas no projeto. Dessa maneira, consideramos que o consumo será multiplicado pela quantidade de horas (seis horas) que a célula fotovoltaica estará funcionando, ou seja, o sistema será dimensionado para suprir a demanda total diária.

Não utilizaremos o chuveiro elétrico no cálculo, e substituiremos as lâmpadas convencionais por lâmpadas de LED. Assim, dimensionamos a residência novamente.

<sup>15</sup> Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>>. Acesso em: Nov.2015.

**Figura 51: Dimensionamento da residência para o cálculo dos painéis fotovoltaicos (kWh) - Método eficiente.**

Aparelhos Elétricos	Potência aproximada (W)	Quantidade	Uso Minutos/Dia	Qtd. Dia/mês	kWh/Mês	R\$/mês
Lâmpada	2	14	360	30	0,36	0,25
DVD	50	1	120	20	2	1,1
Televisão	200	2	240	20	32	17,6
Som	100	1	120	20	4	2,2
Computador	250	1	180	20	15	8,25
Geladeira	250	1	420	30	52,5	28,7
Fogão	90	1	3	30	0,135	0,075
Motor Monofásico	370	2	10	30	3,7	2,04
Microondas	1500	1	15	20	7,5	4,15
<b>Total</b>					124,695	64,365

Fonte: (Autoria própria)

O novo consumo será de 124,695 kWh/mês com o valor de 64,365 reais.

De acordo com os dados obtidos, devemos calcular a potência das placas a serem instaladas dividindo o consumo total diário, 4156,5 Wh/dia, pelo índice solarimétrico 4,67 KW/m<sup>2</sup>/dia. A potência necessária é de 890,04 W. Considerando a eficiência de 83% devido às perdas na geração e transmissão de potência, dividiremos o valor encontrado da potência necessária pelo valor da eficiência do projeto fotovoltaico:  $890,04/0,83 = 1072,3$  W.

Assumindo a utilização de placas fotovoltaicas monocristálinas de 250 W, calculamos a quantidade necessária:  $1072,3/250 = 4,3 = 5$  placas. Os valores são relacionados pela normativa da Aneel 482. Em relação às células fotovoltaicas, serão utilizados kits de placas continua, controlador de carga de 10 A e banco de baterias que funcionem em 24 Vcc. Também será utilizado inversor de 24Vcc/220Vcc. A geração de energia diária da placa é demonstrada na figura abaixo.

Figura 52: Média diária de insolação do painel fotovoltaico Kyocera kd250GH-4FB2.

Insolação média diária	Watts	Ampéres
04 Horas de sol	1000W	33,56 A (29,8V)
05 Horas de sol (média Brasil)	1250W	41,95 A (29,8V)
06 Horas de sol	1500W	50,34 A (29,8V)
<b>Produção média mensal de energia</b>		<b>31,25kWh/mês</b>

Fonte: (Minha casa solar, 2015)<sup>16</sup>

Estimando que o consumo mensal com base no valor diário de 4156,5 Wh/dia seja 124,695 kWh/mês, a produção média mensal de energia de acordo com a figura para cada painel será 31,25 kWh/mês.

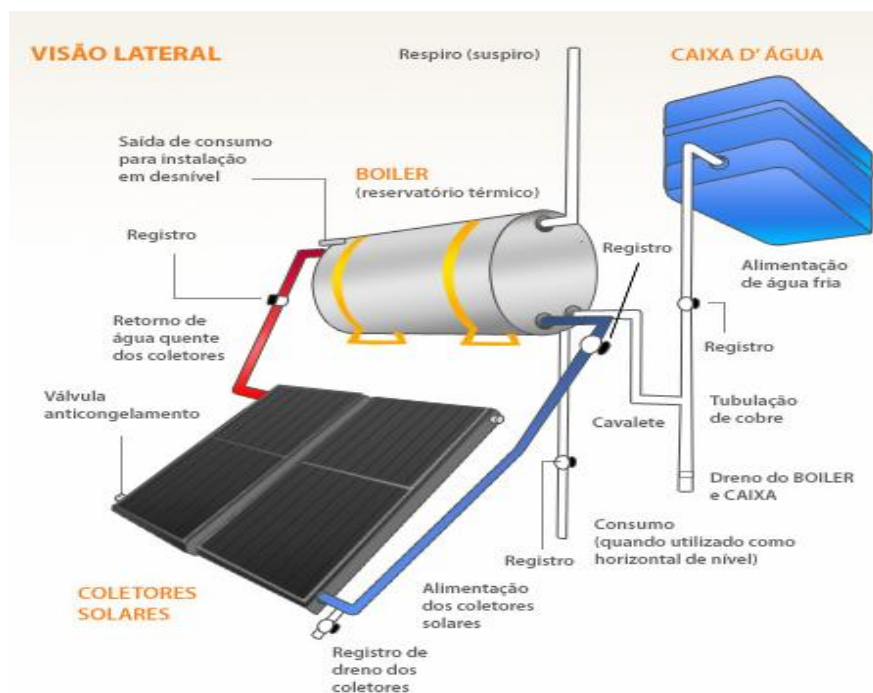
#### 5.2.5 Aquecedor solar para aquecimento da água do chuveiro

Será utilizado o coletor solar com reservatório Boiller e placas coletoras para aquecimento da água do chuveiro através da radiação solar que incide sobre o mesmo. O processo é simples, a água fria proveniente da rede pública armazenada em um reservatório, é transferida para o coletor, sendo esta aquecida e transferida para um reservatório de material metálico que irá manter a água aquecida até o devido uso. O sistema para aquecimento de água atenderá somente o chuveiro elétrico, considerando o consumo de quatro pessoas com um reservatório de 200 litros de água.

---

<sup>16</sup>Disponível: <<http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br/prod,IDLoja,14743,IDProduto,4467157,painel-solar-fotovoltaico-painel-de-205w-a-260w-painel-solar-250w-fotovoltaico-kyocera---kd250gh-4fb2>>. Acesso em: Nov.2015.

Figura 53: Esquemática do coletor solar para aquecimento de água.



Fonte: (FAZER MAIS, S/d)<sup>17</sup>

### 5.2.6 Classificação da bomba centrífuga

Para a escolha do tipo da bomba, foi analisado o seu custo e eficiência de acordo com as necessidades específicas do projeto. Portanto, foi utilizada a bomba centrífuga BCR-200 monoestágio da Schneider. Suas características são mostradas na figura abaixo.

Figura 54: Bomba centrífuga BCR-2000.



Fonte: (SCHNEIDER, 2011-b, p.13)

<sup>17</sup> Disponível em: <<http://fazermas.info/saiba-mais-sobre-aquecedor-solar/>>. Acesso em: Nov.2015

**Figura 55: Características do motor WEG – 00 com capa de proteção e capacitor permanente 2 polos, 60 Hz.**

MODELO	Potência (cv)	Monofásico	Ø Sucção (pol)	Ø Recalque (pol)	Pressão máxima sem vazão (m c.a.)	Altura máxima de sucção (m c.a.)	Ø Rotor (mm)	CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS												
								ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m c.a.)												
								2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
								VAZÃO EM m³/h VÁLIDA PARA SUÇÃO DE 0 m c.a.												
BCR-2000	1/4	x	3/4	3/4	18	8	106	3,5	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4	2,2	2,0	1,7	1,5	1,2
	1/3	x	3/4	3/4	20	8	113	*	*	3,6	3,5	3,3	3,2	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9
	1/2	x	3/4	3/4	22	8	115	*	*	*	4,1	3,9	3,7	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,5	2,3

Motor WEG IP-00, com capa de proteção, termostato e capacitor permanente, 2 Polos, 60 Hz  
 Rotor fechado de alumínio.  
 Temperatura máxima do líquido bombeado: 55°C.

Fonte: (SCHNEIDER, 2011-b, p.13)

Contudo, é necessário especificar a altura manométrica total e a vazão e m³/h.

### 5.2.7 Componentes do sistema proposto

O sistema contém quatro reservatórios: dois inferiores com a capacidade de armazenamento de 2000 Litros de água e o outro na parte superior, com capacidade de 500 litros. Cada reservatório terá dois sensores reed switch que indicaram o nível de água.

Os demais componentes são: sensor de chuva; calhas e condutores para o direcionamento da água captada aos reservatórios; conjunto moto bomba; sifão ladrão; filtro volumétrico; freio de água; separador de água da chuva; painéis fotovoltaicos; inversor; banco de baterias; controlador de carga; CLP CLW-0220HR, reservatório térmico Boiller; placas coletoras entre outros que serão contabilizados dentro do orçamento do projeto.

Serão utilizadas lâmpadas de LED, pois esse tipo de lâmpada quando alimentada por painéis fotovoltaicos, melhora o rendimento energético do circuito de alimentação e o fator de potência da rede elétrica. Em relação aos componentes para dimensionamento e instalação elétrica da residência, serão inclusos apenas no orçamento final do projeto.

## 5.2.8 Investimento do projeto

A tabela abaixo mostra o valor unitário dos equipamentos, e o valor total investido.

**Tabela 2: Investimento do projeto.**

<b>Equipamentos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Total</b>
Lâmpada de LED	14	16,90	236,60
Painel fotovoltaico	5	1265,00	6.325,00
Reservatório Polietileno 2000 litros	2	810,00	1.620,00
Reservatório Polietileno 500 litros	2	250,00	500,00
Sensor de chuva	1	16,00	16,00
Sensor de nível Reed Switch	6	30,00	180,00
Bomba monofásica 250 W	2	380,00	760,00
Conjunto (Filtro VF1, Sifão, Freio de água, C. Flutuante)	1	2375,00	2375,00
Separador de folhas	1	130,00	130,00
Separador de fluxo (separador de água)	1	170,00	170,00
CLP	1	500,00	500,00
Reservatório térmico Boiller + Placas coletoras cobre 2X1 m <sup>2</sup>	1		2.172,00
Instalação aquecedora solar tubos de cobre com válvula			745,00
Equipamentos, diversos (Calhas, condutores, caixa de areia e etc)			2.000,00
Instalação e configuração do sistema fotovoltaico			500,00
Projeto			3.000,00
<b>Total</b>			<b>21.229,60</b>

Fonte: (Autoria própria, 2015)

O investimento total do projeto será de R\$ 21.229,60. O levantamento de dados foi feito a partir de pesquisas a respeito dos equipamentos específicos para o projeto em estudo. Também foram feitas pesquisas em empresas a respeito dos equipamentos necessários como painéis fotovoltaicos e coletores solares, relacionados ao preço, instalação e manutenção.

Em caso de falha ou interrupção no sistema de geração de energia, todo o sistema será ligado à rede elétrica.

Com base no valor mensal de R\$ 162,95 do modelo convencional, e R\$ 64,35 do modelo eficiente, foi possível estabelecer uma economia de R\$ 98,6, resultando em um valor anual de R\$ 1.183,20.

## 5.2.9 Retorno do Investimento do projeto

Foi estabelecido o prazo para o retorno do capital investido em 18 anos.

### 5.2.9.1 Payback

A técnica do Payback serve para analisar o prazo do retorno do capital investido. Sendo assim, o investimento e a economia são de R\$ 1.183,20 a cada ano, no total de 18 anos. A equação do Payback é mostrada abaixo:

$$PB = \frac{\text{Investimento do projeto}}{\text{Ganho a cada ano}} = \frac{21.229,60}{1.183,20} \cong 18 \text{ anos} \quad (11)$$

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como finalidade projetar uma residência eficiente, automatizada, utilizando CLP com programação em *ladder*, com o intuito de promover a sustentabilidade, apresentando soluções que se adequem para reutilização da água e a geração de energia.

Com base no índice pluviométrico da região sudoeste, avaliação do reuso interno da água, índice solarimétrico e a elaboração do projeto através de simulações do CLP, foi possível concluir que em meio a atual crise de água e energia, iniciativas que promovam a sustentabilidade são necessárias, viáveis e devem ser aliadas a novas tecnologias.

Com o consumo por mês de cada habitante, foi possível constatar que a quantidade média de água gasta mensalmente é de 16.646 litros/mês. Com taxa fixa de água de R\$ 22,50 e de esgoto de R\$18,78 foi concluído que o projeto para aproveitamento de água não é viável economicamente, já que, o valor oferecido pela concessionária é relativamente mais baixo do que a do sistema de reaproveitamento. Entretanto, no ponto de vista sustentável, o projeto se torna viável, visto que, na atualidade sofremos com a falta de água, que como mostrado se agravará ainda mais para as futuras gerações. Por isso, é importante que tomemos atitudes para garantir que no futuro a população não sofra as consequências do desperdício e da má utilização da água.

A cerca do sistema inteligente foi concluído que a o projeto de geração de energia proveniente dos painéis e coletor solar é transitável economicamente, sustentavelmente e atende a carga mensal de kWh/mês. Assim, devido a atual crise energética, é de suma importância utilizar novos meios de geração de energia.

Com Payback de 18 anos e investimento total de R\$ 21.229,60 o projeto tem retorno de R\$ 1.183,20 por ano. Assim, foi possível estabelecer que o projeto é essencial, pois, promove a tecnologias de automação aliada a sustentabilidade. E como a crise de água e energia envolve a sociedade por questões ambientais e políticas, colocar em pratica projetos como esse, pode garantir para a comunidade uma melhor qualidade de vida, sem desperdícios de água e com aproveitamento de energia renovável, garantido um futuro melhor para as futuras gerações.



## REFERÊNCIAS

AMORIM, S.V. e PEREIRA, D.J.A. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios automatizados em aproveitamento de água pluvial.** Revista Ambiente Construído, v.8, n.2, Porto Alegre, 2008.

ALIEVI, César Adriano. **Automação residencial com a utilização de controlador lógico programável.** Novo Hamburgo, Dezembro de 2008.

ALVARENGA, Carlos Alberto. **Bombeamento de água com energia solar fotovoltaica.** Belo Horizonte, S/d.

ANTONELLI, Pedro Luís. **Introdução aos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs).** Disponível em: <<http://www.ejm.com.br/download/Introducao%20CLP.pdf>>.

ANDRADE, Eduardo Henrique Pereira et al. **Sistema de bombeamento de água com energia solar fotovoltaica utilizando motor de indução trifásico.** S/d.

AQUA SAVE. Kit Residencial. **Cisterna.** Disponível em: <<http://acquasave.com.br/index.php/en/residencias/filtro-vf1>>. Acesso em 10 de Outubro de 2015.

ARAÚJO, Rafael Martinello. **Avaliação econômica do reuso da água da lavanderia na descarga do vaso sanitário em uma residência.** Medianeira, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR-5626. **Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro, RJ, p. 41. 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR-10844. **Instalação de águas pluviais.** Rio de Janeiro, RJ, p. 13. 1989.

BARROS, Rui Figueiredo. **Reflexões sobre recursos energéticos.** Maio de 1982.

BRAGA, Newton C. **Sensores ultra-sônicos.** Saber Eletrônica - Ano 42 - Nº 400 – Maio de 2006.

BOMFIM, Dirlei Andrade et al. **Considerações sobre as mudanças climáticas e os impactos na sub-Bacia do rio Catolé para o município de Vitória da Conquista – Bahia.** Dezembro de 2012.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2009.** Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Brasília, 2011.

CABRAL, Michel Madson Alves e CAMPOS, Antônio Luiz Pereira de Siqueira. **Sistema de automação predial de baixo custo: uma realidade possível.** 2008.

CARDOSO, André Rafael; BARRETO, Livia Petrechi e MACHADO, Tiago. **Melhoria da eficiência energética em edificações residenciais utilizando automação residencial.** Curitiba, 2013.

CELESTRINO, Melina de Souza. **Desenvolvimento sustentável e a responsabilidade socioambiental.** Marília, 2010.

CHAGAS, Marcos Eduardo. **SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO: O modelo após a reforma de 2004.** Florianópolis, Março de 2008.

CHRISTÓFARI, Vilson Daniel. **Guia do Cliente Livre.** 1º ed. São Paulo: Duke Energy, 2006.

DA SILVA, Marcelo Eurípedes. **Apostila de CLPs – Ladder.** Disponível em: <<http://pinga.eep.br/~mesilva/>>.

DE LORENZO, Helena Carvalho. **O setor elétrico brasileiro: Passado e futuro.** São Paulo, 2001.

EDWARDS, Brian. **Sustainable architecture – European directives & Buildings design.** 2 ed. Oxford, 1999.

FRANCHI, Claiton Moro e CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. **Controladores Lógicos Programáveis - Sistemas Discretos.** 1 ed. São Paulo, Editora Érica. 2008.

GASTALDO, Marcelo Machado. **Os agentes do mercado de energia elétrica.** 2009

GERHARDT, Tatiana Engel e SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Curso de graduação tecnológica – Planejamento e gestão para o desenvolvimento rural da SEAD/UFRGS – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GODOY, Arlinda Schimidt. **Introdução a pesquisa qualitativa e suas responsabilidades**. Revista de administração de empresas. UNESP, Rio Claro. São Paulo, 1995.

GRINGS, Vitor Hugo; OLIVEIRA, Paulo Amando V. **Cisternas para armazenamento de água**. Embrapa, Outubro de 2005.

INATOMI, Thais Aya Hassau e UDAETA, Miguel Edgar Morales. **Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos**. São Paulo. S/d.

JOSKOW, P. e. **Market for Power: Na analysis of Electric Utility Desregulation**. London: MIT Press. 1985.

JUNQUEIRA, Guilherme Cardoso. **A crise energética brasileira: das reformas ao déficit de investimentos no setor elétrico**. Campinas, 2009..

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Gestão Ambiental: um enfoque no desenvolvimento sustentável**. Itajaí, S/d.

MAGALHÃES, Murilo Vill. **Estudo da utilização de energia eólica como fonte geradora de energia no Brasil**. Florianópolis, Novembro de 2009.

MARQUES, Gabriel de Oliveira. **Sistema de captação de águas pluviais para uma residência** Sistema automático de abastecimento de água. **particular**. Brasília, 2014.

MARTINS, Karla Schuch. **Planejamento energético no Brasil: A incorporação de uma lógica sustentável**. Florianópolis, 2010.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **(PEE) Plano Nacional de Eficiência Energética. Premissas e diretrizes**. Outubro de 2011

MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA. **(PNE) Plano Nacional de Energia 2030.** 2007.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Energia Secretária de Planejamento e Desenvolvimento Energético. **(PDE) Plano Decenal de Expansão de Energia 2022.** Brasília, 2013.

MURAKAMI, Luciana Molinari. **A utilização da água de maneira sustentável em residências unifamiliares.** São Paulo, 2012.

MURTA, M. A. C. Mudanças climáticas e segurança hídrica. Disponível em: <[http://BR&gs\\_nf=3&pq=murta&cp=30&gs\\_id=3c&xhr=t&q=murta+2004+mudan%C3%A7as+clim%C3%A1ticas&pf=p&tbo=d&scient](http://BR&gs_nf=3&pq=murta&cp=30&gs_id=3c&xhr=t&q=murta+2004+mudan%C3%A7as+clim%C3%A1ticas&pf=p&tbo=d&scient)>.

NARVARTE, L. e LORENZO, E. **Suministro de agua potable con energía solar fotovoltaica.** Conferencia Internacional Tecnología para el Desarrollo Humano – Madri, 2001.

NUNES, Albert C et al. **Sistema automático de abastecimento de água.** Belém, S/d.

PALO, Paulo Rogério. **Estudo da viabilidade da construção de edifícios inteligentes sustentáveis.** São Paulo, 2006.

PINHO, João Tavares e GALDINO Marco Antônio. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. CEPEL – CRESESB.** Rio de Janeiro, Março de 2014.

POMPELLI, Marcelo Francisco et al. **Crise energética mundial e o papel do Brasil na problemática de biocombustíveis.** 2 de Junho de 2011

POSSA, Marcio Leandro de Oliveira. **A automação residencial para o reaproveitamento da água.** Ouro Preto, 2010.

PÓVOA, Marcos Cortez Brito. **Fatores de influência na eficiência energética.** (Rio de Janeiro. 2014).

RAUPP, Fabiano Mauri e BEUREN, Ilse Maria. Metodologia de pesquisa aplicável a ciências sociais. Disponível em: <[http://www.geocities.ws/cienciascontabeisfecea/estagio/Cap\\_3\\_Como\\_Elaborar.pdf](http://www.geocities.ws/cienciascontabeisfecea/estagio/Cap_3_Como_Elaborar.pdf).> Acesso em: 12 de Novembro de 2015.

RIBEIRO, Zenilda Barbosa. **Parâmetros para Análise de Projetos de Eficiência Energética em Eletricidade**. São Paulo, 2005. Disponível em: <[http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2005/Teses/Parametros\\_para\\_analis\\_e\\_de\\_projetos\\_de\\_eficiencia\\_energetica\\_em\\_eletricidade.pdf](http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2005/Teses/Parametros_para_analis_e_de_projetos_de_eficiencia_energetica_em_eletricidade.pdf)> Acesso em 31 jan. 2013.

ROCHA, A. A. **A transposição de águas interbacias para o abastecimento humano em Vitória da Conquista - BA e as implicações de uso na bacia hidrográfica do rio verruga**. Fortaleza, 2007.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos**. 1 ed. 2004.

SÁ, Daniel Augusto Pereira. **Sistemas fotovoltaicos para bombeamento de água**. Rio de Janeiro, Novembro de 2010.

SANTOS, Nílson Dias. **A economia sustentável dos recursos hídricos: A crise e desperdício da água no município de Porto Alegre**. Porto Alegre. 2010

SCHMIDT, Álvaro Maciel. **Controle de nível para liquido utilizando controlador lógico programável**. Ouro Preto, 2008.

SETTI, Arnaldo Augusto et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2 ed. Brasília. 2001.

SILVA<sup>1</sup>, Vicente P. R. da Silva et al. **Análise pluviométrica dos dias chuvosos na região Nordeste do Brasil**. Campina Grande. 2010.

SILVA<sup>2</sup>, Antônio Marcos et al. **Reservatório Automatizado de Fluidos**. S/d

STEFANELLI, Alessandra e OLIVEIRA, Marília Araújo. **Estudo sobre o uso racional da água no centro universitário da fundação educacional de Barretos**. Barretos, 2009.

STREET, Alexandre. **A crise energética de 2015**. São Paulo, 24 de fevereiro de 2015.

TAVARES, Priscila de Oliveira. **Aplicação do conceito de sustentabilidade em construções residenciais**. Belo Horizonte, Janeiro de 2010.

TEIXEIRA, Maria de Lourdes Prado Ferreira. **Sistema de controle e supervisão de bombas de recalque de água para edifício residencial**. Brasília, Dezembro de 2007.

TOMAZ, Plinio Tomaz. **Aproveitamento da água da chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. Brasília, 2009.

TUNDISI, José Galizia. **Recursos hídricos no futuro: Problemas e soluções**. 2008

VELOZO, Nircele da Silva Leal e MENDES, Ronaldo Lopes Rodrigues. **Aspectos legais do uso da água da chuva no Brasil e gestão dos recursos hídricos: Notas teóricas**. Bento Gonçalves, 22 de Novembro de 2013.

VITOUSEK, P.M. et al. **Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences**. 07 de Abril de 1997.

WEG. **Automação. Controladores lógicos programáveis - CLPs. Relé programável**. Rev. 16, Outubro de 2015, 28 p.

YANG, Ken. **Then green skyscraper – the basic for designing sustainable intensive buildings**. Londres, 1999.

ANEEL (3). **Energia solar**. Disponível em: <  
[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia\\_Solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf) > Acesso em:  
20 de Junho 2015.

(CRESCEB) Centro de referência para energia solar e eólica Sérgio Brito. Disponível em: < <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>>

(Embrapa) – Cisternas para armazenamento da água da chuva.

(ICOS). **Catálogo - Sensor de nível para líquidos**. 04 de Maio 2014. Acesso em: 09 de Novembro 2015

(INFOCLIMA) **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. Disponível em: < <http://infoclima.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 07 de Maio de 2015.

(MCS) **Água - Um recurso cada vez mais ameaçado**. Disponível em: < [www.mma.gov.br/estruturas/.../140\\_publicacao09062009025910.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/.../140_publicacao09062009025910.pdf) > Acesso em: 20 de Outubro 2015.

(MMA) MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2014. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/agua>>. Acesso em 10 de Maio de 2015.

(ONU) Organização das Nações Unidas. Disponível em: < <http://nacoesunidas.org/>>. Acesso em: 05 de Maio de 2015.

(Revista Em Discussão) ed. 23, 2014. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/escassez-de-agua/materia.html?materia=proposta-estimula-reuso-de-agua.html>>. Acesso em: 09 de Maio de 2015.

Sempre Sustentável. Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>>. Acesso em: 14 de Dezembro de 2015.

(Schneider Motobombas) **Tabela para seleção de bombas e motobombas**. 2011-B.

(SNIS) Sistema nacional de informações sobre saneamento/Ministério das cidades. Organização mundial da saúde e Sabesp. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 15 de Outubro 2015.

(Wikipédia) Vaso sanitário. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Vaso\\_sanit%C3%A1rio](https://pt.wikipedia.org/wiki/Vaso_sanit%C3%A1rio)>. Acesso em: 18 de Novembro de 2015.