



UNIFACS
UNIVERSIDADE SALVADOR
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES®

**UNIFACS UNIVERSIDADE SALVADOR
MESTRADO EM ENERGIA**

TATIANA KLEIN PEDROSO

**ENERGIA RENOVÁVEL: SOLUÇÕES APLICADAS EM EDIFICAÇÕES NA
CIDADE DE SALVADOR – BA**

Salvador
2016

TATIANA KLEIN PEDROSO

**ENERGIA RENOVÁVEL: SOLUÇÕES APLICADAS EM EDIFICAÇÕES NA
CIDADE DE SALVADOR – BA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Energia, UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities, como requisito para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Magalhães Pontes.

Salvador
2016

FICHA CATALOGRÁFICA

(Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Salvador, Laureate International Universities)

Pedroso, Tatiana Klein

Energia renovável: soluções aplicadas em edificações na cidade de Salvador – Ba. / Tatiana Klein Pedroso. – Salvador, 2016.

215 f: il.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Energia, UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities, como requisito para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Magalhães Pontes.

1. Recursos energéticos renováveis. 2. Energia renovável. 3. Energia - Fontes alternativas. I. Pontes, Luiz Antônio Magalhães, orient. II. Título.

CDD: 621.042

TATIANA KLEIN PEDROSO

ENERGIA RENOVÁVEL: SOLUÇÕES APLICADAS EM EDIFICAÇÕES NA CIDADE
DE SALVADOR – BA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Regulação da Indústria de Energia, Mestrado em Energia da UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, à seguinte banca examinadora:

Luiz Antônio Magalhães Pontes – Orientador: _____
Doutor em Engenharia Química pela Universidade de Campinas – UNICAMP.
UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities.
Secretaria de Ciência Tecnologia e Inovação (SECTI - Ba).

Kleber Freire da Silva _____
Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (USP).
UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities.

Liliane Ferreira Mariano da Silva _____
Doutora em Urbanismo pela Université Sorbonne Nouvelle (Paris III).
Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

Rafael Gonçalves Bezerra de Araújo - Suplente _____
Doutorando em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia (UFBA).
Mestre em Regulação da Indústria da Energia pela UNIFACS Universidade Salvador,
Laureate International Universities.
UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities.

Salvador, de de 2016.

Dedico este trabalho a todos aqueles que me apoiaram, principalmente aos meus pais, irmãos, cunhados e sobrinhos, e a Roberto Martins pelo amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por nele buscar forças necessárias para concluir mais uma etapa na minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Doutor Luiz Pontes, pela disponibilidade, atenção dispensada, paciência, dedicação e profissionalismo, por ter acreditado em mim e por aceitar-me como orientanda. Levarei seus ensinamentos sempre comigo, como pessoa e como profissional. Obrigada, por ter me tornado uma pessoa confiante e melhor.

À Roberto Martins, meu companheiro, pelo amor, pelo incentivo, compreensão e encorajamento, durante todo este período. Que muitas vezes me deu força e esteve sempre ao meu lado durante esta caminhada.

Agradeço aos meus pais, pelo apoio que estiveram sempre comigo, ensinando-me, apoiando-me, amando-me incondicionalmente e acreditando em meu potencial. Aos meus irmãos, cunhados, meus sobrinhos e familiares que entenderam, a minha ausência em algumas datas comemorativas. Em especial ao meu irmão por ter dedicado seu tempo para ler e revisar o meu texto.

Aos meus avós, mesmo aos ausentes, pelo exemplo de vida.

Aos meus amigos, por todo apoio, principalmente a minha amiga e colega de trabalho, a Arquiteta e Urbanista Alibel Christina Melo, por ter compartilhado dos meus momentos de aflição, me acalmando e contribuindo de forma significativa no andamento da minha dissertação.

Aos meus colegas de trabalho, de mestrado e aos meus professores, pelos momentos de entusiasmo partilhados em conjunto. E todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a conclusão desse trabalho.

Desta forma, gostaria de agradecer a todos vocês por partilharem de mais uma etapa da minha vida!

RESUMO

Nos últimos anos, o ritmo nos processos de incorporação transformou o projeto arquitetônico em um produto imobiliário sem identidade, tendo como principal objetivo a taxa de retorno dos empreendimentos. Hoje, esse cenário começa a mudar, pois os construtores e os consumidores, pelos requisitos legais e pelos ganhos econômicos e competitivos, o setor das construções e dos projetos arquitetônicos, procuram gerar menos resíduos, utilizar matérias-primas menos agressivas e oferecer produtos e serviços que ao longo de sua vida útil consumam menos recursos, como redução do consumo de água e energia. Na cidade de Salvador há poucos escritórios de arquitetura que desenvolvem projetos com diretrizes sustentáveis e voltados para a redução do consumo de energia. Esse desinteresse se deve, na maioria das vezes, por inviabilidade econômica ou pela falta do conhecimento de tecnologias sobre o uso de energias renováveis como soluções arquitetônicas, sendo exceção os grandes empreendimentos onde o custo para a implantação de sistemas sustentáveis é mais viável. O aumento contínuo do custo e do consumo de energia no país, tem levado os órgãos governamentais a incentivar o desenvolvimento de soluções criativas de aplicação em massa, envolvendo projetos sustentáveis. A procura do conforto ambiental com a economia de energia é cada vez mais evidente na cidade de Salvador, onde há abundância dos recursos energéticos renováveis. Desta forma, as novas tecnologias e técnicas arquitetônicas que são acessíveis e ideais para o clima da cidade de Salvador foram levantadas e analisadas nessa dissertação. Foram identificadas, também, as leis e normas que incentivam o uso da energia limpa como alternativa sustentável. A legislação tem um caráter importante na promoção de medidas do conforto ambiental de uma cidade. Verifica-se ser possível obter ganhos econômicos quando se utiliza projetos sustentáveis em construções onde a economia de energia pode ser obtida por sistema de proteção de calor, utilizando as coberturas verdes e jardins verticais, ou, em situações especiais com o uso de aero geradores eólicos e células fotovoltaicas nas edificações. Foram realizadas simulações de áreas na cidade de Salvador, onde foram examinadas as possibilidades de utilização destas soluções para minimizar o consumo de energia.

Palavras Chaves: Consumo. Incentivos. Energia Renovável. Edificações. Clima de Salvador.

ABSTRACT

In recent years, the pace of real estate development transformed the architectural design in a product without identity, having as main objective the rate of return of projects. Today, this scenario is starting to change, as manufacturers and consumers seek to generate less waste, use less aggressive raw materials and offer products and services that consume less resources during their lifespan, such as reducing water and energy consumption. This change has been driven by legal obligations and economic and competitive gains. In the city of Salvador there are few architectural firms that develop projects with sustainable guidelines and aimed at reducing energy consumption. This lack of interest is due, in most cases, by economic unfeasibility or lack of knowledge on the use of renewable energy as architectural solutions, with exception of large projects where the cost for the implementation of sustainable systems is more viable. The continuous increase of cost and power consumption in the country, has led government agencies to encourage the development of creative solutions for mass application, involving sustainable projects. Demand for environmental comfort with energy conservation is increasingly evident in the city of Salvador, where there is an abundance of renewable energy resources. Thus, new technologies and architectural techniques that are affordable and ideal for the climate of the city of Salvador were gathered and analyzed in this dissertation. In addition, the laws and regulations that encourage the use of clean energy as a sustainable alternative were identified. Legislation has an important role in promoting measures of environmental comfort in a city. It is possible to obtain economic gains when using sustainable projects in buildings where energy savings can be achieved by heat protection system, using green roofs and vertical gardens, or in special situations with the use of wind generators and photovoltaic cells on buildings. Simulations were performed in the city of Salvador where the possibilities of using these solutions to minimize energy consumption were examined.

Keywords: Energy consumption. Incentives. Renewable Energy. Buildings. Salvador weather.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Políticas de incentivos a fontes renováveis de energia em alguns países	83
Quadro 2 - Políticas e Medidas.....	100
Quadro 3 - Microgeração, agosto de 2016	106

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação da velocidade média entre o ano de 2000 - 2016 **Erro! Indicador não definido.**

Gráfico 2 - Comparativo mensal da irradiação solar para a cidade de Salvador -Ba..... **Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Miniaerogeradores da radiação Solar	28
Figura 2 - Aerogeradores eólicos.....	29
Figura 3 - Tipos de aerogeradores eólicos.....	30
Figura 4 - Sistema Isolados	31
Figura 5 - Configuração de um sistema híbrido solar-eólico-diesel.....	31
Figura 6 - Sistema de distribuição na rede	32
Figura 7 - Desenvolvimento das células fotovoltaicas	39
Figura 8 - Tipos de células fotovoltaicas comerciais	41
Figura 9 - Sistema fotovoltaico isolado.....	45
Figura 10 - Sistema fotovoltaico em Rede	45
Figura 11 - Sistema híbrido: fotovoltaico/eólico.....	47
Figura 12 - Crescimento Médio de Oferta da Energia Mundial 2010 - 2040.....	49
Figura 13 - Evolução da capacidade instalada no SIN 2014 -2024.....	53
Figura 14 - Participação das fontes na capacidade instalada 2015-2024	53
Figura 15 - Participação das fontes de geração na capacidade instalada em dezembro/2024..	54
Figura 16 - Armazenamento térmico.....	62
Figura 17 - Corte esquemático Parede Trombe	63
Figura 18 - Sistema de funcionamento para regiões quentes	64
Figura 19 - Cobertura verde em edificação	64
Figura 20 - Camadas de uma cobertura verde	65
Figura 21 - Cobertura extensiva - Vancouver Convenio Centre	67
Figura 22 - Cobertura intensiva Namba Parks	67
Figura 23 - Jardim vertical em Londres: fachadas de um hotel.....	68
Figura 24 - Fixação do jardim nas paredes.....	70
Figura 25 - Edifício Pearl River Tower	72
Figura 27 - Detalhe da fachada Edifício Pearl River Tower	73
Figura 26 - Turbina eólica	73
Figura 28 - Bairro Solar Schlierberg, Friburgo, Alemanha.....	74
Figura 29 - Cobertura do Parque de Estacionamento do Chão do Loureiro, Portugal	74
Figura 30 - Telha com a placa solar embutida	75
Figura 31 - O Water Building Resort	75
Figura 32 - Prédio - Freiburg – Alemanha	75
Figura 33 - Edifício Universidade de Potsdam, na Alemanha	75
Figura 34 - Placa fotovoltaica sensibilizada com corante do novo edifício da EFPL.....	75
Figura 35 - Santa Monica Civic Center	76
Figura 36 - Museu Kunsthaus Graz, Áustria	76
Figura 37 - Painel vibro-wind.....	78
Figura 38 - Sistema Solar de bolas de Vidros	78
Figura 39 - Esquema de funcionamento	79
Figura 40 - Maquete Rawlemon	80
Figura 41 - A energia gerada atende à unidade consumidora.....	97
Figura 42 - Escapa da cidade.....	114
Figura 43 - Evolução urbana cronológica.....	115

Figura 44 - Vetores de crescimento demográfico.....	116
Figura 45 - Centro tradicional e o novo centro da Cidade de Salvador.....	116
Figura 46 - Fachadas litorâneas de Salvador.....	118
Figura 47 - Anemograma de velocidade predominante por direção, para a cidade de Salvador	119
Figura 48 - Corte esquemático da cidade de Salvador	122
Figura 49 - Topografia da cidade de Salvador	122
Figura 50 - Aplicação dos índices C.A. e T.O na prática das edificações.....	128
Figura 51 - Configurações distintas com mesma densidade final	128
Figura 52 - Indicação das áreas estudadas no mapa da cidade.....	130
Figura 53 - Fluxograma das áreas escolhidas e separadas pelos vetores da cidade	131
Figura 54 - Ribeira: mapa de localização	134
Figura 55 - Ribeira – Ocupação do Solo	135
Figura 56 - Ribeira: Estudo da Insolação – 21 de junho as 8:00 horas	136
Figura 57 - Ribeira: Estudo da Insolação – 21 de dezembro as 8:00 horas.....	137
Figura 58 - Ribeira: Estudo Insolação – 21 de junho às 16:00 horas	137
Figura 59 - Ribeira: Estudo da Insolação. 21 de dezembro as 16:00 horas.....	138
Figura 60 - Colinas de Pituaçú, Mapa de localização.....	139
Figura 61 - Colinas de Pituaçú: Ocupação do Solo	140
Figura 62 - Colinas de Pituaçú, Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas	141
Figura 64 - Colinas de Pituaçú, Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas	142
Figura 65 - Colinas de Pituaçú, Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas	143
Figura 66 - Itapuã. Mapa de Localização	145
Figura 67 - Itapuã: Ocupação do solo.....	146
Figura 68 - Itapuã: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas	147
Figura 69 - Itapuã: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas	148
Figura 70 - Itapuã: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas	149
Figura 71 - Itapuã: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas	149
Figura 72 - Base Naval: Mapa de localização	151
Figura 73 - Base Naval: Ocupação do Solo.....	152
Figura 74 - Base Naval: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas.....	153
Figura 75 - Base Naval: Insolação – 21 de dezembro as 8:00 horas.....	154
Figura 76 - Base Naval: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas.....	155
Figura 77 - Base Naval, 21 de dezembro as 16:00	155
Figura 78 - Alphaville 2: Mapa de localização.....	157
Figura 79 - Alphaville 2: Ocupação do Solo	158
Figura 80 - Alphaville 2: Estudo de Insolação, 21 de junho as 8:00 horas	159
Figura 81 - Alphaville 2: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas.....	159
Figura 82 - Alphaville 2: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas	160
Figura 83 - Alphaville 2; Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas.....	161
Figura 84 - Alphaville 1: Mapa de localização.....	162
Figura 85 - Alphaville 1: Ocupação do Solo	163
Figura 86 - Alphaville 1: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas.....	164
Figura 87 - Alphaville 1: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas	164
Figura 88 - Alphaville 1: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas	165
Figura 89 - Alphaville 1: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas.....	166
Figura 90 - Valéria: Mapa de localização.....	167
Figura 91 - Valéria: Ocupação do Solo	168
Figura 92 - Valéria: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas	169

Figura 93 - Valéria: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas.....	169
Figura 94 - Valéria: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas	170
Figura 95 - Valéria: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas.....	170
Figura 96 - Bosque Imperial: Mapa de localização	172
Figura 97 - Bosque Imperial: Ocupação do Solo	172
Figura 98 - Bosque Imperial: Estudo de Insolação, 21 de junho as 8:00 horas.....	173
Figura 99 - Bosque Imperial: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas.....	174
Figura 100 - Bosque Imperial: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas	175
Figura 101 - Bosque Imperial: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas.....	176
Figura 102 - Alto do Itaigara: Mapa de localização	177
Figura 103 - Alto do Itaigara: Ocupação do Solo.....	178
Figura 104 - Alto do Itaigara: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas.....	179
Figura 105 - Alto do Itaigara: Estudo da Insolação: 21 de dezembro as 8:00 horas	179
Figura 106 - Alto do Itaigara: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas.....	180
Figura 107 - Alto do Itaigara: Estudo da Insolação, 21 de dezembro, as 16:00 horas	180
Figura 108 - Horto Bela Vista: Mapa de localização	182
Figura 109 - Horto Bela Vista: Ocupação do Solo.....	183
Figura 110 - Horto Bela Vista: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas	184
Figura 111 - Horto Bela Vista: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas	185
Figura 112 - Horto Bela Vista: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas	185
Figura 113 - Horto Bela Vista: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas	186
Figura 114 - Pituaçu: Mapa de localização	188
Figura 115 - Pituaçu: Ocupação do Solo	189
Figura 116 - Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas	190
Figura 117 - Pituaçu: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas	190
Figura 118 - Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas	191
Figura 119 - Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas	191

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Eficiência x Cores células fotovoltaicas.....	41
Tabela 2 - Posição e velocidade dos Ventos.....	120
Tabela 3 - Ângulos de inclinação solar e, relação ao Norte Verdadeiro	132

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
AIE	Agencia Internacional de Energia
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANEOP	Associação de Empreiteiros de Obras Públicas
APA	Áreas de Proteção Ambiental
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
AR	Antirreflexiva
BEN	Balanco Energético Nacional
BIG	Banco de Informações da Geração
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
BTS	Baía de Todos os Santos
CA	Corrente alternada
CAMEX	Câmara de Comercio Exterior
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção SustentávelCC Corrente contínua
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
CERNE	Centro de Estratégias em Recursos Naturais e Energia
CFD	Contracts for Difference
CIMATEC	Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia, BA
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
CPV	Concentrated Photovoltaics

CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica
CSP	Concentrating Solar Power
DAEDE	Departamento de Altos Estudos em Direito da Energia
DECs	Display Energy Certificates
DNI	Radiação Direta Normal
DSSC	Dye Sensitized Solar Cells
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EPFL	Escola Politécnica Federal de Lausana
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
ENE2020	Estratégia Nacional para Energia 2020
ENEOP	Energias Renováveis em Portugal
EON	Empresa de Energia Alemã.
EPBD	Diretrizes Europeias de Desempenho em Edificação
EPCs	Energy Performance Certificates
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EUA	Estados Unidos da América
FIT	Feed-in Tariff
GD	Geração Distribuída
GEDAE	Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas
GWEC	Global Wind Energy Council
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto de Circulação de Mercadoria
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
IRPF	Imposto de Renda Pessoa Física

IRS	Imposto de Renda Pessoa Singular
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LCCC	Low Contracts Carbon Company
LPT	Luz Para Todos
MCTI	Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
NBRs	Normas brasileiras
NE	Nordeste
NO	Noroeste
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OIEE	Oferta Interna de Energia Elétrica
OPV	Organic Photovoltaics
PASEP	Programa de Integração Social e do Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PDE	Plano Decenal de Expansão
PEE	Projeto de Eficiência Energética
PIB	Produto Interno Bruto
PIE	Produtos Independentes de Energia
PIS	Programa Integração Social
PROCEL	O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios
PROENERGIA	Programa Estadual de Eficiência Energética e de Incentivo ao uso de Energia Renovável

PROESCO	O Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética
ProGD	Programa da Geração e Distribuição de Energia Elétrica
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PV	Photovoltaic
PVPC	Preço Voluntário ao Pequeno Consumidor
P&D	Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento
REC	Renewable Energy Certificate
REN21	Renewable Energy Policy Network
RRB	Regime Remuneratório Bonificado
RRG	Regime Remuneratório Geral
RO-	Renewable Obligations
SDE	Secretaria de Direito Econômico
SE	Sudeste
SENAI	Sistema Nacional de Aprendizagem Industrial
SENGE	Cartilha de Eficiência Energética
SFCR	Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede
SFIE	Sistema Fotovoltaico Integrado à Edificação
SFI	Sistema Fotovoltaico Isolado
SFH	Sistema Fotovoltaico Híbrido
SFV	Sistema Fotovoltaico Conectado
SIGFI	Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes
SIN	Sistema Interligado Nacional
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção do Estado da Bahia
SO	Sudoeste
SUCOM	Secretaria Municipal de Urbanismo

TCO	Termo Circunstanciado de Ocorrência
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UNICAMP	Universidade de Campinas
UV	Ultravioleta
VRES	Valores Anuais de Referência Específicos
WEO	World Energy Outlook

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
1.1 OBJETIVO GERAL.....	24
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
1.3 METODOLOGIA.....	25
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	25
2 ENERGIAS RENOVÁVEIS.....	27
2.1 EÓLICA	28
2.2 SOLAR	33
2.2.1 Solar Térmico.....	33
2.2.2 Solar termoeletrico de concentração	35
2.2.3 Energia solar térmica passiva.....	36
2.2.4 Geometria solar na Terra	37
2.2.5 Sistemas fotovoltaicos.....	39
3 ENERGIAS RENOVÁVEIS NO MUNDO E NO BRASIL	48
4 EDIFICAÇÕES	56
4.1 SOLUÇÕES PARA A REDUÇÃO DE ENERGIA EM UMA EDIFICAÇÃO	60
4.1.1 Fontes passivas.....	60
4.1.1 Fontes passivas.....	61
4.1.1.1 Jardins Verticais.....	68
4.2 SOLUÇÕES EM ENERGIAS RENOVÁVEIS PARA AS EDIFICAÇÕES	71
4.3 NOVAS TECNOLOGIAS EM ENERGIAS RENOVÁVEIS	77
5 INCENTIVOS À PROJETOS DE EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS	81
5.1 AVALIAÇÃO DA LEGISLAÇÃO ATUAL E DOS MODELOS INTERNACIONAIS PARA A ECONOMIA DE ENERGIA EM EDIFICAÇÕES, NA CIDADE DE SALVADOR	81
6 CLIMA URBANO	109
6.1 DESENVOLVIMENTO DA CIDADE DE SALVADOR.....	113
6.2 CLIMA URBANO DE SALVADOR	117
7 APLICAÇÃO DAS SOLUÇÕES DE ENERGIA RENOVÁVEL NAS EDIFICAÇÕES SITUADAS NAS CIDADE DE SALVADOR- BA	126
7.1 ÁREAS HORIZONTAIS ADENSADAS	133

7.1.1 Ribeira	133
7.1.2 Colinas de Pituaçu	139
7.1.3 Itapuã.....	144
7.2 ÁREAS HORIZONTAIS POUCO ADENSADAS	150
7.2.1 Base Naval de Aratu.....	150
7.2.2 Alphaville 2.....	156
7.2.3 Alphaville 1.....	161
7.3 ÁREAS VERTICAIS ADENSADAS	166
7.3.1 Valéria	166
7.3.2 Bosque Imperial.....	171
7.3.3 Alto do Itaigara.....	177
7.4 ÁREAS VERTICAIS POUCO ADENSADAS	181
7.4.1 Horto Bela Vista	181
7.4.2 Pituaçu.....	187
7.5 COMPARATIVO DAS ÁREAS ESTUDADAS	192
8 CONCLUSÃO.....	196
REFERÊNCIAS	200
ANEXO A - O novo plano de divisão de bairros de Salvador.....	215

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de energia é um dos principais fatores para o desenvolvimento de um país e suas cidades. A maior parte dos recursos energéticos são de natureza não-renovável, o que pode resultar em escassez e degradação do meio ambiente, além de inevitáveis conflitos humanos, sociais e geopolíticos. Em contrapartida, as novas alternativas tecnológicas por fontes renováveis, que possibilitam a geração de energia limpa, são desafios para a sociedade. Essa energia é proveniente de ciclos naturais que passam pela conversão da radiação solar. Entre as principais matrizes estão a própria energia solar, a eólica e a biomassa. Por serem extraídas de fontes renováveis fornecem maior segurança para às nações que as produzem. O seu uso passa ser um dos principais instrumentos para a redução dos gases causadores do efeito estufa na atmosfera e no combate da degradação do meio ambiente.

Segundo o relatório World Energy Outlook (WEO, 2014), devido às rápidas reduções de custos, as energias renováveis terão um aumento significativo no que diz respeito a geração total de eletricidade em 2040. A distribuição de energia nesse período terá a maior parte do crescimento com base nas energias limpas. De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN, 2015), devido às condições hidrológicas desfavoráveis observadas ao longo do período, houve uma redução da oferta da energia hidráulica no Brasil. A menor oferta hídrica em 2014 com o decréscimo de 5,6%, explica o recuo da participação de renováveis na matriz elétrica, de 84,5% em 2012 para 79,3% em 2013 e 65,2% neste ano, apesar do incremento de 3.177 MW na potência instalada do parque hidrelétrico. O consumo final de eletricidade no país registrado em 2014, apresentou um aumento de 2,9%, suprido pela expansão da geração térmica, movidas a carvão mineral (+24,7%), gás natural (+17,5%) e biomassa (+14,1%). Comparando as participações na matriz elétrica no ano de 2014 contra o ano de 2013, observa-se que o carvão cresceu de 2,6% para 3,2%, o gás natural de 11,3% para 13,0% e a biomassa de 6,6% para 7,4%. Os setores que mais contribuíram para o crescimento da demanda de eletricidade foram o residencial, com mais de 5,7%, e o comercial, com mais de 7,4%. Em 2014, houve um grande destaque para a geração de energia eólica, que atingiu 4.903 MW, o que proporcionou um acréscimo de 85,6% na geração de eletricidade a partir dessa fonte.

O ano de 2015 traz como destaque o avanço da participação de renováveis na matriz elétrica, passando de 74,6% para 75,5%. Isto é explicado pela queda da geração térmica à base de derivados de petróleo e ao incremento da geração à base de biomassa e eólica, o que compensou a redução de 3,2% da energia hidráulica. A oferta interna de energia elétrica retraiu 8,4 TWh, (Terawatt-hora) queda de -1,3% em relação a 2014. O consumo final de eletricidade no país em 2015 registrou uma queda de 1,8%. Os setores que mais contribuíram para esta redução foram o residencial, com retração de 0,7%, e o industrial, com retração de 5,0% (BEN, 2016).

A análise da matriz energética de um país deve considerar não só a produção de energia em grande escala, para uso coletivo, mas também a geração de energia individualizada. Na Europa, esse modelo de produção de energia vem sendo utilizado há bastante tempo em países como Portugal e Dinamarca, segundo o Centro de Estratégias em Recursos Naturais e Energia (COMUNICAÇÃO CERNE, 2012).

O Brasil vem, aos poucos, desenvolvendo essa prática. A minigeração de energia elétrica proporciona a economia dos investimentos em transmissão, reduzindo as perdas nas redes e tornando melhor a qualidade do serviço de energia elétrica, sem onerar a conta de luz do consumidor. Como incentivo para seu uso, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2014), aprovou, em abril de 2012, a resolução normativa 482 ANEEL, que estabelece regras para a microgeração e a minigeração de energia elétrica no país.

No Brasil, a energia elétrica está interligada com a infraestrutura básica das cidades, sendo seu uso competitivo e eficiente. Por outro lado, a energia limpa pode ser utilizada em edificações residenciais, comerciais, industriais e até mesmo para a redução do consumo de energia pública.

A cultura europeia alicerçada em momentos históricos de privações e sustentada em um alto nível de desenvolvimento humano, tem uma maior preocupação com a degradação do ambiente. Por isso, é possível observar uma presença constante de soluções tecnológicas criativas nas suas construções. Para fomentar esse tipo de projeto foram criadas as certificações sustentáveis, onde os resultados são explicitados em edificações adequadas para uma melhor eficiência energética, considerando o clima local e a paisagem urbana.

Os selos e certificações sustentáveis também são incentivadores para o uso da energia limpa. Esta prática tem como objetivo geral dar etiquetas para as edificações na elaboração de

projetos e soluções arquitetônicas que aproveitem melhor a iluminação e ventilação natural, avaliando a transmitância térmica e absorção da envoltória, instalando iluminação artificial e condicionamento de ar eficientes, acarretando um consumo menor de energia elétrica. Para que seja sustentável, deve-se considerar todo o ciclo de vida da edificação, incluindo seu uso, manutenção e até mesmo a sua reciclagem ou demolição.

O benefício de uma edificação sustentável é percebido ao longo do tempo de uso, sendo que alguns dos seus aspectos são o conforto e a eficiência energética. Esse é um dos critérios de avaliação, dentro das novas etiquetas em edificações sustentáveis. O conforto está subdividido em: térmico, acústico e visual. Já a eficiência energética, está ligada a forma de uso e ao consumo de energia em uma edificação, fazendo com que os arquitetos e engenheiros tenham uma preocupação cada vez maior na hora de planejar e executar uma construção.

Em contrapartida, ressalta-se que os processos de incorporação transformaram o projeto arquitetônico em um produto imobiliário, sem preocupação com a paisagem urbana ou com soluções sustentáveis que possam utilizar a energia limpa disponível em suas construções. A preocupação com a viabilidade econômica e maior taxa de retorno para os empreendimentos, pode custar muito aos cofres públicos e aos cidadãos no futuro. Por outro lado, não é possível pensar em economia de energia nas cidades apenas considerando grandes empreendimentos. O maior problema é a falta de incentivo financeiro e o baixo investimento em pesquisa para o uso de soluções sustentáveis que sejam adequadas ao clima de determinada cidade.

Uma visão técnica da arquitetura e do urbanismo leva a questionamentos tais como: por que soluções tecnológicas aplicadas em construções sustentáveis são tão escassas no Brasil? Como essas tecnologias poderiam se adaptar às edificações com o fim de reduzir o consumo de energia? E quais seriam aplicadas ao contexto brasileiro, particularmente no estado da Bahia, na cidade de Salvador?

Diferente dos países europeus, o Brasil é muito extenso, com climas diferentes ao longo do seu território. Assim, soluções aplicadas em uma região, muitas vezes não servem para outra. Salvador, por exemplo, é uma cidade litorânea e fica localizada em uma região de clima tropical quente e úmido. Por ser uma cidade antiga, a primeira Capital do Brasil, o seu processo de ocupação foi desordenado sem a devida implantação de infraestrutura necessária

e sem considerar as características naturais e a identidade do lugar (MARQUES; SALGADO, 2010).

Atualmente, o cenário arquitetônico está dividido em edificações de diversas épocas, estilos diferentes e sua diversidade social é facilmente percebida no seu contexto urbano. Com o crescimento econômico, a cidade sofreu uma grande expansão imobiliária mudando a sua paisagem urbana. Novas construções foram surgindo tomando lugar de alguns antigos casarões. Assim como as edificações antigas sofreram a influência dos seus colonizadores, as novas são projetadas similares as existentes no mundo, e na maioria das vezes o partido arquitetônico não condiz com o clima da cidade, sem um estudo prévio, prejudicando o conforto e a eficiência energética dessas edificações.

Além do uso de projetos inadequados, a inserção dessas edificações sem planejamento específico, contribui para o aumento do adensamento e do desmatamento da vegetação na cidade. Esses são fatores que acarretam no sobreaquecimento da cidade e na composição das características principais do clima urbano: as ilhas de calor e o domus de poeira. A primeira denomina as áreas mais aquecidas que ocorrem nos locais mais adensados. Nesses locais, o ar mais aquecido gera uma corrente de convecção que carrega os contaminantes urbanos para as camadas superiores. Em Salvador, os fatores estão relacionados principalmente com a ocupação extensiva de todo o seu território e, conseqüentemente, com a redução drástica da vegetação. Nessas condições ocorre um aumento de sua temperatura, reduzindo a ventilação local (ALVES; ANDRADE; NERY, 2011).

No Brasil, os grandes empreendimentos começaram a utilizar as certificações sustentáveis como um grande diferencial em suas construções. Segundo a professora do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Belas Artes, Lúcia Pirró, a tendência vem se fortalecendo no Brasil a partir do fim dos anos de 1990, quando as empresas começaram a se interessar em atender a critérios como redução do consumo de energia elétrica, água e outros recursos. Dentre as categorias dos selos e das regulamentações aplicadas, observa-se maior dificuldade de execução nas que possuem critérios relacionados ao uso da energia. Em Salvador, essas ainda são poucas exploradas e como consequência não obtêm a nota máxima na categoria.

Em Salvador, há poucos escritórios de arquitetura e engenharia que desenvolvem projetos com diretrizes sustentáveis voltados para a redução do consumo de energia. Na

maioria das vezes não há interesse, seja por falta de retorno financeiro, seja por não haver informações técnicas suficientes sobre energias renováveis para serem aplicadas na fase de projeto e no planejamento de uma obra. Diante deste contexto, o grande consumo de energia e a preocupação com o conforto ambiental está ampliando a necessidade de se criar projetos arquitetônicos sustentáveis, incluindo os eventos de racionamento de energia, principalmente nas grandes cidades.

Tendo como base a importância da ampliação da energia renovável na matriz energética, o desenvolvimento tecnológico e a aplicação dessas energias em edificações aplicadas a cidade de Salvador – Ba, esta dissertação foi dividida em três etapas:

A primeira etapa da dissertação desenvolveu-se através de referências bibliográficas, dados técnicos, pesquisas na internet, pesquisas literárias, artigos científicos e entrevistas com profissionais, para a obtenção de um melhor embasamento teórico sobre o assunto.

Após os estudos demonstrarem as diversas formas de utilização e soluções de energia renováveis no mundo e no Brasil, a segunda etapa foi direcionada a uma análise crítica dos modelos das normas, das leis e dos incentivos existentes no mundo e no Brasil.

A terceira e última etapa foi destinada a aplicação dos conceitos e exemplos estudados, na cidade de Salvador- Ba.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a aplicação de energias renováveis em edificações da cidade de Salvador, visando melhorar o aproveitamento energético.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar e comparar as soluções de energias renováveis existentes no Brasil e no mundo;
- b) Fazer um levantamento das energias renováveis aplicadas na arquitetura e nas edificações;
- c) Levantar e avaliar as novas soluções tecnológicas em energias renováveis que estão em fase de estudo;

- d) Avaliar legislação brasileira, e de Salvador, comparando com os modelos internacionais para economia de energia;
- e) Indicar o uso de soluções em energias renováveis que devem ser aplicadas em edificações para o clima da cidade de Salvador- BA.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia adotada nesse trabalho foi a pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva. Exploratória feita através de leitura, descrição de novas tecnologias arquitetônicas adotadas em edificações sustentáveis e em edificações energeticamente eficientes, utilizando a revisão de modelos teóricos do tema apresentado. Foram estabelecidos critérios, métodos e técnicas para a elaboração de uma pesquisa que visa oferecer informações sobre o objeto desta e orientar a formulação de hipóteses. Neste caso, a dissertação concentra importantes descobertas científicas sobre as energias renováveis e as novas tecnologias. A pesquisa também é descritiva, determinando o tempo através de interpretações de pesquisas bibliográficas, em artigos, revistas e em outras teses que retrataram a evolução das tecnologias em energias renováveis utilizadas nas edificações.

Por fim, por meio de pesquisas realizadas através de simulações e interpretações dos espaços estudados.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho está composta de oito capítulos que são: 1- Introdução; 2, 3 e 4 - Fundamentação teórica ; 5 – Avaliação da legislação existente; 6- Pesquisa sobre a área de Estudo, 7 – Aplicação da fundamentação teórica e simulação das áreas estudadas e 8- Conclusão. Constam também Referências e Anexo.

- a) No capítulo 1, na introdução, foi feita a contextualização sobre o tema da pesquisa, com a justificativa, objetivos, metodologia e estrutura do trabalho;
- b) No capítulo 2, na fundamentação teórica, tem-se a revisão bibliográfica sobre os conceitos e teorias da base teórica da dissertação, abordando os temas: energias renováveis dentre elas a energia eólica e solar;

- c) No capítulo 3, continua a fundamentação teórica e conceitos, neste é abordado o assuntos como: matriz energética e um comparativo da energia renovável no mundo e no Brasil;
- d) No capítulo 4, contempla a pesquisa teórica e conceitos de temas fundamentais para o desenvolvimento desta dissertação são eles: estudos de edificações sustentáveis, exemplos de tecnologias e a aplicabilidade da energia renovável nas construções e estudos desenvolvidos de novas tecnologias;
- e) No capítulo 5, é realizado um estudo da legislação e dos incentivos existentes para o uso de micro e minigeração de energia renovável aplicadas nas edificações, no mundo, no Brasil e na área de estudo a cidade de Salvador -Ba;
- f) No capítulo 6, é feita uma análise da teoria e dos conceitos de clima urbano e do desenvolvimento da cidade de Salvador, abordando os dados climáticos (topografia, ventilação e irradiação solar), as áreas livres e avaliação pós ocupação do espaço construído;
- g) No capítulo 7, é realizado a modelagem e a simulação ds Áreas de Estudos baseadas na fundamentação teórica da pesquisa, que segue em uma abordagem conceitual dos aspectos climáticos, da energia renovável e da implantação das edificações no contexto da cidade estudada;
- h) No capítulo 8, a conclusão dos estudos realizados apartir da fundamentação teórica, da pesquisa, da simulação realizada e as recomendações para futuros estudos;
- i) Nas Referências são listados os artigos, periódicos, livros, legislação, planos, normas utilizadas e sites consultados, além dos software utilizados e do anexo.

2 ENERGIAS RENOVÁVEIS

As fontes de energia não renováveis são aquelas que se extinguem com sua utilização e que se encontram na natureza em quantidades limitadas. Uma vez esgotadas, suas reservas não podem ser regeneradas. As mais importantes são: carvão, petróleo bruto e gás natural. A sua distribuição geográfica não é homogênea e estas fontes de energia têm reservas finitas. Por outro lado, as fontes de energia renováveis, são originadas graças ao fluxo contínuo de energia proveniente da natureza (ROCHA; COSTA, 2011). As energias renováveis, conhecidas como “limpas”, caracterizam-se pela capacidade que têm de se regenerar e, como tal, serem virtualmente inesgotáveis, sem prejudicar o meio ambiente. Porém, são limitadas em termos da quantidade de energia, pois ainda não é possível armazená-las e com isso só podem ser utilizadas no momento em que estão sendo geradas. (PORTAL ENERGIA, 2013)

Segundo Pereira e Figueiredo (2009), as energias renováveis evidenciam suas vantagens na mitigação das mudanças climáticas, tornando-se indispensáveis para obter um futuro sustentável, e, se contrapõem ao uso dos combustíveis fósseis. As fontes renováveis são produzidas continuamente em decorrência da energia absorvida do sol, sendo que para a humanidade a sua duração é hipoteticamente infinita.

Enquadram-se na definição as energias vindas diretamente do sol, do vento, da biomassa e do movimento das águas em geral (POMILIO, 2013). As novas formas de energias, consideradas limpas, não contribuem apenas para a redução dos níveis de poluição, mas também para o desenvolvimento socioambiental e econômico. As fontes que estão ganhando espaço no setor energético nacional são a solar, eólica e aquelas com origem na biomassa. Essas fontes de energia são normalmente consumidas no local onde são geradas, possibilitando a diminuição da dependência dos fornecimentos externos e contribuindo para o equilíbrio interno de uma região, facilitando, inclusive, a criação de postos de trabalho em zonas mais deficitárias (ROCHA; COSTA, 2011). São fontes alternativas ao modelo energético tradicional, diferenciando-se primordialmente por serem abundantes, menos poluentes e não prejudiciais (SILVA; PESSOA, et al., 2014).

Segundo o Portal de Energias Renováveis (2010), as renováveis são constituídas, por exemplo, da energia solar, eólica, das ondas e a hidráulica, sendo que todas têm uma origem comum: o sol. São ilimitadas sobre a Terra. Além destas, são ainda renováveis a biomassa, a energia geotérmica e a das marés, que não dependem diretamente do sol.

Para entender melhor o funcionamento da energia renovável e os benefícios do seu uso, foram pesquisadas as energias eólica e solar pois essas são essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

2.1 EÓLICA

Há milhares de anos, a força dos ventos é uma fonte de energia conhecida para propulsar meios de transporte (barcos à vela) e é utilizada para girar as pás dos moinhos representadas na figura 1, gerando a energia eólica. Ela pode ser considerada como uma energia proveniente do sol, pois os ventos são gerados pelo aquecimento desigual da superfície terrestre, provenientes, da radiação solar.

Figura 1 - Miniaerogeradores da radiação Solar



Fonte: Rodrigues (2011).

Para a geração de energia elétrica, a energia cinética contida no vento é transformada em energia mecânica gerada pela rotação das pás e através de um gerador elétrico é transformada em energia elétrica (ENEOP, 2009).

Segundo Layton (2011), para a geração de energia eólica utiliza-se um sistema que é constituído por alguns componentes que devem funcionar em harmonia, de forma a propiciar um maior rendimento final. Os aerogeradores (figura 2) são compostos por três partes: pela torre, pelo rotor e pela nacela. A torre é o elemento de sustentação do rotor e da nacela e deve ter a altura adequada para o melhor desempenho desse sistema. O Rotor é o lugar onde começa a transformação da energia, através de suas pás, que captam a energia cinética dos ventos, quando é movimentada transforma em energia mecânica, transferindo para o eixo, que faz a conexão do rotor para a nacela. Por sua vez a nacela é o local onde abriga todo o

mecanismo do gerador, que é um dispositivo que utiliza as propriedades da indução eletromagnética para produzir a tensão elétrica (é a força que move a eletricidade ou corrente elétrica de um ponto ao outro.), ou seja, onde é transformada a energia mecânica em energia elétrica. Esse mecanismo pode incluir: caixa multiplicadora, freios, embreagem, mancais, controle eletrônico, sistema hidráulico, entre outros componentes (ROSSI; OLIVEIRA, 2010).

A caixa multiplicadora é responsável por transmitir a energia do eixo do rotor até o gerador, sendo que alguns geradores não utilizam a caixa. O mecanismo de controle, é o que orienta o rotor, controla a velocidade, faz o controle da carga. O transformador é o responsável pelo acoplamento elétrico entre o aerogerador e a rede elétrica, e os acessórios que englobam todos os itens de apoio necessários ao funcionamento do sistema eólico, incluindo as transmissões, os freios, as embreagens, os eixos, os acoplamentos e mancais que não apresentam nenhum problema tecnológico no caso de sistemas eólicos.

Figura 2 - Aerogeradores eólicos



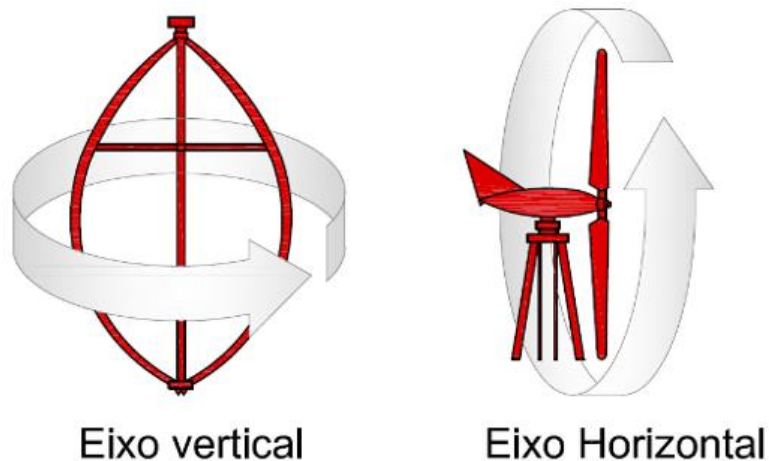
Fonte: Informativo dos portos (2013).

Os aerogeradores são classificados pela posição do eixo do seu rotor, que podem ser verticais ou horizontais (figura 3). Os de eixo horizontal necessitam de um mecanismo, que permita o posicionamento do eixo do rotor em relação a direção do vento, para um melhor aproveitamento, principalmente onde as mudanças na direção do vento, é frequente.

Dentre os modelos horizontais podemos ter o de múltiplas pás, três pás (o mais comum), os de duas pás e até mesmo com uma pá apenas (esse é o menos utilizado). Os aerogeradores de eixo vertical têm como a principal vantagem não necessitar de mecanismo de direcionamento, evidenciando por simplificar bastante os meios de transmissão de

potência. Porém, devido ao movimento de rotação de suas pás, que constantemente tem seus ângulos de ataques alterados, apresentam como desvantagens o deslocamento em relação a direção dos ventos que geram forças alternadas, limitando seu rendimento do potencial energético e causando vibrações nas suas estruturas (RODRIGUES, 2011)

Figura 3 - Tipos de aerogeradores eólicos

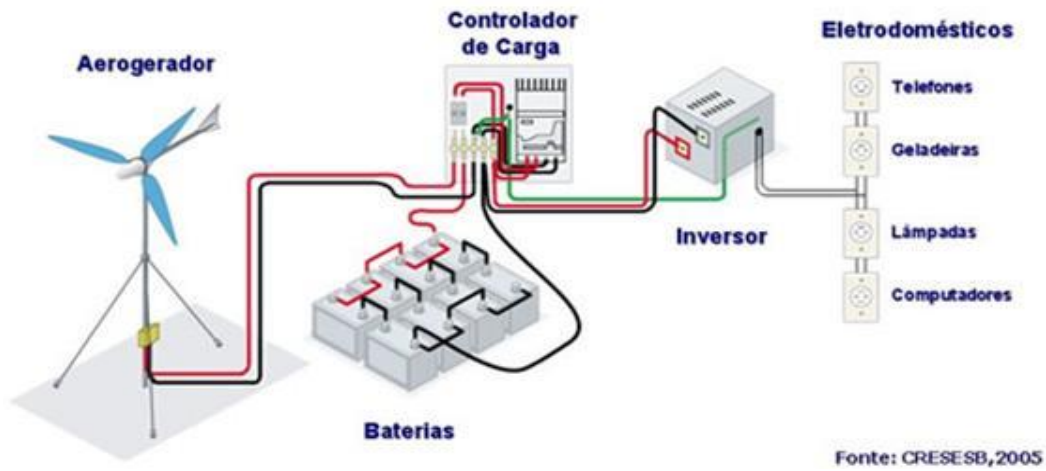


Fonte: Adaptado de Viridian Ecotecnologia (2011).

O potencial energético é influenciado por alguns aspectos: a velocidade do vento e a potência proporcionada pelo gerador. Por ser um fenômeno natural, pode variar dependendo do dia e da estação do ano. E para ter um bom aproveitamento a posição de captação do vento não deverá ter nenhum obstáculo como topografia, morros e rugosidade dos relevos, vegetação, prédios e etc. Segundo Rodrigues (2011), O sistema eólico pode ser utilizado em quatro aplicações distintas: sistemas isolados, sistemas híbridos, sistemas interligados à rede e sistemas Off-Shore.

Os sistemas isolados (Figura 4), para geração de energia eólica são caracterizados por não se conectarem à rede elétrica. O sistema abastece diretamente os aparelhos que utilizarão a energia e são geralmente construídos com um propósito local e específico. São sistemas autônomos de pequeno porte, com potência instalada na faixa de até 80 kW, normalmente, destinados à eletrificação rural (SOUZA; CUNHA; SANTOS, 2013).

Figura 4 - Sistema Isolados



Fonte:

CRESESB (2005).

Os sistemas híbridos (figura 5), conforme Souza, Cunha e Santos (2013), são aqueles que operam em paralelo com uma fonte de energia firme e desconectados da rede convencional, tendo como objetivo principal economizar energia, que é o caso dos módulos fotovoltaicos, geradores à diesel e turbinas eólicas. As utilizações de várias formas de geração de energia elétrica aumentam a complexidade do sistema e exigem a otimização do uso de cada uma das fontes.

Figura 5 - Configuração de um sistema híbrido solar-eólico-diesel



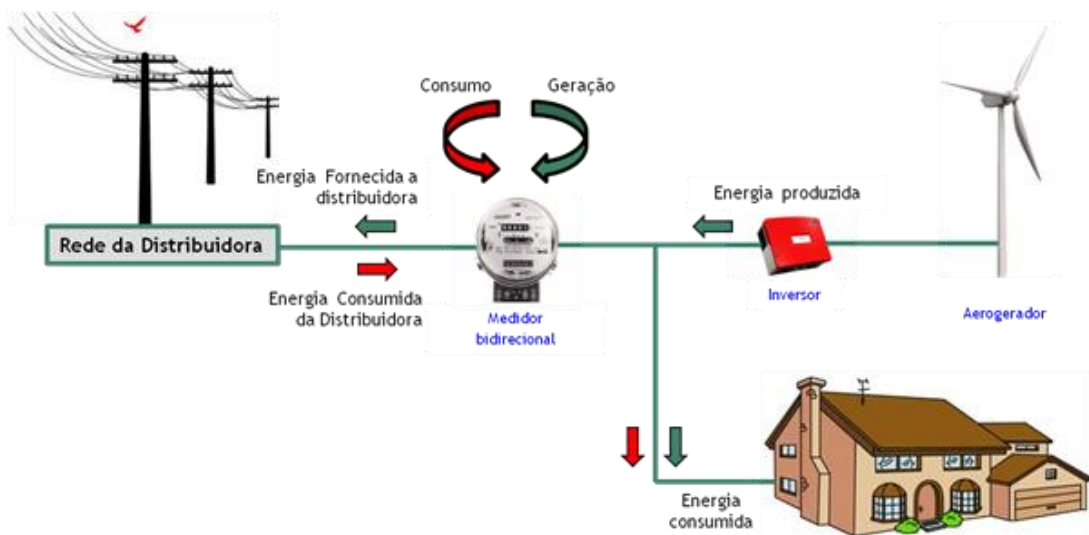
Fonte: Rodrigues (2011).

Para Rodrigues (2011), os sistemas híbridos são destinados a um maior número de usuários e são sistemas de médio a grande porte. O sistema híbrido necessita de um inversor, por trabalhar com cargas em correntes alternadas.

Os sistemas eólicos interligados à rede (figura 6) apresentam as vantagens inerentes aos sistemas de geração distribuída, tendo como vantagem evitar o custo de expansão da rede e a geração na hora de ponta, quando o regime dos ventos coincide com o pico da curva de carga, assim como a redução de perdas. Os arranjos são conectados a inversores e guiados diretamente na rede. Estes inversores devem satisfazer as exigências de qualidade e segurança para que a rede não seja afetada (SOUZA; CUNHA; SANTOS, 2013).

Normalmente eles utilizam um grande número de aerogeradores, e não necessitam de sistema de baterias para armazenamento de energia, pois toda a geração é diretamente enviada para rede elétrica.

Figura 6 - Sistema de distribuição na rede



Fonte: Viridian Ecotecnologia (2014).

Devido ao esgotamento de áreas de grande potencial em terra surgiram as instalações off-shore (instalações feitas no mar). Certamente elas representam um maior custo no transporte, na instalação e manutenção, mas mesmo assim elas crescem a cada ano (RODRIGUES, 2011). O aumento do investimento das indústrias eólicas off-shore se dá por não haver limitações na utilização do solo e, além dos aspectos visuais, não há problemas relacionados ao impacto sonoro por estarem distantes da costa.

A superfície, por ter baixa rugosidade, permite que as turbinas não necessitem de grandes alturas, sendo comparadas com as terrestres. Devido à ausência de barreira o vento é

mais constante diminuindo as turbulências, limitando os desgastes das turbinas e prolongando a sua vida útil. Desta forma, o uso da energia eólica vem ganhando corpo e sendo cada vez mais utilizada em todo o mundo.

2.2 SOLAR

Um das alternativas mais promissoras para prover a energia necessária para o ser humano, hoje, é a energia gerada pelo sol. O seu aproveitamento, tanto como fonte de calor, quanto de luz é inesgotável. Deve-se lembrar que o Sol é a fonte da qual deriva quase todas as outras fontes de energia da terra.

Segundo Pinho e Galdino (2014), através do Sol que se tem a evaporação, a origem do ciclo das águas, que são responsáveis pelo represamento, gerando a hidroeletricidade; a radiação solar, que induz a circulação da atmosfera em grande escala, causando os ventos, que é o princípio da energia Eólica; a partir dos resíduos de animais e de plantas obtêm-se a base para a produção do petróleo, carvão e gás natural, além dos combustíveis utilizados nas usinas que são compostos de matérias orgânicas, que precisam da fotossíntese para se desenvolver, como, por exemplo, a cana-de-açúcar. Desta forma, é necessário o entendimento dos tipos de energia solar direta, seja ela de forma passiva (sem uso de tecnologias), ou ativas (com a utilização de tecnologias, para a sua geração). Esses modelos de energias serão descritos nos itens a seguir.

2.2.1 Solar Térmico

Sendo os mais utilizados no Brasil, trata-se de uma tecnologia que tem evoluído consideravelmente no mercado ao longo dos anos. Fruto do desenvolvimento dos painéis térmicos solares, este sistema encontra-se num estado suficientemente maduro e viável. A sua integração no mercado tem sido facilitada devido a este progresso e pelos incentivos do poder público, favorecendo a implementação das energias renováveis.

A solução Solar Térmico, em particular o seu uso para o aquecimento de água com coletores solares, faz-se o aproveitamento da radiação solar para aquecimento de fluídos (geralmente água) que circulam nos circuitos primários nos sistemas solares térmicos para, aquecimento central, aquecimento de piscinas, entre outros. De uma forma sucinta, os sistemas de aquecimento com energia solar são, basicamente, constituídos por coletores

solares, reservatório térmico, um sistema de circulação de água e um sistema auxiliar de aquecimento (ROAF; FUENTES; THOMAS-REES, 2014).

O coletor solar é o componente essencial do projeto, pois é o responsável pela captação da energia solar e a respectiva conversão de calor utilizável. Existem vários tipos de coletores: os planos, os concentradores, os concentradores parabólicos e os de tubos de vácuo.

O reservatório permite acumular a energia térmica contida na água, sendo possível utilizar a mesma em períodos em que não há produção de energia. O sistema auxiliar de aquecimento permite que em dias que o coletor solar não produza a energia suficiente para aquecer a água, seja possível utilizar uma fonte alternativa de calor, que pode ser elétrica, à gás ou mesmo através de uma bomba de calor.

Por fim, a transferência do calor captado pelo coletor para a água pode realizar-se através da movimentação da água em duas formas: por circulação natural (termossifão) ou por circulação forçada com uma bomba circuladora. Associado aos coletores térmicos, existem dois sistemas de circulação de água distintos: circulação natural (sistema de termossifão) e circulação forçada.

O sistema de termossifão baseia-se na circulação natural do fluido térmico devido a mudança da sua densidade, consoante a temperatura. Neste sistema, o depósito da água está normalmente colocado acima do coletor e à medida que a temperatura aumenta no absorvedor, o fluido térmico torna-se menos denso movendo-se para a parte superior do coletor, ou seja, para o depósito, trocando calor com a água nele contida. O sistema de circulação forçada é usado quando a colocação do depósito acima do coletor não é viável. Neste caso, é necessária a instalação de uma bomba para fazer circular o fluido de transporte. A escolha entre um e outro sistema depende da carga energética e da possibilidade de colocar um acumulador acima do campo de coletores (FERREIRA, 2010).

Os coletores planos são utilizados para aplicações residenciais e comerciais em baixa temperatura (por volta de 60°C) tais como: água aquecida para banho, ar quente para secagem de grãos, aquecimento de piscinas, água aquecida para limpeza em hospitais e hotéis, etc. visando à redução do consumo de energia elétrica ou de gás (PINHO; GALDINO, 2014).

2.2.2 Solar termoeletrico de concentraçao

Os sistemas solares termoeletricos de concentraçao - Concentrating Solar Power (CSP) - é uma tecnologia que apresenta uma grande dinamica, no entanto ainda sofre varias condicionantes que não permitem um rápido desenvolvimento tecnologico. A tecnologia termoeletrica de concentraçao converte a energia solar em eletricidade por via termica de alta temperatura, ao contrário da tecnologia fotovoltaica que converte diretamente a energia solar em energia elétrica. Esta nova forma de produçao de energia é utilizada nas centrais solares termoeletricas de concentraçao (BIANCHINI, 2013).

No processo, a importancia está na quantidade de energia gerada por um determinado corpo que consegue absorver o calor, a partir da incidencia da radiaçao solar. Esse tipo de energia não depende apenas da forma de capturaçao, mas também de como irá armazená-la. Os coletores solares são os equipamentos com a funçao especifica de utilizar a energia solar termica, que são responsáveis pelo aquecimento de fluídos, gasosos ou não, e são classificados em planos ou concentradores, podendo ter ou não um dispositivo de concentraçao da radiaçao solar.

O fluido aquecido poder ser mantido em reservatórios termicamente isolados até o seu uso final. Os concentradores estão associados a temperaturas superiores a 100°C, podendo chegar até 400°C para acionar as turbinas de vapor gerando a eletricidade (PINHO; GALDINO, 2014).

O Concentrador solar tem o aproveitamento da energia solar aplicado a sistemas que requerem temperaturas bastantes elevadas, tendo como finalidade captar a energia solar incidente numa área relativamente grande e concentrá-la numa área muito menor, de modo que a temperatura desta última aumente substancialmente.

Segundo o Ministério da Educaçao: Coordenaçao de Pessoal de Nível Superior., (2010), essas superficies refletoras (espelhos) dos concentradores tem a forma parabólica ou esférica, fazendo que os raios solares que nelas incidem sejam refletidos para uma superfície bem menor, o foco, onde localiza o material a ser aquecido. Os sistemas parabólicos de alta concentraçao atingem temperaturas bastante elevadas e índices de eficiencia que variam de 14% a 22% de aproveitamento da energia solar incidente.

Contudo, a necessidade de focalizar a luz solar sobre uma pequena área exige algum dispositivo de orientação, acarretando custos adicionais ao sistema, os quais tendem a ser minimizados em sistemas de grande porte (ANEEL, 2005).

A Espanha e os EUA são os países com maiores avanços neste tipo de tecnologia, no entanto existem projetos de elevada potência a decorrer em outros países como por exemplo na China, Argélia, Marrocos, Egito e Austrália. O princípio de funcionamento das CSP é basicamente igual ao das centrais termoelétricas convencionais, a grande diferença é a forma como o fluido de trabalho é obtido, o vapor. Enquanto nas centrais convencionais o vapor é produzido através do calor libertado na combustão de um combustível fóssil, nas CSP a radiação solar é focada, com o auxílio de superfícies espelhadas equipadas com sistemas de seguimento da posição solar, sobre um receptor, de modo a obter calor de alta temperatura que permita produzir vapor (SILVA, 2012).

Embora as plantas parabólicas representem a maior parte da capacidade existente, 2014 foi um ano notável em termos de diversificação do cenário da tecnologia CSP. A capacidade recém-implantada das plantas de calha e torre parabólicas, tiveram uma capacidade adicional de 46% e 41% respectivamente. Esse aumento da capacidade da tecnologia de torre foi devido ao comissionamento da planta Ivanpah, a maior usina CPS do mundo. Com 25 MW, equivalente a 13% da capacidade global, desta tecnologia, entrou em operação na Índia, contribuindo para a diversificação dessa tecnologia. No início de 2015, as plantas parabólicas representavam um pouco mais da metade construído enquanto as de torres representavam aproximadamente 45% do construído no mundo (REN21, 2015).

No entanto, o CSP pode ser útil para países com elevado potencial solar, podendo funcionar de um modo integrado com as centrais térmicas convencionais, reduzindo, assim, as emissões poluentes e beneficiando o ambiente.

2.2.3 Energia solar térmica passiva

A arquitetura bioclimática estuda maneiras de adaptar as construções ao clima e às características determinantes locais, tirando o partido de correntes convectivas naturais e de microclimas criados por vegetação apropriada. Estuda também, a adoção de soluções arquitetônicas e urbanísticas harmonizadas às condições específicas (clima e hábitos de

consumo) de cada lugar, utilizando a energia que pode ser diretamente obtida das condições locais, da luz e do calor provenientes da radiação solar incidente, como da ventilação natural.

A arquitetura solar passiva recorre a processos e conceitos elementares, que têm a ver com as orientações de exposição dos edifícios. Uma das práticas para se abarcar a elevada concentração de radiação solar nas áreas urbanas é a introdução de arborização, método tecnicamente mais natural para combater esse efeito, obtendo assim um clima com melhores condições de conforto ambiental para os seres vivos. O conhecimento profundo das particularidades climáticas do lugar é fundamental para que se apliquem os princípios corretos na criação e concepção dos edifícios (REI, 2009).

Nos países do centro e norte da Europa, a energia solar desempenha um papel essencial no aquecimento dos edifícios, estimando-se que contribua com cerca de 40% da energia realmente consumida para esse efeito. Em países como Portugal, as técnicas solares passivas poderão também desempenhar um papel importante na atenuação do crescimento da procura de energia para arrefecimento ambiente (ECOVOLTS, 2011).

A arquitetura bioclimática não se restringe apenas a características arquitetônicas adequadas. Preocupa-se, também, com o rendimento dos equipamentos e sistemas que são necessários ao uso da edificação (aquecimento de água, circulação de ar e de água, iluminação, conservação de alimentos, etc.) e com o uso de materiais de conteúdo energético tão baixo quanto possível (PINHO; GALDINO, 2014).

2.2.4 Geometria solar na Terra

A aplicação da energia solar necessita verificar a posição em relação à Terra e como é a sua geometria para que se possa obter uma maior qualidade de energia e desempenho dos equipamentos.

A posição do sol relativamente a um ponto da Terra varia ao longo do dia e também ao longo do ano. Isso acontece devido ao movimento de rotação da Terra em torno do eixo polar. Segundo Cunha (2005) as inclinações do eixo de rotação da Terra em relação ao eixo da elíptica, determinam que a duração dos dias e das noites para um dado dia do ano seja diferente conforme a latitude. São essas inclinações as responsáveis pela alteração do ângulo formado pelo eixo de rotação e o plano da elíptica durante o ano, o que, exceto no Equador,

provoca variações anuais da duração do dia para a mesma latitude, portanto, torna-se responsável, também, pelas estações do ano.

O movimento aparente do Sol ao meio dia solar, ao longo do ano, revela que o ângulo entre os seus raios e o plano do Equador varia entre $+23,45^\circ$ em torno do dia 21 de junho (solstício de inverno no hemisfério Sul), e $-23,45^\circ$ em 21 de dezembro (solstício de verão no hemisfério Sul). Este ângulo, denominado Declinação Solar, é positivo ao Norte e negativo ao Sul do Equador. Nos dias 21 de setembro (equinócio de primavera) e 21 de março (equinócio de outono) os raios solares se alinham com o plano do Equador, e sua declinação é igual a zero (ANUNCIACÃO, 2007).

Ainda em relação ao sol, deve se observar a declinação e a radiação do mesmo, que difere a depender do campo de absorção e do seu entorno, e da importância dos ângulos solares para cada localidade. A diferença entre a hora solar e hora oficial, são fatores essenciais para obter uma boa precisão na instalação das placas solares.

Para um melhor aproveitamento solar, os raios solares devem incidir perpendicularmente ao módulo solar, com um ângulo igual a zero. Com isso, a inclinação do módulo solar deve ser ajustada diariamente para adequar-se ao valor da altura solar naquele dia, maximizando a captação de energia (VILLALVA; GANZOLI, 2012).

No Brasil, o potencial da irradiação solar é maior quando comparado com países da Europa, onde a conversão fotovoltaica já é utilizada em larga escala. Além do tamanho do país, observa-se que em todo o território brasileiro há disponibilidade de irradiação solar equivalente ou melhor que nos países do Sul da Europa e superando países como, por exemplo, a Alemanha, país com capacidade instalada significativa de sistemas de geração fotovoltaica.

O Brasil tem algumas empresas que coletam dados sobre a irradiação solar disponíveis para o território brasileiro, porém esses dados apresentam discrepâncias significativas. As médias diárias mensais e a média anual incidem sobre um painel inclinado de 10° em relação ao plano horizontal e orientado na direção do Norte geográfico.

Em geral, a irradiação solar é consideravelmente disseminada entre as regiões centrais do país. No entanto, as áreas mais densamente povoadas, desde do litoral leste do Rio Grande do Sul até o recôncavo baiano e a região norte do país, apresentam os menores índices de irradiação apurados. A região Nordeste apresenta os maiores valores de irradiação (de 5

kWh/m² a 6 kWh/m²), apresentando a maior média e a menor variabilidade anual entre as regiões geográficas. Os valores máximos de irradiação solar são observados na região centro-oeste do Estado da Bahia e noroeste de Minas Gerais. Nota-se nesta região, que as condições climáticas conferem um regime estável, de baixa nebulosidade e alta incidência de irradiação solar (ALVES; MORAES, et al., 2014)

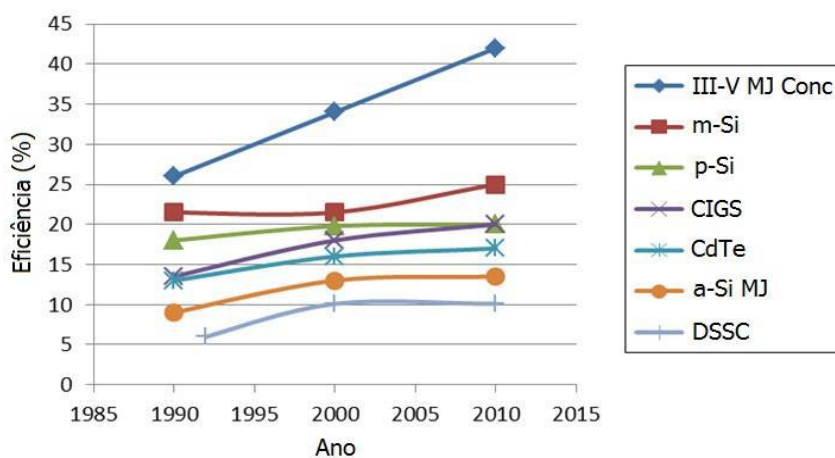
Face as essas diferenças, surge o problema de quais dados de irradiação se deve adotar para o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. A Eletrobrás, por exemplo, vem adotando os dados do Atlas-SWERA para o dimensionamento dos sistemas tipo SIGFI no âmbito do projeto Luz para Todos (PINHO; GALDINO, 2014).

2.2.5 Sistemas fotovoltaicos

Os sistemas de produção fotovoltaicas convertem diretamente energia solar em energia elétrica. A sua constituição é basicamente desenvolvida em módulos de material semiconductor e um sistema de suporte que inclui a cablagem, o inversor de corrente (que permite converter a corrente contínua produzida em alternada), obrigatório em sistemas ligados à rede, ou a bateria e o regulador de carga, necessário nos sistemas autônomos (SILVA, 2012).

Pode-se notar na figura 7 a evolução da eficiência das células fotovoltaicas no período de 1990 a 2010, mostrando melhor eficiências nas células de pequena área entre 0,5 a 5,0 cm², usando diferentes tipos de tecnologia.

Figura 7 - Desenvolvimento das células fotovoltaicas



Fonte: Pinho e Galdino (2014).

Os painéis fazem a coleta e transformam a energia da radiação solar em energia elétrica junto com os semicondutores e as células fotovoltaicas. A energia é gerada em corrente contínua e convertida pelos inversores em corrente alternada. Os semicondutores são definidos pelas suas próprias características de possuírem quatro elétrons na última camada (camada de valência) e fazem ligações covalentes. A camada de valência é totalmente preenchida por elétrons, mas quando se encontra a baixas temperaturas a sua camada de condução fica totalmente vazia (MORAIS, 2009).

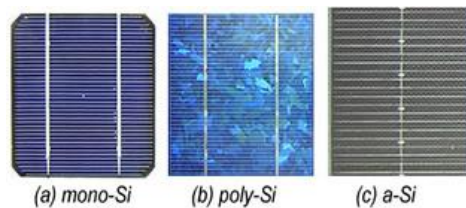
Caso ocorra uma elevação da temperatura na placa, nota-se o crescimento da condutividade. Não necessariamente com o aumento da temperatura na placa os semicondutores forneçam energia, pois ainda possuem intensidade reduzida. Apesar do percentual de fótons que atingem as células seja em pequena escala, eles possuem energia suficiente para excitar os elétrons, originando uma corrente elétrica (lembrando que cada fóton só consegue estimular apenas um elétron). Para a produção de energia elétrica ser adequada, faz-se justo utilizar estruturas semicondutoras com o intuito de manter a maior quantidade de elétrons excitados para a geração da corrente elétrica (VALLÊRA; BRITO, 2006).

Os materiais dos semicondutores dos grupos 14 a 16 da tabela periódica: inclui o carbono (C), o Silício (Si), o Germânio, entre outros. Existem também um grande número de compostos, como por exemplo, o Arsenieto de Gálio (GaAs) e o Nitreto de Gálio (GaN) conhecidos como semicondutores do tipo III-V, o Telureto de Cádmi (CdTe) como do tipo II-VI e o Disseleneto de Cobre-Índio como I-III- (VI). Como exemplo de semicondutores quaternários, pode-se citar o InGaAsP e o AlInGaN, utilizados para fabricação de LEDs (PINHO; GALDINO, 2014).

O semicondutor, portanto, possui um nível de condutividade entre os extremos de um isolante e um condutor. Os dispositivos semicondutores são considerados a peça mais importante na revolução ocorrida na microeletrônica, o que permitiu a introdução de relevantes inovações tecnológicas que tanto tem influenciado as nossas vidas. Os materiais semicondutores mais usados na indústria eletrônica são o Germânio (Ge) e o Silício (Si). O Silício predomina na produção atualmente por ser o mais rentável entre os mais abundantes. (MASSAMBAN, 2016).

Segundo Pinho e Galdino (2014), as células e módulos fotovoltaicos de silício cristalino, são os mais utilizados. O c-Si correspondeu em 2011 a 87,9% do mercado mundial. Para sua fabricação, a matéria prima utilizada é o silício ultrapuro. Pode ser utilizada a mesma matéria prima para os chips, conhecidos como silício grau eletrônico (Si-gE), com uma pureza de 99,9999999%, também denominada 9N (nove noes), ou então o silício grau solar (Si-gS), com 99,9999% (6N), de menor custo (este último não pode ser usado na indústria eletrônica). O silício usado na fabricação das células fotovoltaicas pode ser monocristalino (m-Si) ou policristalino (p-Si), como visto na figura 8.

Figura 8 - Tipos de células fotovoltaicas comerciais



Fonte: Energia Solar (2012).

Alguns fabricantes vêm disponibilizando comercialmente células fotovoltaicas de c-Si coloridas para módulos destinados à integração arquitetônica (SFIE – Sistema Fotovoltaico Integrado à Edificação) e fornecidos sob encomenda. As cores são obtidas por diferentes composições e/ou espessuras na camada antirreflexiva (AR) das células. A cor usual do AR varia do azul-escuro ao preto, dando às células sua conhecida cor característica, e a mudança resulta em redução de sua eficiência. A substância usada na camada AR convencional é o SnO₂, que é, na realidade, transparente, e a cor azulada visualizada é resultado de um fenômeno de interferência óptica causada pela espessura da camada e seu índice de refração. (CHENCHE, 2015)

Segundo a empresa Solartec, da República Tcheca, cada cor tem um valor de eficiência específico, como é demonstrado na tabela 1.

Tabela 1 - Eficiência x Cores células fotovoltaicas	
COR	EFICIÊNCIA
Azul	13,6%
Marrom	12,2%
Dourado	11,7%

Cinza	12,4%
Magenta	11,3%
Verde	11,5%
Prateada	10,4%

Fonte: Solartec (2014).

As células fotovoltaicas são associadas eletricamente e encapsuladas para formar o módulo fotovoltaico. Um módulo pode ser constituído por um conjunto de 36 a 216 células fotovoltaicas associadas em série e/ou paralelo, associação esta que depende dos parâmetros elétricos (tensão, corrente e potência) mais adequados à aplicação a que o módulo se destina. Existe também o uso dos filmes finos, que são constituídos de células por meio de depósito de camadas bem finas de materiais fotossensíveis, acopladas a matérias de baixos custos como é o exemplo do vidro, aço inoxidável e até mesmo do plástico. Os filmes finos são mais bonitos e fáceis de serem adaptados às edificações, por serem maleáveis. Entretanto, sua eficiência ainda é baixa comparada aos outros tipos. Há uma tentativa de melhorar a eficiência dos filmes finos, utilizando o semicondutor de telureto de cádmio (CdTe) na produção. Além de mais eficientes, elas utilizam processos de recozimento em temperatura da ordem de 400°C e empregando CdCl₂ e O₂. Esta tecnologia está sendo usada por poucas indústrias e há críticas sobre seu uso em larga escala (PINHO ; GALDINO, 2014).

O elemento químico cádmio é tóxico e apresenta restrições do ponto de vista ambiental. O elemento químico telúrio é obtido a partir de um subproduto da produção de cobre, fonte que seria insuficiente para uma produção anual de dezenas de GWp, além do número de reservas de minérios com telúrio na Terra serem limitadas.

Porém, os fabricantes afirmam que na produção do cádmio há controle estrito de contaminação, e que estudos demonstram que no caso de quebra ou rompimento dos módulos não haveria contaminação do meio ambiente, ressaltando que a reciclagem dos módulos evitará possíveis contaminações futuras.

Existem também, como alternativa, as Células Fotovoltaicas para Concentração e Multijunção, que reduzem o custo do watt-pico (Wp). Essa tecnologia utiliza sistemas ópticos de concentração da radiação solar por meio de lentes e/ou espelhos, formadores ou não de imagens. Com o aumento da irradiação solar incidente na célula, é possível obter elevadas

correntes elétricas com células de pequena área. Com alta eficiência e elevado custo de produção, elas podem ser utilizadas se os sistemas ópticos e de seguimento (rastreamento) do movimento aparente do Sol forem de baixo custo relativo.

Esta tecnologia é denominada muitas vezes de CPV – Concentrated PhotoVoltaics. A tecnologia CPV, por exemplo, demonstrou ter um potencial para produção de módulos com altas eficiências, embora o seu custo ainda não seja competitivo com as tecnologias que atualmente dominam o mercado. Esse sistema produz mais energia que um sistema usual PV (tem a particularidade de converter em eletricidade a radiação solar a partir do efeito fotoelétrico, não utilizando o seu calor, como no caso dos sistemas solares térmicos.), em áreas com o mesmo tamanho. A tecnologia CPV é no entanto mais adequada para zonas com elevados níveis de radiação direta normal (DNI) como é o caso do Sul de Portugal e Espanha, onde já existem projetos a funcionar ou em fase de construção (HELIOTROP, 2016).

Segundo o MCTI (2014), a nanofotônica busca a diminuição de custos e aumento de eficiência, e já tem potencial demonstrado de aplicação em geração fotovoltaica através de incorporação nas células tradicionais de estruturas nanofabricadas, que permitem o aprisionamento de luz na região ativa das células, abrindo o caminho para utilização de regiões ativas muito mais finas, utilizando menos material, aumentando a eficiência de absorção e de coleta dos portadores de carga fotogerados.

A incorporação de nanocompósitos é uma estratégia para melhorar a separação e transporte de carga em células solares, melhorando a conversão de energia. Os impactos devem vir do aumento das velocidades de reação, através do uso de nanocatalisadores e da integração da eletrônica molecular com a tecnologia avançada do silício e também do aproveitamento de fontes de energias limpas e renováveis (VIEIRA, 2014).

Dentre essas tecnologias emergentes, duas podem ser destacadas: as de corantes e as orgânicas. As células fotovoltaicas sensibilizadas por corantes (DSSC: Dye Sensitized Solar Cells) tem sua estrutura básica composta de um substrato de vidro, um filme condutor transparente (TCO), uma camada composta por TiO_2 (dióxido de titânio) poroso embebido em um corante com rutênio, um eletrólito (solução condutora salina), outro TCO e finalmente um contato metálico traseiro de platina e vidro. Os fótons incidentes produzem elétrons livres no corante, que são injetados na camada de TiO_2 ; o fluxo de elétrons é mantido porque o eletrólito “recarrega” o corante com elétrons. Esse dispositivo não funciona a partir de uma

junção de um material semicondutor, e sim pela absorção de luz num corante, por isso não deve ser considerada uma célula fotovoltaica, e sim fotoeletroquímica (WEI, 2010).

Já as placas fotovoltaicas com as tecnologias orgânicas OPV (Organic Photovoltaic), tem potencial para múltiplas aplicações, seja como sistema não conectado ou embarcado. Essa tecnologia utiliza moléculas semicondutoras derivadas do carbono – depositadas sobre um suporte de vidro ou plástico, para formar painéis que produzem eletricidade pela conversão direta da luz solar. Seus componentes são oligômeros (pequenas moléculas) ou polímeros (grandes moléculas). Os primeiros podem ser depositados a seco (evaporação a vácuo) ou por jatos de tinta. Os segundos, mais pesados, são depositados no substrato apenas por via úmida. Seus elementos são depositados em uma ou várias camadas bem finas, perfazendo uma centena de nanômetros de espessura, usando técnicas relativamente simples, com baixo consumo de energia, já que não requerem temperatura elevada. São consideradas por especialistas como tecnologia de 3ª geração, de maior abrangência e menor impacto ambiental do que os painéis à base de filme fino – CdTe, CIGS e silício amorfo, principalmente – de 2ª geração, ou de silício mono e poli cristalino (1ª geração) (GRÄTZEL, 2013).

Existem dois tipos básicos de sistemas fotovoltaicos mais conhecidos, o Sistema Isolado (SFI) - Off-grid e Sistema Conectado à Rede (SFV) - Grid-tie. Em ambos os casos, pode-se operar a partir apenas de uma fonte fotovoltaica ou combinados com uma ou mais fontes de energia, quando são chamados de híbridos (SFH). Em geral os sistemas precisam de algum tipo de armazenamento, podendo ser em baterias ou em outras formas de estocagem de energia. A bateria também funciona como uma referência de tensão para os inversores formadores da rede do sistema isolado (PINHO ; GALDINO, 2014).

O sistema isolado de geração de energia apresentado na figura 9, utiliza um sistema de acumulador de energia constituído. Conta também com uma unidade responsável pelo controle e condicionamento de potência composta por inversor e controlador de carga, por baterias e regulador de carga. Este tem a função de regular a carga que alimenta as baterias, sendo que as baterias trabalham com carga de até quatorze volts, isto porque, normalmente, as baterias são de doze volts. Caso essas cargas ultrapassem os 14 volts, a bateria poderá ser danificada, levando-a a descarregar. Este sistema é construído onde não se encontra rede da concessionária de energia local ou quando se deseja manter sistemas isolados para backup (VILLALVA ; GANZOLI, 2012).

Figura 9 - Sistema fotovoltaico isolado

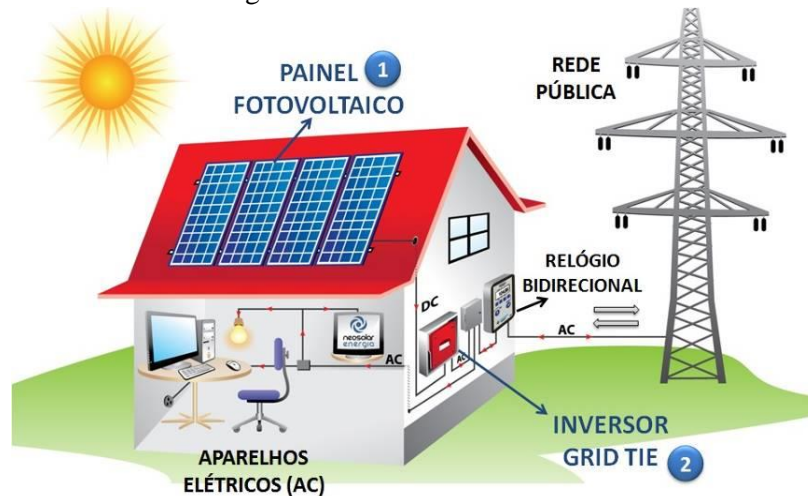


Fonte: Neosolar (2014).

Já os sistemas fotovoltaicos centralizados conectados à rede elétrica exercem o mesmo papel das grandes unidades de geração, como térmicas, nucleares e hidrelétricas. As energias geradas nesses sistemas não são vinculadas a um consumidor específico e normalmente estes sistemas são localizados em regiões distantes dos centros de cargas (CARVALHO, 2012).

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede trabalham em paralelo à rede elétrica, conforme mostra a figura 10. O Sistema Fotovoltaico Conectado à rede dispensa o uso de baterias e injeta energia de forma sincronizada, diretamente à rede elétrica, a partir de um inversor que realiza a conversão de tensão/corrente contínua (CC), para a corrente alternada (CA), produzidas pelo painel fotovoltaico para tensão/corrente compatíveis com a rede elétrica.

Figura 10 - Sistema fotovoltaico em Rede



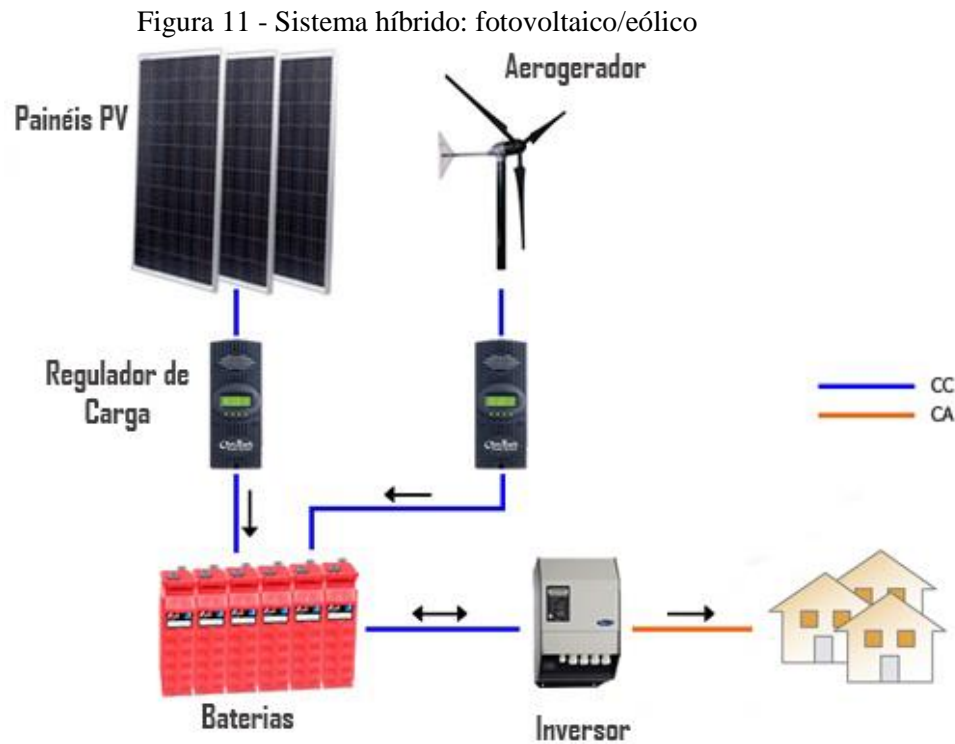
Fonte: Neosolar (2014).

Segundo Conceição (2011), existem duas formas para a instalação do SFCCR: sistemas centralizados e distribuídos. Os sistemas fotovoltaicos distribuídos podem ser instalados de forma integrada à edificação ou na fachada do prédio, portanto, próximos ao ponto de consumo. Eles contam com uma configuração diferente da que conhecemos atualmente: painéis, controladores de carga, baterias e inversores CC – CA. Por serem conectados diretamente à rede elétrica, dispensam a necessidade de uso de controladores de carga e baterias, sendo, assim, compostos apenas pelos painéis fotovoltaicos e um inversor CC – CA. O inversor é, portanto, um equipamento que deve ser instalado entre o sistema gerador fotovoltaico e o ponto de fornecimento à rede, que opera como um back-up.

Os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCCR) foram incluídos na regulamentação disposta pela Aneel, através da Resolução 482 de abril de 2012, que estabeleceu preliminarmente as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica.

Já os sistemas híbridos são mais complexos e necessitam de algum tipo de controle capaz de integrar os vários geradores de energia. Normalmente utilizam o sistema fotovoltaico com outra fonte de geração de energia, de forma a otimizar a operação para o usuário. Neste caso, as fontes irão trabalhar juntas para a geração de energia elétrica, onde uma fonte completa a outra, ou seja, uma fonte supre a ausência da energia solar, como é o exemplo do sistema eólico/solar mostrado na figura 11. Durante a noite quando a obtenção de energia da placa fotovoltaica for reduzida, o aerogerador continua sua produção sem interferência e sustenta o sistema (SANTOS ; FERREIRA, 2015).

Mesmo sendo formado com duas fontes de energia, o sistema híbrido necessita de inversor para alternar a corrente contínua e ter a disponibilidade de acrescentar bateria, para acumular energia caso ocorra algum problema no sistema (CRESESB, 2014).



Fonte: Agrotecnológica (2014).

De acordo com o tipo de sistema fotovoltaico, classificado como autônomo híbrido ou ligado à rede elétrica, pode haver a adição de outros componentes ao próprio sistema para a utilização residencial. Sendo esse um dos principais requisitos para que se possa quebrar esse paradigma e mostrar que atitudes visando impactos ambientais positivos podem sim trazer benefícios para a empresa, impulsionando ainda mais as vantagens da aplicação de um sistema que gera energia limpa e sem denegrir o ambiente, como o sistema fotovoltaico (BRITO; SILVA, et al., 2014).

3 ENERGIAS RENOVÁVEIS NO MUNDO E NO BRASIL

A energia é fundamental para todo ser vivo. Com status de insumo básico e necessário para o desenvolvimento da humanidade, a energia é utilizada na locomoção, na alimentação e na própria manutenção da vida. Ao longo da história o homem desenvolveu máquinas, usos e costumes que precisam da energia, principalmente a elétrica. Diversas maneiras de transformar a energia foram sendo criadas e as tecnologias energéticas foram se expandindo e sendo consolidadas para que haja um melhor aproveitamento desta. Entretanto, existe uma grande parte da população mundial que carece de uma vida digna e sobrevive isolada do mundo, sem condições decentes de saúde, higiene, lazer, educação e cidadania, na maioria das vezes porque não dispõe de energia para satisfazer suas necessidades básicas (GEDAE, 2010).

A energia é um dos principais fatores para o desenvolvimento econômico com repercussão direta em todos os setores da economia. Não se pode pensar seriamente no desenvolvimento industrial do próprio país sem energia, sendo uma condição básica para a independência política e econômica no contexto internacional. De acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE), 1,3 bilhões de pessoas vivem sem acesso à eletricidade, ao passo que 2,6 bilhões de pessoas dependem de energia de biomassa tradicional para cozinhar. O Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010), concluiu que, nesse ano, mais de 728 mil domicílios brasileiros não tinham acesso a qualquer fonte de energia elétrica. Destes, mais de 45% estavam localizados na região nordeste, que é justamente a região do país com maior potencial de geração de energia eólica e solar fotovoltaica (ANEEL, 2008)

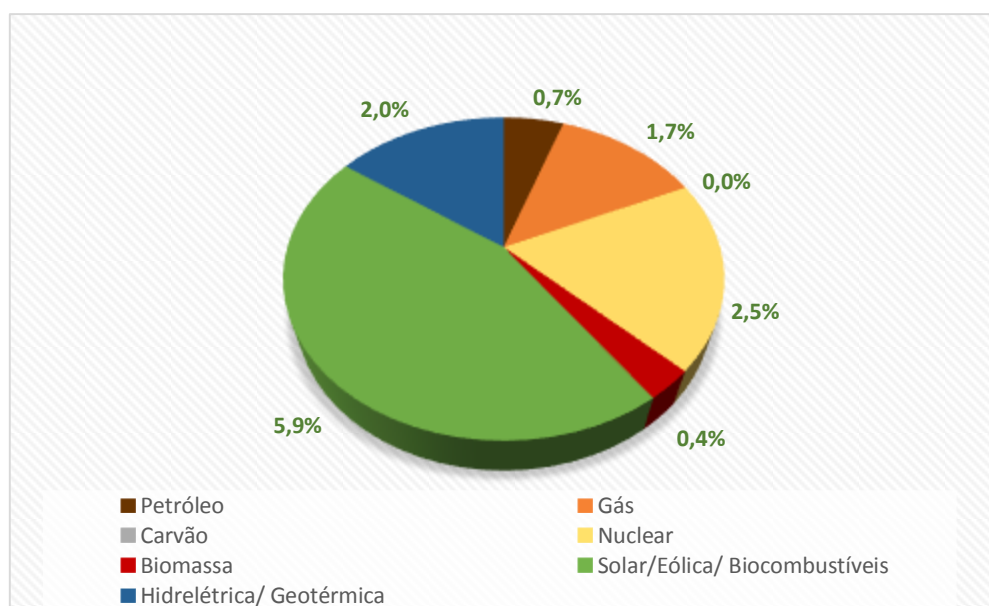
Segundo o Exxon Mobil (2014), a vida está sendo transformada pelo acesso à energia e à tecnologia. Com isso, surge a necessidade de manter um vasto e diversificado leque de recursos energéticos para que a energia venha a ser fornecida de forma segura e confiável. O crescimento populacional e o PIB, podem elevar em até 100% o consumo da energia de um país, porém grande parte desse aumento poderia ser evitado por avanços na eficiência energética.

O mundo vem sofrendo uma grande modificação na matriz energética, devido a ocorrência de alguns fatores. Os países que durante muito tempo foram definidos como grandes exportadores de energia passaram a ser os motores do crescimento da demanda mundial, enquanto os principais importadores tornaram-se exportadores.

O desenvolvimento das tecnologias, determinam que a interligação entre o crescimento econômico, demanda de energia e a redução das emissões de CO₂, estão relacionadas com o desenvolvimento do petróleo e do gás, bem como das energias renováveis, que altera a nossa compreensão da distribuição dos recursos energéticos do planeta. Globalmente, os combustíveis fósseis continuam a satisfazer uma parte predominante da demanda de energia mundial, com repercussões nas relações entre energia, meio ambiente e mudança climática (WEO, 2013).

O gráfico do crescimento médio da oferta global de energia (figura 12), demonstra que a parcela das renováveis irá crescer até 60% em razão do aumento na oferta das energias hidrelétrica, eólica e solar. Em 2040, a oferta de energia eólica, solar e de biocombustíveis, será de 4% total, enquanto em 2010 era de apenas 1%. Há uma previsão de que as energias eólica e solar fornecerão cerca de 10% da eletricidade gerada em 2040, tendo um crescimento extraordinário sobre 2010, quando forneceu 2% da geração de energia elétrica (EXXON, 2014).

Figura 12 - Crescimento Médio de Oferta da Energia Mundial 2010 - 2040



Fonte: Adaptado do Panorama Energético Perspectivas para 2014.

O aumento da oferta está diretamente relacionado a demanda de energia, sendo assim, os setores que devem crescer de forma significativa são os de energia residencial e comercial. Os principais indicadores da tendência global de energia apontam para o crescimento populacional, a urbanização e o aumento do padrão de vida da população.

Dentro do crescimento global as energias solar e eólica são fundamentais. A fonte solar representou uma parcela de apenas 1% (esse percentual desconsidera a geração heliotérmica) do total da energia elétrica produzida no mundo em 2014 (EUROPE, 2015). Porém, as tecnologias que utilizam o Sol como fonte de geração de energia, cresceram substancialmente nos últimos anos, especialmente a tecnologia fotovoltaica, que passou de 3,7 GWp para 177 GWp entre 2004 e 2014, representando um crescimento anual de 47% (REN21, 2015). Esse crescimento foi promovido por generosos subsídios à fonte, principalmente em países europeus, em especial a Alemanha na última década (PILLAI, 2015). Porém, a Europa foi deixando de liderar o número de instalações a partir do momento em que reduziu os incentivos. Dessa forma, vem sendo observada uma transferência da liderança no número de instalações para países asiáticos, principalmente a China.

Grande parte das plantas em operação estão na Espanha (2,3 GW). No entanto, o país deixou de investir forte na fonte. Em 2014, com o total de 0,9 GW, entraram em operação quatro projetos que foram implantados apenas nos EUA e Índia. No final de 2014, outros projetos em fase de construção foram observados no Marrocos (510 MW), África do Sul (30,0 MW) e China (50 MW) (REN21, 2015).

Já a energia proveniente dos ventos (eólico), tem a maior parte dos parques instalados em terra (onshore), porém existem parques implantados no mar (offshore), devido à diminuição de locais apropriados em terra para novos empreendimentos (notadamente na Europa). A fonte eólica é a fonte responsável somente por uma pequena parte da energia elétrica produzida no mundo, cerca de 3% do total gerado em 2014. Contudo, esses números podem variar de acordo com o país em questão. A Dinamarca, por exemplo, foi capaz de suprir 39% da sua demanda de eletricidade em 2014 com energia proveniente do vento. Do total da capacidade instalada em 2014, 84% está localizada em 10 países, sendo os três maiores a China (31%), os Estados Unidos (18%) e a Alemanha (10%) (GWEC, 2014).

O consumo de energia no setor residencial apresentou um aumento aproximado de 50% no mundo. Em 2010 havia uma média de 1,9 bilhão de residências, e para 2040 estão previstas 2,8 bilhões, devido ao aumento da população e da urbanização. Ao mesmo tempo, principalmente na China, Índia e outros países em crescimento, o impulso não está apenas relacionado às necessidades básicas, mas também com o uso de modernidades como aparelhos de ar condicionado, eletrodomésticos e eletrônicos. Nestes países, a demanda por energia no setor residencial deverá crescer cerca de 20% no período 2010-2040. Porém uma

parte do uso de energia será limitada pela eficiência energética das edificações, onde as residências irão sofrer uma alteração no uso da eletricidade e do gás natural, deixando de fazer uso dos combustíveis como a biomassa e a madeira, que ainda hoje são responsáveis por aproximadamente 40% das necessidades mundiais de energia residencial (EXXON, 2014).

Algumas medidas políticas introduzidas no ano de 2013, incluem ações que visam melhorar a eficiência energética dos edifícios na Europa e no Japão, nos veículos na América do Norte e nos sistemas de ar condicionado em certas partes do Oriente Médio, bem como as melhorias nos preços da energia na China e na Índia. Em certos mercados, o crescimento das energias renováveis traz desafios para o setor elétrico, ao colocar novas questões fundamentais para a atual organização do mercado elétrico, sua capacidade para garantir investimentos adequados e uma segurança de provisionamento a longo prazo.

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN, 2014), a produção de eletricidade a partir da fonte eólica alcançou, no Brasil, 6.579 kW em 2013, equivalente a um aumento de 30,3% em relação ao ano anterior, quando atingiu 5.050 kW. Em 2013, a potência instalada para geração eólica no país expandiu 16,5%. No Banco de Informações da Geração – BIG, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2014), o parque eólico nacional cresceu 313 MW, alcançando 2.207 MW ao final de 2013. O Conselho Global de Energia Eólica (2015) informa que em menos de uma década, o Brasil passou de um país nulo em energia eólica para se tornar o 10º maior produtor do mundo e, no centro desta mudança, a região Nordeste é protagonista (BARIFOUSE ; SCHREIBER, 2015).

De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEM, 2016), as fontes renováveis representaram 41,2% da oferta interna de energia em 2015, frente a uma participação neste mesmo segmento de 39,4% em 2014. De acordo com a Exxon (2014), o petróleo ainda será a principal fonte mundial de energia em 2040. Projeta-se que a sua demanda cresça aproximadamente 25% até este ano, impulsionada por uma maior atividade do transporte comercial. O gás natural irá representar o maior crescimento da oferta de energia, por ser acessível, amplamente disponível, extremamente versátil quando usado na geração de energia, e por emitir até 60% menos CO₂ do que o carvão.

Conforme o Balanço Energético Nacional, em 2015 houve alta de 77,1% na geração de energia eólica e consumo 18,6% maior de etanol, ao mesmo tempo em que o consumo de

gasolina caiu 9,5%. O cenário nacional do ponto-de-vista macro influenciou neste quadro: a produção em queda, confirmada na retração do PIB nacional no ano passado de 3,8%, afetou também o consumo de petróleo e seus derivados. As fontes não renováveis, no entanto, continuam com a maior participação, de 58,8%. Estão neste grupo não só o petróleo e derivados (com 37,3%), mas também o gás natural (13,7%), o carvão mineral e outros (BEN, 2016).

Em 2015, as fontes renováveis chegaram a 75,5% de participação na matriz da Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE), indicador 0,9 ponto percentual superior ao verificado em 2014. A oferta de energia eólica e bagaço somou 9% na média do ano, mas ficou entre 4 e 5% no primeiro semestre, e entre 13 e 14% no segundo semestre, complementar, portanto, à oferta hidráulica, com dinâmica oposta. A energia solar, apesar da alta taxa de crescimento, ainda é pouco significativa na matriz. No caso do bagaço, dos 34,2 TWh gerados, 20,5 TWh foram de excedentes para o mercado, e 13,7 TWh para o consumo próprio na produção de açúcar e etanol. A supremacia da geração hidráulica ficou menos acentuada em 2015, ficando com 64,0% na estrutura da OIEE (incluindo a importação de Itaipu), contra os 65,2%, verificados em 2014, e 70,6% em 2013 (MME, 2016).

O Brasil, que está dentre os líderes mundiais no domínio das energias renováveis, deverá duplicar essa produção em 2035, mantendo a quota de 43% na matriz energética nacional. A hidroeletricidade irá continuar como a maior fonte, embora essa dependência entre em declínio, devido ao afastamento e à sensibilidade ambiental de muitos recursos remanescentes, situados principalmente na Amazônia (WEO, 2013).

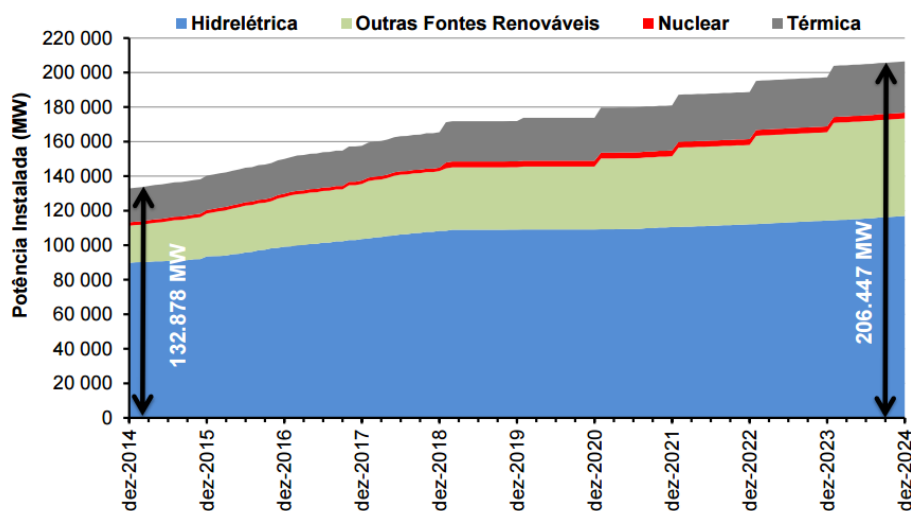
Entre os combustíveis que aumentam a sua quota na matriz energética, a energia eólica terrestre - que demonstrou a sua competitividade - o gás natural e a eletricidade gerada pela bioenergia ganharão destaque no futuro. De acordo com Gaviria, Pereira e Mizgier (2013), por se tratar de um país tropical com alta disponibilidade de irradiação solar, o Brasil disponibiliza um grande potencial natural para a geração de energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico. Além de ser uma fonte renovável e praticamente inesgotável, a radiação solar não é poluente, é silenciosa e não causa efeitos negativos sobre o meio ambiente.

Segundo Guerra e Youssef (2011), o Brasil não só possui um grande potencial de biomassa para produção de energia, principalmente com o bagaço da cana-de-açúcar, como também é privilegiado em matéria de ventos e incidência de raios solares. As fontes

renováveis serão capazes de complementar a hidroeletricidade e aos poucos substituir a energia proveniente de combustíveis fósseis. O fato de o Brasil ter forte base hidrelétrica apresenta a vantagem de absorver mais facilmente fontes intermitentes, como a solar. A combinação dessas fontes promove maior estabilidade da rede elétrica (CGEE, 2010).

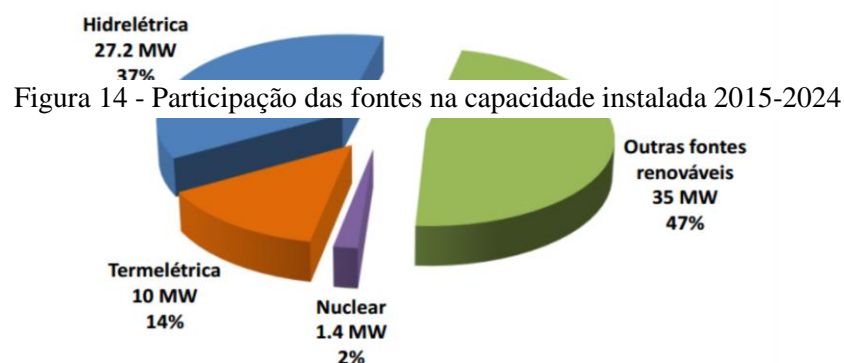
Nesse sentido, o Plano Decenal de Expansão 2024 (PDE - 2024), adotou como uma das principais diretrizes a priorização da participação dessas fontes renováveis para atender ao crescimento do consumo de energia elétrica no horizonte decenal, compatibilizando esta participação com o atendimento à carga de forma segura e tendo em vista o compromisso brasileiro de manter seu crescimento econômico apoiado em uma matriz energética limpa. Segundo o PDE 2024, a capacidade instalada da rede interligada que é chamada de Sistema Interligado Nacional (SIN), expandirá 55% em dez anos, com preponderância de geração hidrelétrica, como mostrado na figura 13 (PDE, 2015).

Figura 13 - Evolução da capacidade instalada no SIN 2014 -2024



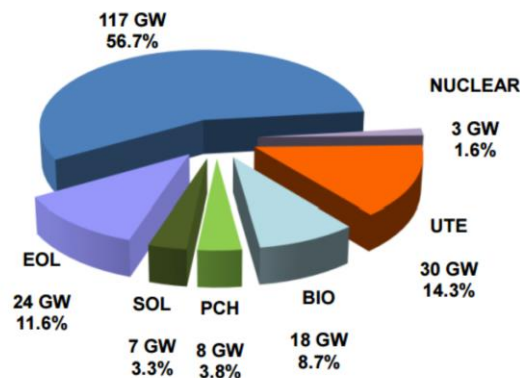
Fonte: EPE (2015).

Como está representado nas figuras 14 e 15, observamos a participação das diversas fontes na expansão da capacidade de geração prevista para o período de 2015 a 2024, e na composição do parque de geração instalado previsto para ao ano de 2024.



Fonte: EPE (2015).

Figura 15 - Participação das fontes de geração na capacidade instalada em dezembro/2024



Fonte: EPE (2015).

A energia fotovoltaica começou a fazer parte da solução para o atendimento de localidades, afastadas da rede elétrica, a partir da década de 1990. Mas foi em 1994, que o Governo Federal, através do MME, criou o PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios), que visava promover a eletrificação rural, principalmente via sistemas fotovoltaicos. E em 2003, foi desenvolvido o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica, Programa Luz para Todos (LpT), instalação dos Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes, ao redor do Brasil (TOLMASQUIM, 2016).

Outra ação importante para a promoção fotovoltaica no Brasil foi o Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Estratégico 013/2011, da ANEEL, que teve 17 projetos fotovoltaicos aprovados, totalizando 24,6 MWp. Esses projetos combinaram diferentes modelos de instalações (distribuída e centralizada, por exemplo), e foram concluídos ao longo de 2014 e 2015. A entrada da energia fotovoltaica em grande escala no território brasileiro foi

promovida pelo MME, o Leilão de Energia de Reserva de 2014, que contou pela primeira vez, com um certame exclusivo para a fotovoltaica, garantindo a contratação de 890 MW. Na sequência, foram realizados outros dois certames em 2015, contratando, conjuntamente, outros 1.763 MW. Como visto, esse volume de potência é muito superior ao que havia se verificado no país até o momento (TOLMASQUIM, 2016).

Em relação à energia eólica, o Brasil é o décimo maior produtor, com 1,6% do total da capacidade instalada no mundo. O primeiro aerogerador a entrar em operação no Brasil foi fruto de uma parceria entre o Grupo de Energia Eólica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), financiada pelo instituto de pesquisas dinamarquês Folkecenter, em 1992 (ANEEL, 2005). Este aerogerador possuía apenas 75 kW e foi instalado no arquipélago de Fernando de Noronha (Pernambuco).

No Brasil, o consumo atual de energia elétrica dos edifícios é cerca de 47% do total consumida no país. Welker (2013), considerou que 80% do consumo energético ocorre ao longo da vida útil dos edifícios. Conforme o BEN (2015), as edificações (nos segmentos industrial, comercial, serviços, residencial e público) são identificadas como a principal demanda de eletricidade do país, responsável pelo consumo de cerca de 50% do total da eletricidade consumida no País. Todavia, através do movimento de edificações sustentáveis, onde eficiência energética desponta como um dos principais temas, esse consumo pode ser reduzido e muito.

Para diminuir o desperdício de energia nas edificações, alguns pontos são observados, pois atuam diretamente em todos os sistemas consumidores das construções, principalmente a climatização e a iluminação estando diretamente ligados a envoltória do prédio. Na tentativa de minimizar tal desperdício, o Brasil vem trabalhando o incentivo às práticas de construções sustentáveis e de economia de energia, incentivando através dos sistemas de construções, etiquetagem e Selo de edificações projetadas e construídas, buscando maximizar o seu desempenho energético, bem como atividades de readequação energéticas nas edificações existentes (SUSTENTARQUI, 2015).

A readequação energética pode resultar também em inúmeros benefícios diretos e indiretos para o Governo, para a Iniciativa Privada e para a Sociedade. Apesar da barreira existente no mercado brasileiro de edificações, como a falta de informação, a visão de curto prazo e a falta de incentivos, é possível encontrar diversas soluções e serviços em eficiência

energética. Essas podem ser superadas através de medidas de fomento via incentivos, mecanismos de mercado, incentivos fiscais, financeiros e de crédito além de uma legislação de cunho mandatório (SUSTENTARQUI, 2015).

Diante dessas possibilidades o Brasil poderá ter condições de superar os desafios energéticos, com forte contribuição da eficiência energética nas edificações, contribuindo para a economia do país, elevando o padrão técnico do setor, a mitigação de impactos sócio-ambientais negativos e a melhoria na qualidade de vida.

4 EDIFICAÇÕES

Considera-se que a característica elementar do espaço edificado (aquele em que está contido no edifício) é a função de abrigo e, para desempenhar esse papel, a edificação deve atender às necessidades do usuário, dentre estas, o conforto térmico. Com a evolução das tecnologias dos sistemas construtivos, dos materiais, dos equipamentos de circulação vertical, da iluminação e climatização artificial utilizados nas edificações, modificou-se a relação da arquitetura com as condições climáticas e com a energia (CALDEIRA, 2011).

O modelo de edificação que atende as necessidades dos usuários persistiu até a segunda guerra mundial. A partir disso, as mudanças sociais e econômicas mudaram o quadro da arquitetura bruscamente. No período entre guerras, o arquiteto francês Le Corbusier, criou o “Modelo Internacional” como o esqueleto-estrutural, o terraço jardim, os pilotis, as plantas livres, que relaciona a proporção do homem com a edificação projetada. Assim como o arquiteto Mies Van der Rohe, projetou as grandes cortinas de vidro, transformando-as em ícones das edificações de escritórios.

Esses modelos foram espelhados de maneira irracional, sem pensarem no processo de construção entre elas, particularmente, o conforto ambiental. Conseqüentemente, o “edifício estufa” foi exportado-como símbolo de poder e sofisticação, com sistemas de ar condicionado e megaestruturas de concreto, sem sofrer adaptações culturais e climáticas aos locais onde foram implantados (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013).

Essa situação agravou a partir de 1973, com a crise do petróleo e com o aumento da população nos centros urbanos na década de 80. A partir de então, a preocupação com a eficiência energética veio à tona. Segundo Fernandes (2010), as mudanças de posturas e comportamentos são importantes para reduzir o gasto excessivo, juntamente com a necessidade de economizar.

Os países com maiores problemas energéticos passaram a investir em pesquisas e estudos de novos sistemas de climatização artificial - mais eficientes - além de mecanismos para reduzir os gastos e os desperdícios, surgindo assim a busca pela sustentabilidade e os incentivos para voltar a utilizar os conceitos de edifícios bioclimáticos. Estes consistem na inter-relação dos elementos das sensações humanas com o clima e das soluções tecnológicas aplicadas a orientação do sítio e a forma arquitetônica. Dentro de um projeto bioclimático, a primeira avaliação que deve ser feita é em relação ao clima local, em especial a temperatura.

Radiação, umidade e ventilação também são fundamentais para a elaboração de uma edificação apropriada ao meio natural.

O setor da construção civil tem um papel fundamental para a concretização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável. O Conselho Internacional da Construção – CIB aponta a indústria da construção como o setor que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensa, provocando consideráveis impactos ambientais.

Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos produzidos pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção. Esses aspectos ambientais, somados à qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, sintetizam as relações entre construção e meio ambiente (MMA, 2014).

A sustentabilidade não é um objetivo a ser alcançado, mas sim um caminho a ser seguido. Uma edificação sustentável é aquela que tem como objetivo minimizar os danos que o setor causa ao meio ambiente e reduzir perdas durante a sua vida útil. Segundo Ritter (2013), as construções sustentáveis são analisadas desde onde se inserem (uso do solo), a aplicação da eficiência energética, iluminação e recursos hídricos, a gestão dos resíduos sólidos e a preocupação com o ciclo de vida das edificações. Muito além do “modismo”, elas são consideradas como a melhoria do futuro do planeta. Hoje o mundo está preocupado com o futuro da humanidade e com isso foram criados mecanismos para qualificar esses critérios de sustentabilidade através dos selos e certificados sustentáveis.

Esses selos, incentivam o conceito de energia zero (quando toda a eletricidade necessária para abastecer uma edificação é produzida por ela mesma), que vem se tornando cada vez mais forte no cenário das energias renováveis, a ponto de se tornar tema de pesquisa em universidades brasileiras como a Universidade Federal de Santa Catarina e a Universidade Estadual de Campinas, que buscam desenvolver tecnologias capazes de tornar mais eficientes a produção e o consumo deste tipo de energia (ECOCASA, 2014). Para pesquisadores da Universidade da Flórida, a energia zero é o futuro da construção civil e uma tendência a se tornar norma. Os Estados Unidos, o Japão e alguns países da Europa já contam com legislação que torna obrigatório que, a partir de 2020, os edifícios públicos tornem-se energia zero.

Neste sistema é possível, ainda, a venda da energia elétrica excedente, como ocorre em edifícios da Alemanha (ECOCASA, 2014). Porém, no Brasil, esses selos são utilizados apenas por edificações que querem ter uma repercussão no mercado e passar uma imagem de qualidade na construção aos consumidores e usuários. A Arena Fonte Nova e o Estádio Metropolitano de Pituvaçu, que após sua reforma se tornou o primeiro estádio no Brasil a receber uma certificação prata de sustentabilidade internacional, a Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), são exemplos de edificações sustentáveis. Na categoria energia foram utilizados apenas equipamentos e lâmpadas de alto rendimento atendendo normas internacionais de eficiência energética.

Outro exemplo de empreendimento inovador no quesito edificação sustentável é o prédio da sede do Sindicato da Indústria da Construção do Estado da Bahia (Sinduscon/BA). De acordo com a equipe da Bahia Já (2016), é o primeiro empreendimento de Salvador certificado pelo IPTU Verde, que é uma certificação destinada à construção sustentável, baseada em cinco pontos estratégicos que envolvem gestão sustentável das águas, eficiência e alternativas energéticas, projeto sustentável, bonificações e emissões de gases do efeito estufa. Com essas iniciativas atreladas à construção, o gestor acumula pontos e a soma destes é convertida em descontos no IPTU.

Segundo o Portal Energia, (2013), a empresa Odebrecht construiu em 2013 o Hangar Business Park em Salvador, que se tornou o primeiro empreendimento comercial do Brasil a receber sete selos Procel Edificações, conquista que levou a Odebrecht a ser a empresa que mais obteve selos de eficiência energética no Brasil. O campus corporativo foi agraciado também com 16 etiquetas “A” do Inmetro, totalizando 23 certificações que atestam sua eficiência energética. Além desses empreendimentos, as construções do programa Minha Casa, Minha Vida, terão a certificação Selo Casa Azul, criado pela Caixa Econômica Federal.

Já o Edifício Residencial Evolution, foi certificado pelo processo de Alta Qualidade Ambiental (AQUA) criado pela Fundação Vanzolini, que desenvolveu em seu projeto as seguintes etapas na categoria energética: Simulação de Eficiência Energética e Conforto Ambiental.

Como pode ser observado, hoje existe uma grande preocupação em alcançar esses padrões sustentáveis, aumentando a necessidade do uso de soluções arquitetônicas e tecnológicas

4.1 SOLUÇÕES PARA A REDUÇÃO DE ENERGIA EM UMA EDIFICAÇÃO

4.1.1 Fontes passivas

A redução de energia em uma edificação deve ser planejada desde a fase do projeto. Essas soluções devem ser implementadas na fase da construção e adotadas na fase de operação de uma edificação. Mesmo aquelas que não tiveram estudos sustentáveis durante a sua concepção, podem racionalizar o consumo de energia.

Na fase de projeto deve-se priorizar o uso da ventilação e iluminação natural, reduzindo a dependência dos sistemas de iluminação e climatização, a adoção de energias renováveis (solar, eólica e etc.), a opção por materiais com menores níveis de emissões e fornecedores que apresentem menores níveis de emissões na produção do material, além da utilização de mecanismos de controle do consumo. Na fase de uso existem outras ações como a substituição do sistema elétrico ou a gás por energia solar, a utilização de equipamentos eletrônicos, lâmpadas mais eficientes e que sejam menos agressivos à camada de ozônio (ABREU, 2011).

A utilização de novas soluções passa a ser fundamental no discurso e nas expectativas da arquitetura sustentável. Em relação a questão da energia, passa a ser vista como uma nova condicionante de projeto onde existe um novo problema entre o clima, o edifício e o consumo de energia. Porém, a incorporação posta a esse problema na abordagem da arquitetura sustentável europeia se torna pragmática, pois não pretende prescindir das soluções ativas, ou seja, dos sistemas mecânicos de iluminação e climatização, e sim, a utilizar uma solução que seja equilibrada dentro das limitações orçamentárias e programáticas, no contexto do uso das tecnologias disponíveis vigentes.

Com isso, sempre haverá primeiro a abordagem de soluções passivas onde a hierarquia de prioridade será aumentar a eficiência energética da edificação e depois tirar proveito das soluções ativas que se fizerem necessárias, além de promover o uso de fontes renováveis por meio da microgeração de eletricidade e calor à escala de consumo do edifício (FONTOURA, 2007). As fontes passivas são soluções diretamente ligadas ao desenvolvimento de projeto que melhoram a qualidade de conforto do ambiente construído.

4.1.1 Fontes passivas

A definição de sistema passivo de climatização é todo o processo de arrefecimento ou aquecimento de espaços interiores em edificações que não represente consumo energético. Estes sistemas baseiam-se em princípios físicos, tomando especial atenção às propriedades térmicas dos materiais utilizados.

A radiação térmica de onda curta incidente na zona vem da radiação solar que entra pelos vidros e da radiação emitida pelas fontes internas, como a iluminação. A radiação térmica de onda longa emitida e absorvida vem de fontes de radiação térmica, tais como as superfícies da zona, equipamentos e pessoas. A condução térmica dá-se entre dois elementos em contato físico ou entre diferentes zonas de um mesmo elemento. Consiste na condução de calor por transferência de energia cinética das moléculas com temperatura mais elevada para as com temperatura mais baixa. Este processo dá-se em meios sólidos e não implica o transporte de matéria para que se processem as trocas térmicas (CAROTENUTO, 2009). A convecção é um processo de transporte de energia pela ação combinada da condução de calor, armazenamento de energia e movimento de mistura (OLIVEIRA; SALUM, et al., 2006).

As soluções passivas de aquecimento são subdivididas pelo ganho direto, indireto e pelo ganho separado. Os ganhos diretos são aqueles que proporcionam um conjunto de opções construtivas que permitem o aquecimento dos espaços interiores por incidência direta da radiação solar, como o uso de vidros duplos na fachada dificultando a troca de calor e empenas cegas utilizando materiais que segurem o calor da incidência dos raios solares.

Os ganhos indiretos são os que o calor é acumulado em elementos construtivos com boa inércia térmica, sendo depois libertado para os espaços a aquecer por radiação térmica ou por criação de correntes de convecção térmica, tendo como exemplo as paredes de trombe, as paredes e coberturas de água, os pavimentos de armazenamento térmico, coberturas verdes e jardins verticais (PEREIRA, 2013). Já o ganho separado está na utilização de estufas e na criação de sistemas de termo sifão (ROCHETA; FARINHA, 2007).

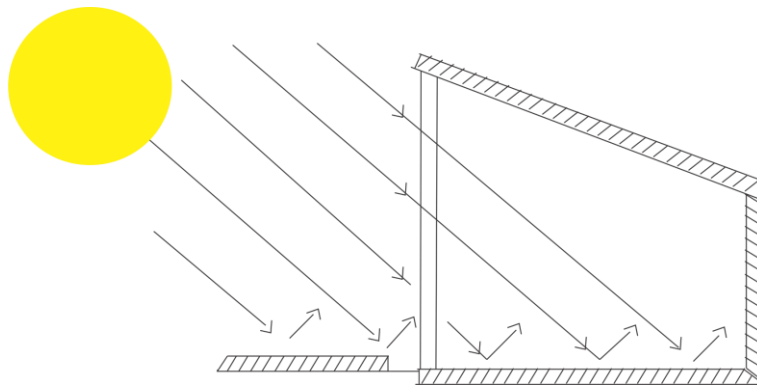
No caso das soluções passivas de arrefecimento (resfriamento), existem várias formas de como evitar ganhos solares em excesso que provocam o aumento exagerado da temperatura interior. Essas soluções devem ser planejadas no desenvolvimento do projeto, com atenção especial às fachadas onde haverá grande incidência solar, procurando minimizar as aberturas, áreas envidraçadas e os materiais de conversão. Deve-se usar sistema de

sombreamentos pelo lado exterior da edificação, utilização de cores claras nas fachadas do edifício que promovam a refração da radiação solar, telhados verdes e jardins verticais. (PEREIRA, 2013). Essas soluções, serão exploradas a seguir:

Armazenamento térmico em pavimentos

A forma de armazenamento térmico através da pavimentação se dá através de materiais capazes de acumular calor, colocando elementos como pedras, água, dentre outros, debaixo do pavimento do ambiente que se deseja climatizar. Esse processo é mais utilizado para aquecer ambiente. Porém é necessário a incorporação de um sistema de captação solar, que ao incidir nesse conjunto, faz com que o material de absorção passe por uma conversão de calor natural. (figura 16). O armazenamento térmico é utilizado em cidades e países com baixa temperatura.

Figura 16 - Armazenamento térmico



Fonte: Própria (2016).

A liberação de calor por este sistema é mais lenta e gradual em termos de oscilação da temperatura (PEREIRA, 2013).

Paredes de Trombe

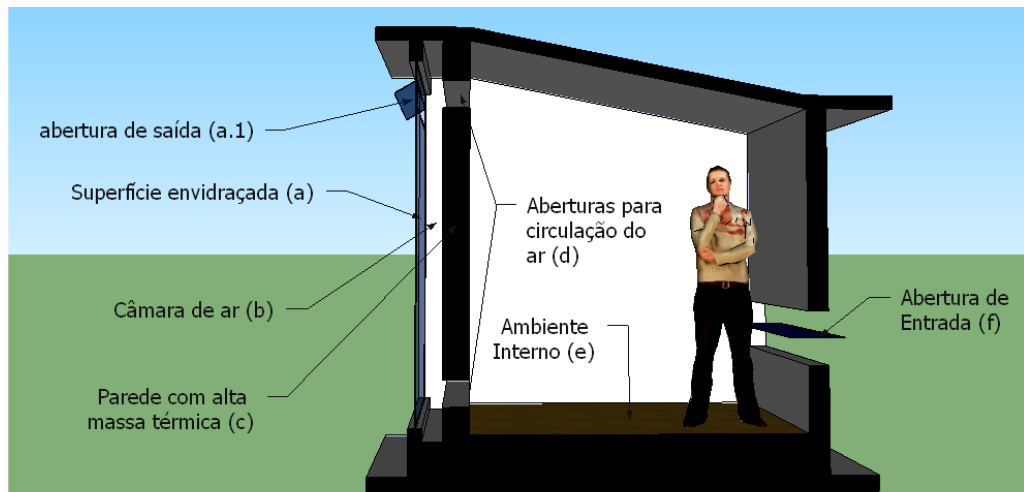
Na arquitetura, a aplicação das paredes de trombe é relativamente simples. Sua estética não atrapalha na volumetria de uma edificação, já que externamente ela aparenta ser uma fachada de vidro e internamente uma parede comum. Funciona como uma pequena estufa no período quente. Durante a noite ela aproveita o calor que acumula durante o dia (CAVALCANTE, 2013).

Para Pereira (2013), as paredes de trombe são constituídas por uma parede interior de material com boa inércia térmica, como pedra, betão ou terra compacta, uma superfície

exterior envidraçada e uma caixa-de-ar com cerca de 5 a 20 cm, existindo duas variantes deste sistema, as ventiladas e as não ventiladas.

Na figura 17 é possível observar que a superfície envidraçada (a) normalmente tem espessura entre 02 e 06 milímetros, se tornando responsável em promover o efeito estufa na câmara de ar (b) que fica entre o vidro e a parede interna com alta massa térmica (c).

Figura 17 - Corte esquemático Parede Trombe



Fonte: Cavalcante (2013).

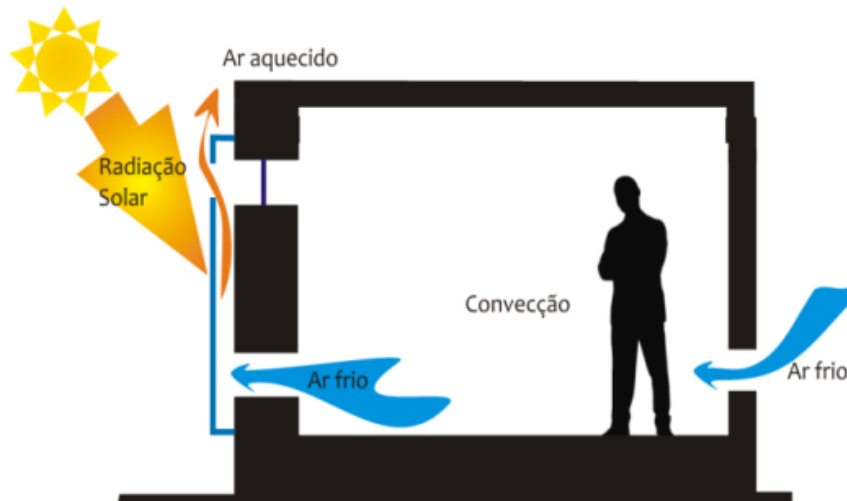
Esta parede usualmente tem alta absorção térmica, de modo a otimizar o acúmulo de calor na câmara de ar e conseqüentemente gerar o aquecimento do ar na região do componente analisado. Esta parede apresenta duas aberturas para circulação do ar (d), sendo uma abertura inferior para entrada do ar frio que vai ser aquecido na câmara de ar devido ao efeito estufa e outra superior para passagem do ar aquecido para o ambiente interno (e) que será ocupado pelos usuários.

O ambiente interno apresenta uma abertura para entrada do ar (f) na face oposta à face onde localiza-se a parede de trombe, permitindo a renovação de ar neste espaço e promovendo a remoção do ar aquecido nos momentos em que este procedimento se faz necessário. A superfície envidraçada também pode apresentar uma abertura em sua região superior (a.1) para exaustão do ar aquecido, possibilitando tomar partido da ventilação natural nos meses mais quentes do ano (CAVALCANTE, 2013).

Nas regiões quentes a parede de trombe é utilizada para promover a ventilação. A parede com alta massa térmica deve ter apenas a abertura inferior permitindo a circulação do ar. A abertura de saída localizada na superfície envidraçada deve também possibilitar a

passagem do ar como na figura 18. O ar frio do exterior entra pela parede oposta da de trombe e o ar interior (quente), sai pelo lado da parede onde está instalado o sistema (SHEN; LASSUE, et al., 2007).

Figura 18 - Sistema de funcionamento para regiões quentes



Fonte: Cavalcante (2013).

Este dispositivo pode, ainda, estar integrado às células fotovoltaicas, otimizando sua eficiência e oferecendo mais uma potencialidade para o uso das paredes de trombe, pois sabe-se que cerca de 80% da energia absorvida por estas peças não são transformadas em energia elétrica e sim em calor (PEREIRA, 2013).

Coberturas verdes

A Cobertura verde, ou telhado verde como mostra a figura 19, vem sendo uma alternativa para minimizar os fatores do desconforto climático nas cidades mais quentes.

Figura 19 - Cobertura verde em edificação



Fonte: Naturemed (2016).

A impermeabilização do solo urbano, os automóveis, os aparelhos de refrigeração e os materiais de construção que compõe a malha urbana são responsáveis em refletir o calor emanado pelo sol, numa atmosfera desprotegida de sua camada de ozônio.

Além disso existe a inércia térmica acumulada nesses materiais, principalmente nas coberturas das construções. Para reduzir esse aquecimento, vem sendo estudado uma alternativa conhecida pelos nossos ancestrais: as soluções que utilizam jardins e gramados em substituição às tradicionais coberturas de telhas, lajes, dentre outras, que tradicionalmente protegem uma edificação. Essa técnica vem sendo abordada timidamente, em algumas experiências esparsas, porém com grande impacto conceitual. Elas permitem o isolamento térmico através das camadas de vegetais, fazendo com que os ambientes internos se tornem mais agradáveis devido a diminuição da reflexão e absorção de calor nas coberturas, baixando a temperatura emanada ao espaço envoltório. Os vegetais garantem também elementos que absorvem o gás carbônico resultante da combustão dos veículos que circulam na cidade, colaborando com a redução do efeito estufa (FERREIRA, 2007).

Além da utilização para a redução do calor, o telhado verde também é utilizado para a captação de águas pluviais. Segundo Silva (2011), o aproveitamento da água da chuva associado à cobertura verde, consiste na coleta da água pluvial através de calhas e condutores, sendo induzida a um reservatório de acumulação. Com o sistema de condução, a água dos chuveiros e das pias é filtrada e armazenada num reservatório, sendo bombeada até o telhado verde para a rega das plantas onde é novamente filtrada através da camada do substrato, areia e brita, e redirecionada para outro reservatório que será reutilizado nas descargas. Independentemente do tipo, os sistemas empregados em coberturas verdes podem variar bastante. A figura 20, apresenta um tipo de detalhamento das camadas.

Figura 20 - Camadas de uma cobertura verde



Fonte: Sociedade Verde (2012).

Em uma aplicação típica, a montagem de um telhado verde pode ser feita diretamente sobre uma laje, aplicando-se todas as camadas na sequência listada abaixo (SILVA, 2011):

- a) Camada Impermeabilizante – sua função é de proteger a laje contra infiltrações. Existem diversos materiais para impermeabilizar a estrutura como betuminosos e sintéticos.
- b) Camada de drenagem – serve como filtro na separação de poluentes e também para dar vazão ao excesso da água da chuva. Esta camada tem espessura de 7 a 10 cm e pode ser constituída de brita, seixos e argila expandida.
- c) Camada filtrante – retêm partículas que seriam levadas pela água da chuva.
- d) Solo e Substrato – para telhados verdes onde haverá pisoteio e uso intenso, existe no mercado uma tecnologia onde todos os componentes estruturais (drenagem, filtro e reservatório) estão numa mesma peça com encaixe lateral, onde o substrato é leve e há um adequado desenvolvimento radicular.
- e) Membrana de proteção contra raízes – evita o crescimento das raízes que seriam danosas para o sistema.
- f) Vegetação – a escolha da vegetação depende do clima local, das plantas regionais e vai depender de quanto a estrutura da edificação pode receber de carga e do objetivo do telhado. Esteticamente, um jardim bonito deve conter plantas ornamentais, hortaliças e grama, além de seixos, cascas de árvores, entre outros, para compor o jardim tornando o ambiente confortável.

A cobertura verde pode ser extensiva, como exemplificado na figura 21. Observa-se que quase não há variedade, e sistematicamente usa-se grama por causa da manutenção baixa, da durabilidade, da simplicidade e da resistência, além de implicar em baixo custo de manutenção e de menor sobrecarga sobre a estrutura das edificações.

Figura 21 - Cobertura extensiva - Vancouver Convenio Centre



Fonte: Lecycpicolli (2013).

Esse tipo de cobertura é mais indicado para grandes áreas em que a vegetação se desenvolve espontaneamente. Coberturas verdes extensivas utilizam-se de uma pequena camada de substrato, desta forma não suportam plantio mais adensado, transferindo menos carga para a estrutura. Sendo assim, os custos são menores do que o telhado verde intensivo (ARQUITETURA SUSTENTÁVEL, 2013).

Já a intensiva, observada na figura 22, precisam de uma estrutura que comportem maior capacidade de carga, conforme a Associação Internacional Telhado Verde (2011), por comportarem plantas de nível médio a grande. Sendo assim, necessitam de uma camada de solo que varia entre 15 a 40 cm e carga prevista que varia entre 180 Kg/m² a 500 Kg/m².

Figura 22 - Cobertura intensiva Namba Parks



Fonte: Lecycpicolli (2013).

A vegetação varia desde pequenas plantas a árvores frutíferas e a manutenção exige cuidados específicos, similares aos empregados num jardim comum. Neste tipo de vegetação,

o telhado verde também protege a cobertura da radiação ultravioleta aumentando sua vida útil (SILVA, 2011).

4.1.1.1 Jardins Verticais

Os jardins verticais, também conhecidos como paredes verdes, são uma intervenção paisagística em paredes externas ou internas de edifícios, cobertas por vegetação através de técnicas especializadas.

A vegetação aplicada nas paredes, é uma opção para que uma edificação se torne menos agressiva ao meio ambiente. Por se tratar de um elemento natural, ela ameniza a radiação gerando benefícios ao local onde foi inserida, graças ao sombreamento dos galhos e das folhas, que através da fotossíntese ajudam a filtrar o ar. Além de permitir uma aproximação com a natureza, tornando o ambiente mais agradável (NUNES, 2014).

Segundo o Estadão (2014), além de trazer estética, o jardim vertical como mostra a figura 23 também é utilizado para melhorar o conforto térmico e acústico para uma edificação.

Figura 23 - Jardim vertical em Londres: fachadas de um hotel



Fonte: Carlos Smaniotto (2011).

O arquiteto e urbanista Fernando Durso Neves Caetano, afirma que o uso da vegetação para amenizar a sensação térmica é muito antigo. Segundo Caetano (2014), em dias quentes a temperatura interna de uma edificação que utiliza os jardins verticais, chega a apresentar uma redução de até seis graus Celsius, em relação ao ambiente sem a proteção dessa vegetação. E nos dias frios, ela reteve o calor em até três graus Celsius.

Essas afirmações foram testadas pelo arquiteto através de experimentos onde ele realizou comparações, em edifícios similares, instalados na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp. Um deles recebeu o sistema de muro vivo, enquanto o outro foi usado como controle nas medições, dispondo apenas de sua envoltória convencional de alvenaria. Nos dois ambientes, foram monitorados parâmetros de temperatura superficial, temperatura do ar interno e umidade relativa do ar interno. Os experimentos ocorreram durante os meses de verão, de outubro de 2013 a janeiro de 2014 (ANUNCIACÃO, 2014).

A grande vantagem no uso das paredes verdes não se restringe a redução e aumento da temperatura, mas em manter esta temperatura dentro de uma faixa de conforto para o ser humano, entre 18° e 25°C.

Para o arquiteto Caetano (2014), a grande concentração de edificações nos centros urbanos modifica o microclima da região. Os jardins verticais aplicados em locais aglomerados de prédios, além de ajudar no conforto térmico, diminui também os gastos com a energia e reduz o processo de desertificação causados nesses centros. Segundo o Estadão, (2014), o maior benefício é reduzir a temperatura do prédio e da rua, além de filtrar em torno de 60% os gases poluentes do entorno das edificações.

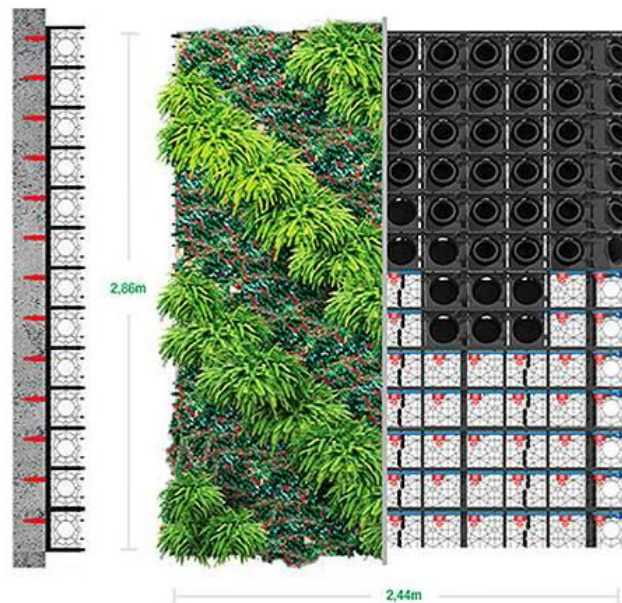
Os jardins verticais também funcionam como reguladores das ilhas de calor, pois são uma ferramenta eficiente para melhorar a qualidade do ar. A água das chuvas são absorvidas ou retraídas pelo substrato, as plantas aumentam a umidade do ar e agem como isolantes térmicos, impedindo que as paredes absorvam o calor, repassando-o para o ambiente interno. De acordo com Nunes (2014), as principais vantagens são:

- a) Isolamento térmico - ajuda a manter a temperatura interna no inverno e protege contra as altas temperaturas no verão;
- b) Redução de gastos energéticos - melhora a eficiência energética da edificação, devido a redução da temperatura no interior dos ambientes, reduzindo a necessidade de refrigeração;

- c) Redução de ruídos externos - a vegetação absorve e isola os ruídos.
- d) Proteção de fachadas - o seu uso ajuda a manter a vida útil da fachada, protegendo contra a chuva, poluição e radiação UV;
- e) Baixa manutenção - utilização de irrigação automatizada;
- f) Diminuição da poluição do ar e melhora a qualidade do ar;
- g) Ajuda a combater os efeitos de ilhas de calor nos centros urbano;
- h) Maior retenção das águas - reduz o acúmulo de água nas redes de esgoto, e ainda serve como um filtro para as águas;
- i) Embeleza e valoriza a cidade e contribui para o aumento da biodiversidade;
- j) Podem ser aplicadas de diversas formas nas edificações.

A princípio, a aplicação dos jardins verticais se dá através de treliças e suportes, normalmente de madeira ou cabo de aço inoxidável junto as paredes, como suporte para as plantas trepadeiras. Hoje, com as novas tecnologias e com a utilização de materiais recicláveis e industrializados, torna-se interessante do ponto de vista ecológico e possibilita a fixação em qualquer parede, tendo como exemplo um sistema composto de módulos apropriados para abrigar as plantas e com todo o material necessário para instalação da irrigação individual conforme a figura 24.

Figura 24 - Fixação do jardim nas paredes



Fonte: Nativa Paisagismo Ltda. (2015).

Além de facilitar no plantio de diversas espécies vegetais, cada planta, com sua cor, textura, vira um elemento compositivo. Sendo possível criar pontos, linhas, planos, ritmos e texturas, formando diferentes paisagens. Essas plantas ajudam a purificar o ar urbano, e, associadas aos micro-organismos ajudam a atuar como uma grande superfície de limpeza, os gases e as partículas poluentes são retiradas do ar e são lentamente decompostas e mineralizadas atuando como adubo.

4.2 SOLUÇÕES EM ENERGIAS RENOVÁVEIS PARA AS EDIFICAÇÕES

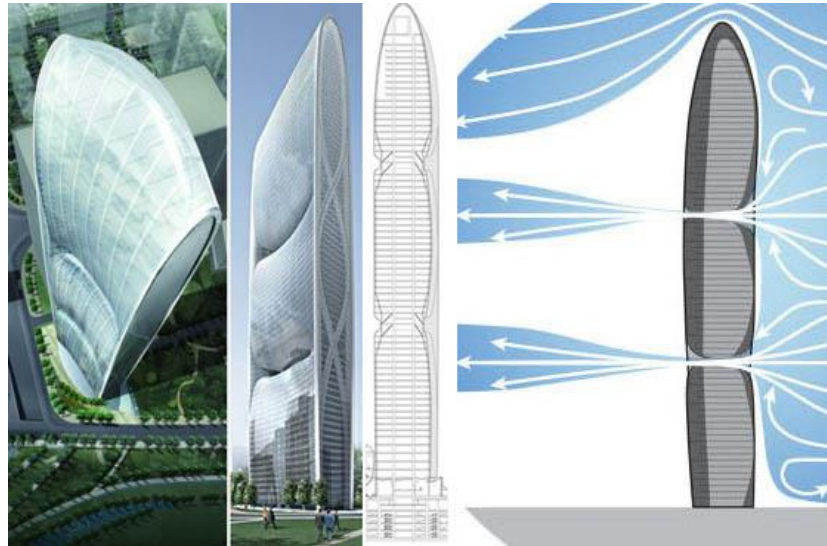
A utilização racional de energia, conhecida como Eficiência Energética, consiste em usar menos energia para fornecer a mesma quantidade de valor energético. Os equipamentos domésticos, de escritório, automóveis, a iluminação nas nossas ruas e até as centrais que produzem e distribuem a energia, consomem de alguma forma uma fonte de energia. O modelo de edificação exposto, dentro de uma viabilidade prática, pretende alcançar uma autonomia significativa em geração de energia com fontes alternativas. Essa abordagem requer uma metodologia cíclica de projeto chamado de "Arquitetura Eficiente", na qual, além dos conceitos de projeção arquitetônica usados, a energia terá a necessidade de suprir grande parte da própria demanda dos usuários. Tendo como alternativa o uso de diferentes tipos de fontes de geração, a implantação de soluções passivas e o uso da energia renovável serão elementos de grande importância nas edificações (AGUILAR; PINHO, *et al.*, 2007).

Os desenvolvimentos das novas tecnologias estão trazendo grandes benefícios para a eficiência energética, tanto na construção civil, como em outros setores, ainda que no Brasil essas tecnologias estejam sendo implantadas de forma lenta. A busca para o uso racional de energia em edifícios, bem como a diminuição do consumo dos usos finais de equipamentos eletrônicos, de iluminação e de aquecimento de água, junto com a incorporação de fontes renováveis de energia, será a melhor forma de minimizar os problemas relacionados a demanda de energia (QUINTÃO, 2013).

Com o receio de uma grande crise energética e apoio das políticas sustentáveis, o mundo já vem construindo edificações mais eficientes utilizando fontes “limpas” como alternativa. Um exemplo é o edifício Pearl River Tower, indicado na figura 25. Construído na China que, segundo Quintão (2013), incorporam novas tecnologias verdes de engenharia sustentável em 2,3 milhões de metros quadrados. Essa edificação, com 71 andares, tem o sítio

de área equivalente a 10.635 metros quadrados e o projeto da área de 214.100 metros quadrados.

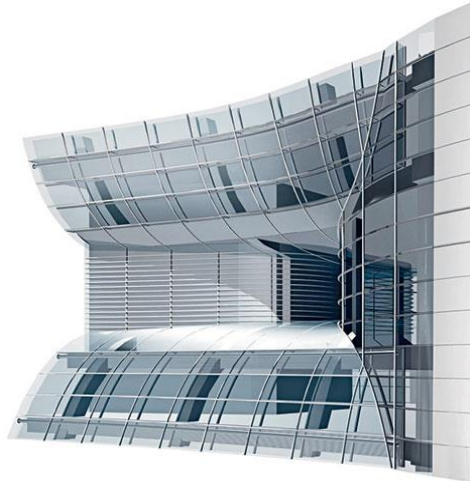
Figura 25 - Edifício Pearl River Tower



Fonte: Tettoeolico (2013).

A torre com 309,60 metros de altura tem um par de aberturas nos seus pisos mecânicos, onde passarão os ventos e empurrão as turbinas que geram energia para o corpo do edifício identificados nas figuras 26 e 27. O projeto contempla iniciativas como painéis solares que fornecem 10% de toda energia consumida no edifício e janelas com filtro invisível, que evitam a entrada do calor no verão e a sua saída no inverno (QUINTÃO, 2013).

Figura 27 - Detalhe da fachada Edifício Pearl River Tower



Fonte: Courtesy SOM (2014).

Figura 26 - Turbina eólica



Fonte: Tim Griffith (2014).

Assim como a edificação construída na China, podemos citar outros exemplos de construções existentes no mundo onde o foco foi a eficiência energética, utilizando a energia renovável como alternativa de redução do seu consumo.

Já os componentes fotovoltaicos para edificações estão sendo desenvolvidos por meios de pesquisas, com o surgimento de novos elementos que atendam o objetivo funcional e estético para que os prédios sejam cada vez mais energeticamente eficientes e sustentáveis.

Segundo Daraya (2012), a arquitetura sustentável está em grande expansão, baseado no surgimento constante de novas tecnologias. Fabricantes procuram unir funcionalidade e estética com uma frequência cada vez maior, o que se reflete no mercado de painéis solares. Assim, será possível contornar a rejeição do público aos painéis solares grandes e pesados, que acima de tudo prejudicavam a estética dos telhados.

O arquiteto e o engenheiro, hoje, têm uma maior flexibilidade no uso da energia solar, pois existe uma grande diversidade de modelos de placas, que podem ser adequadas até em

edificações já existentes. Com os novos tipos de módulos é possível prever uma redução, tanto nos custos para a fabricação, quanto no preço para o consumidor final.

Com os novos modelos e com tecnologias cada vez mais eficientes energeticamente, o seu uso passará a ser contínuo, permitindo acesso a todos e melhorando o desempenho energético de uma edificação. Atualmente, em uma edificação, as placas podem ser utilizadas como coberturas, pisos e até como elementos da fachada (brises, janelas, vedações).

A cobertura tem como função proteger as edificações das intempéries. Elas são consideradas ideais para a aplicação dos sistemas fotovoltaicos, pois normalmente são extensas, não estão sujeitas a sombras (só em grandes centros urbanos onde uma edificação pode sombrear outra) e a incidência do sol ocorre praticamente o dia todo. A aplicação é diferenciada a partir do tipo de cobertura, como nas figuras 28 e 29. Se for plana ou inclinada, no entanto, deverá ser feita uma análise prévia verificando o modelo ideal que terá melhor desempenho energético, e que fique harmônico com o volume da edificação.

Figura 29 - Cobertura do Parque de Estacionamento do Chão do Loureiro, Portugal



Fonte: Site Público (2014).

Figura 28 - Bairro Solar Schlierberg, Friburgo, Alemanha



Fonte: Energia Inteligente UFIF (2015).

Segundo a Equipe 44 arquitetura (2013), a cobertura é uma telha cerâmica normal à qual foram embutidas quatro células fotovoltaicas. A montagem é feita como a de qualquer outro telhado e a superfície “solar” é adaptável às necessidades do utilizador, já que o fabricante disponibiliza também o mesmo modelo em telhas “comuns” demonstrado na figura 30.

Figura 30 - Telha com a placa solar embutida



Fonte: Área Industrie (2014).

Para compor a fachada de uma edificação, módulos fotovoltaicos podem ser adicionados a paredes, existentes (empenas cegas), além da função da captação de energia, ela servirá também com uma barreira térmica em regiões quentes e com grande incidência de sol. As lâminas podem substituir os vidros ou o revestimento convencional. A depender do modelo utilizado podem ser fabricadas em diversos tamanhos e formas, de acordo com a necessidade de utilização na edificação. As espessuras das células fotovoltaicas são muito finas (filmes finos), ou apresentam ranhuras que permitem a visualização para o exterior. Uma opção são as células cristalinas semitransparentes indicados nas figuras 31 e 32.

Figura 32 - Prédio - Freiburg – Alemanha



Fonte: DW Dubai (2014).

Figura 31 - O Water Building Resort

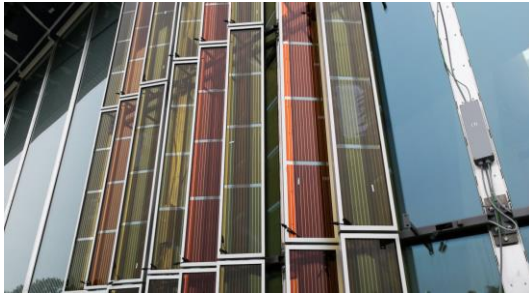


Fonte: Amacedo Filho (2014).

A utilização dessas células seja espaçada, onde haja um filete de luz atravessando entre os painéis dando visibilidade para os ambientes e iluminação natural para o ambiente interno, resultando em um sombreamento parcial. Além da inserção desses vidros como forma de brises conforme as figuras 33 e 34.

Figura 34 - Placa fotovoltaica sensibilizada com corante do novo edifício da EFPL

Figura 33 - Edifício Universidade de Potsdam, na Alemanha



Fonte: Eco Vila Resort (2015).



Fonte: Wiki Energia (2015).

Outros requisitos podem ser projetados e adaptados de acordo com cada partido arquitetônico, uma vez que os módulos fotovoltaicos de vidro aplicados na edificação da figura 35, serão parte integrante da composição da fachada, podendo ser coloridos inclusive, de acordo com a empresa OnyxSolar (2014). Porém, segundo a empresa, a tonalidade do vidro interfere na quantidade de absorção da energia, e a depender da cor pode causa perdas.

Figura 35 - Santa Monica Civic Center



Fonte: inhabitat (2014).

Hoje, a utilização das placas fotovoltaicas pode ser utilizada como o principal partido arquitetônico de uma edificação, compondo todo o seu volume, como é o exemplo do Museu Kunsthaus Graz, na Áustria da figura 36.

Figura 36 - Museu Kunsthaus Graz, Áustria



Fonte: Archdaily (2015).

4.3 NOVAS TECNOLOGIAS EM ENERGIAS RENOVÁVEIS

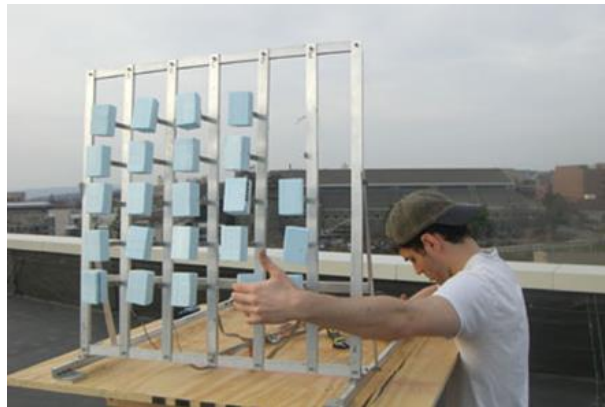
Alguns estudos estão sendo realizados, a fim de melhorar tanto a estética e o formato, para melhorar também tanto a eficiência de captação da energia solar e eólica, quanto a aplicação delas facilitando a composição de um projeto arquitetônico.

Para minimizar o ruído e melhorar a estética das turbinas tradicionais, estudantes criam um modelo que utiliza a vibração dos ventos para gerar energia. Segundo Judy (2010), novos estudos estão sendo realizados por um grupo de pesquisa, "Vibro-Wind", liderado por Frank Lua e o Professor Joseph Ford de Mecânica e Engenharia Aeroespacial, está trabalhando em um eficiente, método para converter as vibrações de energia eólica em eletricidade de baixo custo. Da mesma forma como os painéis solares enfeitam muitos telhados, os pesquisadores preveem edifícios equipados com painéis de vibro-wind que armazenam e convertem em energia até mesmo com uma suave brisa.

Segundo Lua (2010), a ciência básica envolve a extração de energia a partir de corpos induzidos a vibrar pela ação de fluxo de fluido e vórtices em torno de estruturas flexíveis. Deve considerar os efeitos do vento em várias estruturas flexíveis de interação, como centenas de pequenas vigas montadas a uma superfície. O vento excita até dezenas de milhares de pequenos elementos de vibração nos painéis ligados à estrutura, conforme visto na figura 37, sendo que a conversão da energia cinética em energia elétrica que poderá ser utilizada na operação do edifício. Existem duas etapas cruciais neste processo: uma é a conversão de energia eólica em vibração e a segunda é a conversão da energia cinética de vibração

mecânica em energia elétrica. A estimativa de produção de energia é comparável aos painéis solares e pode complementar os sistemas de painéis solares durante o período noturno, ou servir como uma alternativa aos painéis solares para aplicações em construções, especialmente em áreas urbanas. Além da geração noturna de energia em áreas urbanas, dispositivos de vibro-wind pode ser eficaz em ambientes de velocidade do vento tão baixo quanto 2-3 metros por segundo (m / s), abaixo da turbina rotativa de velocidades de 9-10m / s típicos de start-up. Assim, a tecnologia vibro-wind pode ter maior aplicabilidade do que os sistemas rotatórios em ambientes com pouco vento.

Figura 37 - Painel vibro-wind



Fonte: Zach Gould (2016).

Para a captação de energia solar, foi desenvolvida uma alternativa de captação da energia solar renovável, Rawlemon, que melhora em 70% a eficiência dos painéis fotovoltaicos convencionais. Foi projetada por André Broessel, um arquiteto alemão. Rawlemon é uma esfera acrílica cheia de água, que gera um efeito óptico de concentração e amplificação, como uma lupa, intensificando os raios solares em uma área concentrada de uma superfície. A água em seu interior, consegue ampliar a intensidade da luz solar em mais de 10.000 vezes, permitindo captar a energia solar, não só em dias de sol, mas também em dias nublados e durante a noite, como mostra a figura 38. Em dias nublados, pode captar 4 vezes mais energia solar do que um sistema convencional (PEREZ, 2016).

Figura 38 - Sistema Solar de bolas de Vidros



Fonte: hypeness (2015).

Pela própria geometria da esfera solar, grande parte da luz recebida no polo anterior é refletida e ampliada na parte posterior, o que, por sua vez, por um efeito de flexão, concentra os raios solares para o interior com sua intensificação posterior em uma determinada área de sua base. Justamente nesta zona se situam minúsculos painéis solares para capturar a chegada desse raio de luz magnificado. Os pequenos painéis fotovoltaicos situam-se logo abaixo da bola, e são atingidos pelos raios ampliados. É uma lente esférica que refrata a luz em um poderoso raio concentrado demonstrado na figura 39 (MUNSEY, 2014).

Figura 39 - Esquema de funcionamento



Fonte: Blogthinkbig (2014).

Além de aumentar o desempenho solar, Rawlemon pretende lançar-se como elemento estético a ser explorado por usuários, designers, arquitetos e construtores, como o protótipo demonstrado na figura 40.

Figura 40 - Maquete Rawlemon



Fonte: Via Rawlemon (2015).

A pesquisa para o desenvolvimento de novas tecnologias é importante para aumentar as possibilidades de uso em edificações novas e principalmente para a adaptação desses sistemas renováveis nas construções existentes. Com novas soluções e materiais proporcionará uma redução dos custos, tornando o acesso viável para os consumidores.

5 INCENTIVOS À PROJETOS DE EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

5.1 AVALIAÇÃO DA LEGISLAÇÃO ATUAL E DOS MODELOS INTERNACIONAIS PARA A ECONOMIA DE ENERGIA EM EDIFICAÇÕES, NA CIDADE DE SALVADOR

Este capítulo apresenta as legislações, normas, regulações e incentivos envolvendo as principais energias renováveis voltadas para edificações. Diante do cenário econômico internacional, na busca por ampliar a participação na matriz energética, e em substituição da utilização dos combustíveis fósseis, a energia renovável passou a ser amplamente disseminada no mercado de todo o mundo, tendo como objetivo principal, reduzir as emissões de gases poluentes na atmosfera além da necessidade de aumentar a oferta para atender a crescente demanda.

O número de países com metas ou políticas de incentivo à geração de energia, por meio de fontes renováveis, mais do que duplicou entre 2005 e o início de 2011, aumentando de 55 para 118 nações (REN21, 2011). Nos países europeus é notória a preocupação com o meio ambiente, poluição da atmosfera e aquecimento global em função do desenvolvimento econômico, pois, há uma preocupação quanto a criação de normas, leis e certificações, que através de incentivos, sejam fiscais ou não, fazem com que todos contribuam para a redução do consumo de energia.

São incentivos para grandes e pequenas empresas, para o setor industrial, comercial e residencial. Há uma preocupação com as novas edificações, contribuindo para a implantação de soluções em energias renováveis e incentivando o uso de novas tecnologias. Segundo Bertoi (2012), incentivos fiscais tem como principal foco a redução de custos, que no caso da energia renovável é relativo a operação e manutenção dos sistemas que a utilizam, estabelecendo uma competitividade relativa frente às fontes convencionais.

Os principais são: subsídios financeiros para cobrir parte dos custos de investimento; inserção ou redução de tributos fiscais em particular, aplicáveis à compra ou produção de tecnologias; estímulos à pesquisa e produção dessas tecnologias; disponibilidade do capital necessário na implantação de projetos; apoio financeiro para o desenvolvimento de infraestrutura; e auxílio para contratos de construção e operação de unidades gerados em energia renováveis.

Além dos incentivos, mas com a mesma importância, existem as regulações. Ambos são os principais mecanismos para promover o sistema de preço e de quotas para as energias renováveis. Existem também alguns instrumentos de regulação: são os certificados comercializáveis de energias renováveis (Tradable Renewable Energy Certificate-REC), Netmetering e os “obrigatórios”. Mas um dos principais programas de incentivo às tecnologias renováveis conectadas às redes na Europa e o mais difundido é o feed-in tariff (FIT), onde garante um percentual mínimo de venda da energia produzida ou da capacidade instalada (EIA, 2013).

Esses certificados estabelecem para cada kWh ou MWh produzido a emissão de um “certificado verde” ao produtor e pode ser comercializável no mercado de energia. Um exemplo é a política obrigatória em alguns países onde a frota de veículos utilizados por escritórios públicos seja abastecida apenas com biocombustível. Para o incentivo à microgeração distribuída que utilize fontes de energia renováveis na geração de eletricidade, os principais mecanismos são a tarifa FIT e o Netmetering (BERTOI, 2012).

As tarifas FIT, são taxas pagas pelas concessionárias aos consumidores que possuem geradores distribuídos dos tipos determinados pelo país em que a energia é gerada. Permite que toda a energia gerada, através da utilização de fontes renováveis como fontes primárias e injetada na rede de distribuição, seja remunerada por um valor fixo durante um período de tempo suficiente para tornar o investimento atrativo. O pagamento geralmente é administrado e efetuado pela distribuidora de energia elétrica, que por sua vez, repassa e dilui o custo entre todos os consumidores (ELECTRIC, 2014).

O modelo segue três premissas básicas: Garantia de acesso à rede, contratos longos de compra da energia gerada e preços baseados no custo de produção acrescentado de um valor que permita uma margem de atratividade ao investidor. A aplicação desse sistema pode ser feita por iniciativa governamental ou pela própria distribuidora.

O Net metering, “é um sistema de compensação de energia cujo o faturamento da unidade geradora conectada à rede é a diferença entre a quantidade de energia consumida e a quantidade gerada”. Na forma simplificada, que é a mais adotada, não há armazenamento de energia gerada e a medição líquida da energia, indica três situações: a quantidade de energia consumida é maior que a quantidade de energia gerada, a diferença é injetada na rede da

distribuidora e gera créditos para compensação na fatura de energia elétrica em meses subsequentes (BERTOI, 2012).

Quando as quantidades de ambas são iguais, não há faturamento na unidade geradora conectada à rede, apenas o pagamento de um valor mínimo, estipulado em regulamentação específica. E quando a quantidade de energia consumida é menor que a energia renovável produzida, a diferença é injetada na rede da distribuidora e gera créditos para a compensação de energia elétrica nos meses subsequentes (BERTOI, 2012). O consumidor poderá utilizar a energia armazenada nos períodos em que o seu sistema FV não está a produzir energia suficiente para compensar as necessidades energéticas da sua instalação - por exemplo, durante a noite (ALVES, 2014).

Este sistema está implantado em pelo menos 14 países, incluindo Itália, Japão e em quase todos os estados dos Estados Unidos da América (REN21, 2011).

Conforme Quadro 1, considerando que cada país tem suas próprias diretrizes, as principais políticas de incentivo para a promoção das fontes renováveis de energia em alguns países são:

Quadro 1 - Políticas de incentivos a fontes renováveis de energia em alguns países

Mecanismos de incentivo	Brasil	Alemanha	Itália	Portugal	Japão
Tarifa FIT		X	X	X	X
Quotas para fontes renováveis			X		X
Subsídios de capital		X	X	X	X
Investimentos, créditos fiscais	X	X	X	X	X
Redução de impostos		X	X	X	X
Certificados de energia renovável			X		X
Netmetering		X	X		X
Empréstimos ou financiamento público	X	X	X	X	X
Leilões de energia	X			X	

Fonte: Elaborado de REN21 (2011).

- ALEMANHA

Na Alemanha definiram-se baixas taxas de juros sobre empréstimos e subsídios direcionados para a produção eficiente de energia. Os incentivos são para os novos edifícios de propriedade privada ou edifícios que se adaptarem ao novo conceito para a redução e economia da energia, usando as renováveis. Além das taxas de juros reduzidas, há também redução das taxas de empréstimos parcelados e subsídios diretos para a modernização dos edifícios

Tratando especificamente da energia solar, o país é líder nas soluções e no uso da tecnologia, com mais de 30% da capacidade solar fotovoltaica instalada no planeta. Em 1990, teve início o programa “1000 telhados solares” que levou a mais de 2200 instalações de SFCE (sistemas fotovoltaicos conectados à rede) com a potência individual entre 1 kWp e 5kWp e integrados às coberturas das edificações residenciais e comerciais. Esse programa procurou provar a viabilidade técnica da geração descentralizada, da aplicação da tarifa FIT e impulsionar o mercado fotovoltaico. Embora ele tenha sido aprovado em 1990, não foi suficiente para viabilizar o investimento. Em 1994 com o fim do programa “1000 telhados solares”, o mercado solar fotovoltaico continuou a ter uma expansão anual entre 4 MW e 12 MW, devido aos programas regionais de incentivos específicos (BERTOI, 2012).

Para facilitar o desenvolvimento sustentável de fornecimento de energia, principalmente em prol do clima e do meio ambiente, e para redução de custos com o fornecimento de energia renovável, incorporando efeitos a longo prazo e na promoção do desenvolvimento das tecnologias, em 2000, entrou em vigor a Lei da Energia por Fontes Renováveis (ErneuerbareEnergien-Gesetz - EEG), a qual concedia prioridade à produção de eletricidade por fontes renováveis na conexão e acesso à transmissão e distribuição da rede elétrica. Assim, os operadores de rede passaram a ser obrigados a dar prioridade à produção de eletricidade por fontes renováveis e a conectá-la à rede elétrica, inclusive sendo responsáveis por expandir a rede a fim de incorporar esse produto com segurança (GAVINO, 2011).

O EEG garante que a energia elétrica gerada pelas fontes à base de biogás, biomassa, geotérmica, eólica e radiação solar seja obrigatoriamente comprada pelas concessionárias por um período de 20 anos após a instalação. De janeiro de 2009 a janeiro de 2012, os valores da tarifa prêmio sofreram cortes de aproximadamente 50%. Em maio de 2012, o governo alemão

rejeitou a proposta aprovada pelo parlamento de acabar com a tarifa prêmio aos SFCR, mas indicou a possibilidade de redução da compra de 100% para 80% da energia gerada por SFCR de pequeno porte (WACKET, 2012).

Em 2014, entrou em vigor a lei chamada EEG 2.0 (Erneuerbare Energien Gesetz – Lei das Fontes de Energia Renováveis), para incentivar o uso de energias renováveis representando assim um forte ajuste na política energética alemã. Com um elevado custo estimado em um trilhão de Euros até 2030, a Energiewende - uma das empresas ameaçadas, principalmente pela forte expansão da energia solar que é fortemente subsidiada pelo esquema de tarifação Feed-in, garantindo a rentabilidade dos investimentos em renováveis durante 20 anos - passou por uma explosão tarifária. Em função desse quadro, as políticas energéticas que sustentam as mudanças da lei das fontes de energia renovável, se baseiam na compatibilidade ambiental e climática, segurança de suprimento e na acessibilidade em termos de preço. Ou seja, a expansão futura da infraestrutura de energia deve ser implementada levando-se em conta a eficiência de custos (BICALHO, 2014).

Diante dessas mudanças a EEG implicou em uma reforma substancial com traços marcantes na política energética. Segundo Bicalho (2014), a partir de uma análise preliminar, as mudanças das políticas energéticas alemã na tentativa de recuperar a transição dos sistemas energéticos foram:

- a) Redução do apoio às novas plantas e manutenção dos incentivos às já existentes;
- b) Redução de incentivo à todas as tecnologias ao longo do tempo;
- c) Os bônus garantidos como apoio às energias renováveis serão revisados e a maioria deles será simplesmente abolida;
- d) Privilégio verde dado à eletricidade gerada na Alemanha a partir de fontes renováveis, em prejuízo à eletricidade gerada fora do país, será abolido;
- e) Alinhamento às leis europeias;

- PORTUGAL

A política de incentivo à microgeração e regulamentos de conexão do sistema de microgeração ao sistema elétrico são bem definidos em Portugal. Em 2007 teve início o programa “Renováveis na Hora”, veio para estimular o investimento por parte dos cidadãos e

empresas. Visa diminuir a dependência nacional de combustíveis fósseis, a equilibrar a balança comercial e assegurar um futuro mais sustentável (PORTUGAL, 2009).

Essas são regulamentadas respectivamente pelo Decreto-Lei nº 363/2007, de 2 de novembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 118- A/2010, de 25 de outubro, e pelo Decreto-Lei nº 34/2011, de 8 de março. Para viabilizar a implantação da microgeração, Portugal adotou o sistema de tarifa FIT. Ele estipula dois regimes diferenciados de remuneração: RRG (regime remuneratório geral) e RRB (regime remuneratório bonificado). Os dois regimes visam que a totalidade de energia elétrica produzida venha a ser vendida a companhia distribuidora de energia elétrica e a potência de ligação é limitada a 50% da potência contratada.

Em 2008, houve uma baixa na tarifa de remuneração. O valor fixo era de 0,65 euros para cada kWh gerado no ano de ligação e nos cinco anos seguintes, enquanto que a tarifa vigente média paga à distribuidora de energia era de aproximadamente 0,1 euros por kWh consumido. Já em 2012 a tarifa passou a ser fixa em 0,326 euros para cada kWh gerados nos oito primeiros anos e de 0,185 euros nos sete anos seguintes (GONÇALVES, 2011).

Outras condições necessárias para acesso ao RRB ou ao RRG podem ser consultadas no Decreto-Lei nº 118-A/2010. Além das tarifas de remuneração, o microgerador de energia poderá deduzir 30% no IRS (Imposto de Renda Pessoa Singular) do montante gasto na compra de equipamentos novos a incorporar na unidade de microgeração. O valor máximo dedutível é de 777 euros e a receita inferior a 5000 euros, resultante da atividade de microgeração, fica excluído de tributação pelo IRS (BERTOI, 2012).

Segundo Leal (2011), o IRS trata de um rendimento recebido por pessoas singulares, parecido com o Imposto de Renda Pessoa Física (IRPF), recebido no Brasil. Além disso, o governo português aprovou em 2010 a “Estratégia Nacional para Energia 2020” (ENE2020), estipulando reduzir em 25% o saldo importador energético através do uso de fontes renováveis e destacando a necessidade de incentivar a geração descentralizada de eletricidade em baixa tensão.

Em 2015, Altera a portaria n.º 14/2015, de 23 de janeiro, “Renováveis na Hora”, que define o procedimento para apresentação de mera comunicação prévia de exploração das unidades de produção para autoconsumo, bem como para obtenção de um título de controle prévio no âmbito da produção para autoconsumo ou da pequena produção para injeção total

na rede elétrica de serviço público da energia elétrica produzida, e determina o montante das taxas previstas no Decreto-Lei n.º 153/2014, de 20 de outubro (RENOVAVEIS NA HORA, 2015).

A produção hídrica e eólica foram as maiores contribuidoras para a produção de eletricidade em Portugal em Fevereiro de 2016. Com as fortes chuvas e ventos a produção hídrica teve a maior contribuição para a produção de electricidade (42%), seguida da eólica (27%). Assim obteve uma exportação de energia elétrica (1.081 gigawatts hora (GWh)), o equivalente a cerca de 20% da produção nacional de electricidade (MENDES, 2016).

- REINO UNIDO

O sistema elétrico no Reino Unido é totalmente integrado apresentando um único regulador e um único operador do sistema, embora existam quatro empresas proprietárias das redes de transmissão. O mercado elétrico do Reino Unido se organiza nas atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização. A geração bem como a comercialização se apresentam em regime de livre mercado, enquanto a transmissão e a distribuição são atividades reguladas (CPFL, 2014). A atividade de geração é realizada por empresas privadas em regime de concorrência. Não existe um planejamento central da expansão uma vez que estas empresas investem na ampliação da capacidade segundo os sinais do mercado

Em abril de 2010 entrou em vigor um novo mecanismo de incentivo às fontes renováveis de energia, o Clean Energy Cashback (CEC), que é baseado no mecanismo feed-in tariff. O CEC atuará juntamente com o Renewable Obligations (RO), que continuará a ser o principal mecanismo de incentivo à geração renovável de eletricidade de grande porte no Reino Unido. O CEC incentiva a geração renovável de eletricidade de pequeno porte (potência inferior a 5 MW) e descentralizada por organizações, empresas, comunidades e indivíduos a partir da garantia de remuneração pela eletricidade de baixo carbono gerada (DEMBISKI, 2012). Os geradores renováveis recebem certificados de energia renovável por cada MWh gerado que, por sua vez, devem ser comprados pelos geradores tradicionais no mercado em uma proporção relacionada a sua energia gerada.

Em 2014, houve uma reforma no Mercado de Eletricidade, o mecanismo de incentivo RO, foi substituído por Contratos por Diferença Contracts for Difference (CFD). O Contrato por Diferença é um contrato de direito privado entre um gerador de eletricidade de baixo

carbono e a Low Contracts Carbon Company (LCCC), uma empresa de propriedade do governo. São realizados leilões de geração de fontes de baixo carbono, de modo a proporcionar o melhor custo da eletricidade para o consumidor, que irão originar tais contratos. Este tipo de contrato proporciona maior segurança e estabilidade das receitas para os produtores de eletricidade, reduzindo sua exposição aos preços de atacado voláteis, enquanto protege os consumidores de pagar os custos de subsídios mais altos quando os preços da eletricidade estão elevados (GOV.UK, 2015).

- ESPANHA

A opção de desenvolver energia renovável na Espanha foi impulsionada pelas diretivas europeias onde o principal motivo foi reduzir a dependência externa de recursos energéticos. As fontes renováveis experimentaram um forte desenvolvimento nos últimos anos. As fontes eólica e solar lideraram a expansão do parque de geração e atualmente representam, respectivamente, 21% e 6% da capacidade de geração. O sucesso na difusão implicou em custos elevados para a sociedade. Como as renováveis não eram competitivas em relação as energias fósseis, o Governo espanhol concedeu subsídios para promovê-las. Assim como nos demais países citados, foi utilizada a combinação da tarifa (feed-in); como incentivos e prêmios para fontes de regime especial, que contemplava as fontes eólica, solar, pequenas hidrelétricas (< 50MW), biomassa, resíduos e cogeração (LOSEKANN, 2015).

Segundo a Lei de Energia Elétrica (Lei 54/1997) as fontes renováveis de geração são consideradas como pertencentes ao regime especial, que se distingue do regime ordinário, onde estão compreendidos os geradores que vendem ao mercado. No regime especial os geradores podem escolher entre ter uma tarifa regulada estabelecida segundo as diferentes tecnologias, ou ter um prêmio sobre o preço de mercado. Neste caso, o valor do prêmio depende do tipo de tecnologia. O custo maior da geração com fontes renováveis é pago integralmente na tarifa do consumidor final. Adicionalmente, algumas novas tecnologias renováveis podem aceder a créditos especiais com taxas de juro reduzidas (CASTRO; RAMOS, *et al.*, 2015).

Até 2011 a Espanha foi o país que mais gastou para promover a difusão das renováveis, pois seus custos são muito mais elevados que o de outros países. Assim as tarifas (feed –in) foram definidas em patamares elevados. Em 2011, o apoio a renováveis implicava

em custo de 22 euros/MWh na Espanha, o dobro do valor alcançado na Alemanha (LOSEKANN, 2015).

Há uma controvérsia sobre as causas do déficit tarifário na Espanha, mas o custo de promover renováveis em um contexto de queda de demanda foi o fator mais representativo. O déficit tarifário surgiu como um desajuste pouco significativo entre receitas e custos reconhecidos pelo regulador das empresas de eletricidade da Espanha em 2000. Mas os custos também explodiram. Os subsídios à energia solar aumentaram de EUR190 milhões em 2007 para EUR3,5 bilhões em 2012 (um aumento de 18 vezes). O total de subsídios para todas as energias renováveis chegou a EUR8,1 bilhões em 2012. Mas à medida que a crise do euro chacoalhou as finanças espanholas, a reforma da energia renovável se tornou inevitável (OPINIÃO & NOTÍCIA, 2013).

Como as tarifas são definidas anualmente antes da realização dos custos, o valor foi subestimado e o governo espanhol determinou que cinco empresas (Hidrocarbônico, Endesa, EON, Iberdrola e Gas Natural Fenosa) realizassem aportes para compensar esses desajustes que, supostamente, deveriam ser recuperados com brevidade. É importante destacar que os déficits tarifários não significam que a tarifa ao consumidor final de eletricidade é baixa. Nos últimos dez anos, o preço final da eletricidade aos consumidores residenciais subiu fortemente na Espanha, em uma média de 7,7% ao ano (LOSEKANN, 2015).

O setor elétrico fez parte do conjunto de medidas do governo espanhol para lidar com a crise econômica, reduzindo o déficit público. Em 2012, foi decretada uma moratória para as fontes renováveis e o esquema de tarifas incentivadas (feed-in) foi eliminado. A opção escolhida foi por leilões para promoção de renováveis, a semelhança do que ocorre no Brasil. Os leilões competitivos tendem a resultar em decisões mais eficientes de localização e preços mais baixos.

Em 2014, o preço da eletricidade aos consumidores residências na Espanha foi o quarto mais elevado da União Europeia, 0,234 euros por kWh incluindo impostos e encargos. Esse valor é 15% mais elevado que a média da União Europeia. O Mercado Eléctrico Ibérico sofreu sérias alterações devido à aprovação, do Real Decreto 216/2014, que veio reconfigurar a estrutura dos preços voluntários para os pequenos consumidores ou consumidores de baixa tensão (com potência contratada até 10 kW). Este novo decreto obriga as concessionárias de energia cobrar ao consumidor o preço real da eletricidade, alterando a forma de cálculo do

preço e impõe a devolução do valor cobrado a mais no primeiro trimestre de 2014. Mas ao alterar o modelo, o Governo espanhol também alterou a ponderação da parte fixa da fatura, que sofreu um aumento de cerca de 20%, assim como a potência variável, que depende do consumo elétrico, mas a qual, neste caso, conheceu uma diminuição de 17%. Esta alteração penaliza os que consomem menos: foi estimado um aumento de 2,3% para a maioria dos consumidores (DAEDE, 2014). É preciso destacar que os dois países com maiores tarifas de eletricidade, Alemanha e Dinamarca, detêm um padrão de vida mais elevado que o da Espanha.

Em abril de 2015, o Ministério da Indústria, Energia e Turismo da Espanha propôs a realização de um leilão para agregar ao sistema 500 MW de energia eólica e 200 MW de biomassa, que seria a primeira medida de incentivos às renováveis após a moratória. Segundo a Comissão Nacional dos Mercados e de Concorrência, que é responsável por aprovar os leilões, o preço de partida considerado para o leilão dos parques eólicos é adequado para a potencialização de parques existentes, mas não é suficiente para remunerar os parques novos. Para a biomassa, o regulador apontou que a quantidade considerada é excessiva, pois representa 40% do parque atual (EUROPAPRESS, 2015).

Outra medida que está em implementação é o novo esquema de cobrança dos consumidores finais. A partir de 1º de julho de 2015, os consumidores residenciais espanhóis puderam optar por um sistema de cobrança por horário, com preços diferenciados conforme o preço do mercado atacadista. As distribuidoras têm o prazo até outubro para disponibilizar o novo mecanismo. Os consumidores têm de contar com medidores digitais para optar pelo Preço Voluntário ao Pequeno Consumidor (PVPC). O objetivo do novo sistema de precificação é motivar o comportamento mais eficiente dos consumidores finais de pequeno porte, deslocando o consumo das horas de maior demanda (LOSEKANN, 2015).

No entanto, o sistema elétrico espanhol está longe de resolver seus problemas. A aposta de pioneirismo na difusão de fontes renováveis se mostrou insustentável. Um dilema atual é como lidar com os produtores de equipamentos eólicos. É difícil sustentar a competitividade internacional se, internamente, o segmento está estagnado. Tão pouco, é razoável ampliar a participação de renováveis na matriz de geração, quando a demanda de eletricidade não cresce e a sobre-capacidade é excessiva.

- FRANÇA

De acordo com Bracier (2014), a França criou um pacote de empréstimos de baixo custo e de incentivos fiscais para melhorar o isolamento térmico e aumentar o investimento em energia renovável em edifícios, que deverá fornecer uma média de 40% da eletricidade no seu país até 2030. A ministra de Energia e Meio Ambiente, e o ministro das Finanças, em entrevista coletiva, relataram que o Estado irá contribuir financeiramente para os cidadãos, empresas e projetos das autoridades locais com um valor de 5 Bilhões de euros de crédito. A energia renovável atualmente é responsável por 14% da eletricidade do país.

A partir de um certificado obtido das autoridades competentes que garante que a origem da energia é renovável, os geradores podem aceder ao esquema de FIT. O valor da FIT nos contratos entre os geradores e os operadores da rede de distribuição tem como base tarifas estabelecidas pelo Estado para cada tecnologia. O valor adicional decorrente destes acordos é repassado integralmente ao consumidor final pelo distribuidor. Por outro lado, os consumidores residenciais que instalarem fontes de geração renovável (painéis solares) têm direito a descontos no imposto sobre a renda (CASTRO; RAMOS, *et al.*, 2015).

Por mais que a França promova melhorias para as alternativas das fontes renováveis, ela fica atrás de alguns países como é o caso da Alemanha, Espanha e Itália. A França ainda depende do uso das fontes nucleares e conta com apenas 4 gigawatts provenientes da energia solar, contra 40 gigawatts produzidos pela Alemanha através de painéis fotovoltaicos.

Ainda no continente europeu, existem as Diretrizes Europeias de Desempenho em Edificações (EPBD, na sigla em inglês) que impõem uma série de obrigações para os países-membros da União Europeia, com a intenção de melhorar o desempenho setorial em edificações. Dentre essas, há a necessidade de desenvolver etiquetas públicas de desempenho energético para edificações, baseadas em energia primária. Todos os países-membros estão desenvolvendo formas próprias de atender a esta norma; estudos recentes mostram que o custo para etiquetagem energética varia entre €30 e €900 por residência, dependendo do nível de detalhe exigido pela certificação utilizada (CBCS, 2014).

A França, país suprido em mais de 80% a partir de energia nuclear, viu o seu parlamento aprovar leis que obrigam novos edifícios comerciais a terem telhados pelo menos parcialmente cobertos por painéis fotovoltaicos ou pelos "telhados verdes". Reduzindo assim o custo em climatização ou na geração própria de energia elétrica (ACKERMAN, 2015).

- CHINA

Enquanto a Europa se organiza para melhorar a sua colocação na matriz energética, a China, atualmente, continua utilizando o carvão como um dos principais combustíveis para a geração de eletricidade (cerca de 66%). No entanto, a redução da poluição de ar, causada pela queima do carvão, passou a ser o foco das políticas públicas no país. Reconhece-se que o desenvolvimento da indústria residencial de energia renovável e a construção da sua capacidade de produção irá ajudá-los a atender as demandas de energia nas edificações, podendo gerar vantagens em um futuro mercado de exportação (XINHUA, 2015).

Oficialmente a eficiência energética por conservação é prioridade no país, na busca por reduzir o consumo de energia e por reduzir a demanda atual. Os setores têm priorizado o investimento nos projetos de desenvolvimento de energia, onde foi criada a Lei de 1997 de conversão de Energia, onde os projetos financiados pelo governo estão sendo selecionados através de um comparativo entre as soluções tecnológicas, econômicas, ambientais e nas validações dos mesmos. Outro exemplo foi em 2009: o programa pagamento por produção de energia solar FV oferece subsídio de US\$ 2,93/W de energia solar fotovoltaica gerada. O programa contempla instalações que possuam capacidade superior a 50 kW e tal subsídio reduzem cerca de 50% o custo de instalações de sistemas fotovoltaicos (FGV, 2013). Em 2010, a China ultrapassou os EUA, e tornou-se o país com a maior capacidade eólica instalada no mundo. Em 2012, sua capacidade já alcançava 75,3 GW, cerca de 26,5 % da capacidade mundial (BP, 2013).

A China é o maior mercado do mundo para a nova construção e novos padrões já estão em desenvolvimento desde 2005, com os critérios de projeto de energia nacional para edifícios residenciais. A proposta é a redução de 20% no total da intensidade energética, ou seja, o consumo de energia por unidade de PIB da economia. Além de ter o objetivo de reduzir a intensidade energética de 16% até 2015 (IEA, 2012).

A China, em 2013, alcançou uma capacidade total de 378 GW de produção de energia renovável, principalmente através de energia hidroelétrica e eólica. Embora o país continue com um elevado consumo de carvão, em 2014 foi líder mundial em energia eólica, energia solar fotovoltaica e tecnologia smart grid. A China gasta mais em desenvolvimento de energia renovável do que os EUA e a Europa juntos. A geração de energia a partir de turbinas eólicas alcançou em 2016, 25% do consumo do país. Ainda assim, infelizmente a China continua

construindo usinas eléctricas a carvão, mas elas são “top de linha”. No ano passado, o país anunciou que suas emissões de carbono provenientes da queima de carvão caiu 1% (RAMOS, 2016).

- ESTADOS UNIDOS

Para os Estados Unidos, as políticas de desempenho energético em edificações são inseridas em determinados municípios e estados. Entre eles destaca-se Nova York, que passou a requerer transparência e publicação de consumo energético de todos os prédios comerciais acima de 5.000m² no Greener, Greater Buildings Plan. A utilização da energia de origem fotovoltaica, tem como principal incentivo o fator financeiro, representado tanto pela obtenção de créditos em linhas especiais, quanto pela redução de impostos. Além de Nova York, Califórnia, Colorado, Maine e Wisconsin são os estados onde encontram-se as linhas de créditos de baixo juros e representam um apoio significativo na compra de um SFCR (Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede), uma vez que o investimento inicial necessário é uma das principais dificuldades para aumentar o uso da tecnologia de GD - Geração Distribuída (CBCS , 2014).

Em Nova York, as taxas caem em média 4% em relação aos empréstimos normais caso a aplicação do dinheiro seja direcionada para sistemas fotovoltaicos. Em Orlando os empréstimos podem chegar a US\$ 20.000,00 com taxas de 2 a 5,5% para períodos de 10 anos.

Existem dois modelos nos EUA em relação aos incentivos tributários. O primeiro é aplicado nos impostos sobre os edifícios de acordo com a instalação dos sistemas, podendo chegar até 20% dos gastos, sendo abatidos ao longo de 4 anos, como é o caso de Nova York, Oregon, Arizona, Maryland e Ohio. O outro modelo é a remoção dos encargos aplicados sobre os produtos alvo, reduzindo os custos finais dos mesmos (RIBEIRO, 2012).

O investimento do setor privado na indústria de energia renovável, cresceu de maneira significativa nos últimos anos, devido às reduções de custos na produção e na tecnologia, e graças às políticas de demanda nos mercados estaduais e de incentivo fiscais federais. Esses fatores contribuíram para o crescimento do setor da energia renovável, reduzindo ainda mais os custos da tecnologia. Desde de 2004, foram investidos mais de US\$ 300 bilhões, no mercado de energia limpa nos EUA (Parceria para o Financiamento da Energia Renovável), incluindo US\$ 35,6 bilhões (FACTBOOK, 2010). A geração de energia renovável também aumenta a segurança energética valendo-se dos recursos internos limpos para produzir mais

da energia consumida nos Estados Unidos. Os incentivos fiscais federais têm sido essenciais para o rápido crescimento da geração de eletricidade renovável nos EUA na última década.

- BRASIL

O Brasil vem, ao longo dos anos, criando alguns mecanismos e ações para melhorar o impacto causado pelo grande consumo e o desperdício de energia nas edificações. Políticas públicas para melhorar a eficiência energética vem sendo desenvolvidas para que as fontes renováveis sejam implantadas nas construções. O governo brasileiro precisa acelerar o uso da energia solar e de construções mais eficientes no país por meio de criação de subsídios, isenções fiscais e políticas de incentivo.

No Brasil, essas políticas ainda são defasadas, principalmente nos estados do norte e nordeste. Existem normas e decretos que incentivam a utilização da energia limpa em alguns estados como São Paulo, Rio Grande do Sul e Minas Gerais, onde há leis e incentivos visando aumentar o uso dessas tecnologias. Algumas edificações privadas utilizam as certificações como fontes de incentivos para a redução do consumo de energia durante a sua vida útil.

Segundo a EPE (2014), o futuro energético das edificações brasileiras refere-se aos equipamentos que farão parte das mesmas, incluindo a quantidade e o padrão do consumo desses equipamentos, influenciando alguns fatores como a renda per capita, a penetração de novas tecnologias mais eficientes, o padrão de consumo da população, entre outros. A longo prazo, estima-se que o nível médio de renda per capita atinja patamares da ordem de US\$ 36 mil/habitante/ano, compatível com a média dos países da OCDE. A perspectiva de expansão é crescente em relação a quantidade de moradias, visando atender o crescimento populacional do país, além da expansão das atividades nos setores de comércio e serviços. Atualmente, as edificações somam aproximadamente 63 milhões de domicílios e estima-se que nos próximos dez anos sejam construídos 13 milhões de novos edifícios. Com isso, sinaliza-se a perspectiva substancial de um crescimento da demanda de energia por parte dos consumidores a longo prazo. Com esse crescimento da demanda e com a escassez de água nos reservatórios, a preocupação com a oferta e o custo para os consumidores passam a ser um sinal de alerta para o setor de energia, e com tendência a inserção das edificações sustentáveis, surgiram alguns incentivos por parte do governo.

Segundo a Cartilha de Eficiência Energética de Minas Gerais (SENGE-MG, 2015), os procedimentos de Comercialização de Energia Elétrica são aprovados e estruturados pelo

órgão regulador brasileiro, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), e aplicados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), cuja a função é contabilizar os montantes de energia elétrica comercializados, considerando eventos, requisitos e prazos.

A configuração para a compensação de energia se dá através dos agentes de geração de energia elétrica. São classificados como concessionárias de serviços públicos de geração produtores independentes de energia ou autoprodutores. Esses podem vender energia elétrica tanto para as distribuidoras como para os consumidores livres ou especiais, ou até mesmo para outros vendedores, que é o caso das comercializadoras de energia elétrica (BARBOSA; FERNANDEZ; GONÇALVES, 2016).

O serviço público de geração de energia elétrica refere-se ao aproveitamento hidráulico, de potência superior a 1000 kW ou a implantação de usinas termelétricas de potência superior a 5000 kW. Trata-se das concessionárias estabelecidas no território nacional (SENGE-MG, 2015).

As figuras dos Autoprodutores, e dos Produtores Independentes de Energia (PIE), foram criadas pelo decreto 2.003/96, para possibilitar que as empresas privadas também produzam e comercializem a energia elétrica, incentivando dessa forma os investimentos em geração de energia. A PIE é uma pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebem a concessão ou autorização para geração de energia elétrica, por sua conta e risco, com livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição, mediante o pagamento dos custos dos transportes. Na prática, o PIE é responsável pelo fornecimento de energia para áreas isoladas e sem interligação com o SIN – Sistema Interligado Nacional. Atualmente o SIN é responsável por cerca de 90% de toda a demanda de energia elétrica consumida no Brasil. É esse sistema que faz a conexão entre as geradoras e distribuidoras de energia. Nos 10% restantes, que envolve principalmente áreas da região norte do país, a energia é fornecida por meio do PIE (TECNOGERA, 2016).

Essa energia pode ser comercializada com a concessionária ou o permissionário de serviço público, consumidores de energia elétrica industriais ou comerciais, aos quais fornecem vapor ou outro insumo oriundo de processos de co-geração e o conjunto de consumidores de energia elétrica. Todos devem ter essas condições ajustadas previamente com o concessionário de distribuição local, com os consumidores livres ou ainda qualquer consumidor que demonstre poder concedente caso não venha o concessionário local,

assegurando o fornecimento no prazo estabelecido pela norma. Já os autoprodutores, são pessoas físicas, jurídicas ou empresas em consórcio, que recebem autorização para produzir energia e destiná-la ao seu uso exclusivo (SENGE-MG, 2015).

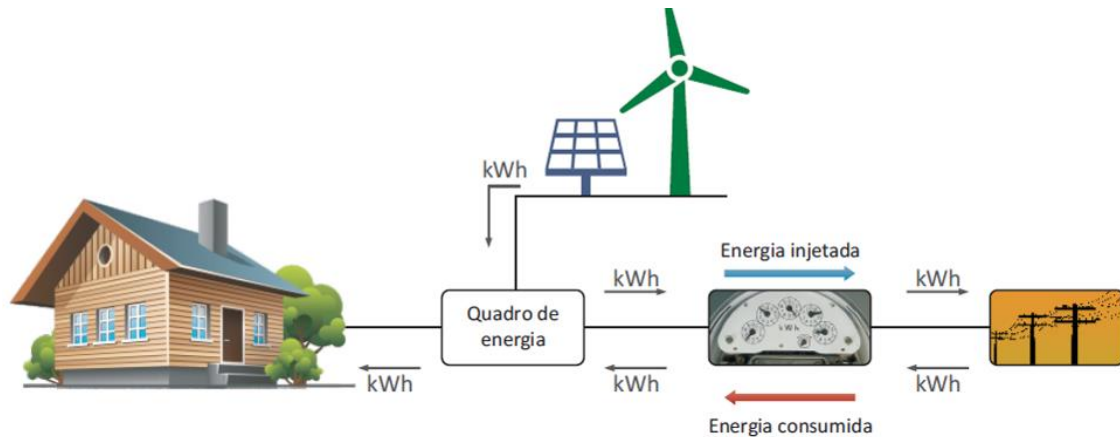
Com a quebra do monopólio no setor da comercialização, surgiram duas peças centrais do ponto de vista da demanda: O consumidor cativo, ao qual só é permitido a compra de energia da concessionária ou permissionária, e é submetido à tarifas e condições fornecidas pela ANEEL. E o consumidor livre, o qual tem o poder de escolher seu fornecedor de energia, desde que esteja dentro dos requisitos disposto nos artigos 15 e 16 da Lei 9074, de 07/07/1995. O artigo 16 prevê que: “é de livre escolha dos novos consumidores, cuja a carga seja igual ou maior que 3000 kW, atendidos em qualquer tensão, o fornecedor com quem contratará a compra de energia elétrica”.

Após a Lei nº 9427/98, inseriu-se nesse contexto os consumidores especiais que, isoladamente ou reunidos por comunhão de interesses de fato ou de direito, tendo a carga mínima de 500kW, podem comprar a energia de qualquer fornecedor desde que a energia seja oriunda de pequenas centrais de hidrelétricas ou fontes alternativas como a eólica, biomassa, solar ou da cogeração qualificada. Já que o alto custo de produção tende a ser mais elevado, e para incentivar essa modalidade, é concedido um desconto de 50% ou 100% no valor do transporte da energia, a fim de viabilizar a competição com os demais fontes geradoras (SENGE-MG, 2015).

Um passo de suma importância foi possibilitar e incentivar o consumidor brasileiro a gerar sua própria energia a partir de fontes renováveis e permitir, inclusive, a injetar o excedente da energia produzida na rede de distribuição da concessionária local.

Para regulamentar tal atividade, o Governo Federal, com a resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, da ANEEL, estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mini geração aos sistemas de distribuição de energia elétrica, ao sistema de compensação de energia elétrica e dá outras providências indicada figura 41.

Figura 41 - A energia gerada atende à unidade consumidora



Fonte: Cadernos Temáticos ANEEL (2015).

Para o consumidor, fica bem explícito no Art. 6º, que poderá aderir ao sistema de compensação de energia elétrica, onde no inciso 1 a energia ativa injetada no sistema de distribuição pela unidade consumidora, será cedida a título de empréstimo gratuito para a distribuidora, passando a unidade consumidora a ter um crédito em quantidade de energia ativa a ser consumida por um prazo de 36 meses (ANEEL, 2012).

Existem duas hipóteses para a compensação de energia: a primeira, quando a energia gerada atende à unidade consumidora vinculada. Quando a energia consumida não gera energia suficiente para abastecer a unidade consumidora, a rede da distribuidora local suprirá a diferença. Nesse caso, será utilizado o crédito de energia ou, caso não haja, o consumidor pagará a diferença.

Mas quando a unidade consumidora não utiliza toda a energia gerada pela central, ela é injetada na rede da distribuidora local, gerando crédito de energia para o grupo de alta tensão superior a 100 kW e menor ou igual a 1 megawatt – MW (paga apenas a parcela referente à demanda e para o grupo de baixa tensão) e menor ou igual a 100 quilowatts – kW (paga apenas o custo de disponibilidade). Ressaltando que dependendo da forma de incidência dos impostos em cada Estado, o consumidor terá ainda que pagar os impostos (ICMS e PIS/COFINS) incidentes sobre o total da energia absorvida da rede (ANEEL, 2014).

Dentre os benefícios que a modalidade de geração de energia pode proporcionar ao sistema elétrico temos como destaque: o adiamento de investimento de expansão dos sistemas

de transmissão e distribuição; a redução no carregamento das redes, implicando a minimização das perdas; a diversificação da matriz energética; e o baixo impacto ambiental.

Essa regra é válida somente para geradores que utilizem fontes incentivadas de energia proveniente da energia solar, eólica, biomassa, hídrica e cogeração qualificada, sendo garantido ao micro e mini gerador livre acesso ao sistema elétrico da distribuidora, atendendo as condições estabelecidas pelo órgão regulador ANEEL.

Cabe também destacar o incentivo para o estabelecimento de padrões mínimos de desempenho energético dos equipamentos no seu uso final, onde se podem exemplificar as regulamentações posteriores decorrentes da lei nº 10.295/2.001, conhecida com a “lei de eficiência energética”.

No início de 2015, o Ministério de Minas e Energia (MME), promoveu algumas iniciativas que resultaram em ações de órgãos do Poder Executivo, dos estados e do órgão regulador. Dentre essas iniciativas criaram o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), para estimular os consumidores a se tornarem geradores de energia e reduzirem gastos com a eletricidade. Este programa formaliza os esforços que serão alocados a partir de agora em alcançar o potencial do país em geração distribuída. Um dos pontos importantes previstos na Portaria para estimular a geração de energia distribuída é a atualização dos Valores Anuais de Referência Específicos (VRES), em R\$ 454,00/ MWh para a fonte solar fotovoltaica, e R\$ 329,00/ MWh para a cogeração a gás natural. Esse valor define a remuneração paga pela distribuidora ao gerador pela energia que ele entregar à rede de distribuição, e sua atualização a um patamar competitivo aumenta a atratividade dessa oferta de energia (MME, 2015).

Segundo o MME (2015), com o ProGD, algumas ações foram realizadas em 2015:

- a) Criação dos créditos de energia entre consumidor-gerador e distribuidora: com a Resolução Normativa no 482 (ANEEL), incentiva os consumidores a instalarem os painéis fotovoltaicos e microturbinas eólicas para gerar sua própria energia. As novas regras, que começaram a valer em março de 2016, determinam que quando a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados para diminuir a fatura dos meses seguintes.

- b) Isenção de ICMS: O consumidor poderá ser tributado com o ICMS apenas sobre o saldo da energia que ele receber da distribuidora e não conseguir compensar. Esta isenção foi regulamentada pelo Convênio ICMS no 16, de 22 de abril de 2015, do Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ, com adesão inicial dos Estados de São Paulo, Goiás e Pernambuco, e posterior de Rio Grande do Norte, Ceará e Tocantins, incluídos pelos Convênios nº 44 (3/6/2015) e nº 52 (30/6/2015).
- c) Isenção de PIS/Cofins: também ficará isenta do PIS/Pasep e da Cofins a energia injetada pelo consumidor na rede elétrica e não compensada. A isenção foi formalizada pela Lei no 13.169, de 6 de outubro de 2015, convertida da Medida Provisória 675.
- d) Redução do Imposto de Importação: Até 31 de dezembro de 2016, está reduzida de 14% para 2% a alíquota do Imposto de Importação incidente sobre bens de capital destinados à produção de equipamentos de geração solar fotovoltaica (Resolução CAMEX no 64, de 22 de julho de 2015, para ex-tarifários classificados no código 8428.20.90). Provisoriamente, até 31 de dezembro de 2015, foi reduzida de 14% para 2% o tributo incidente sobre importação de módulos fotovoltaicos (Resolução nº 29, de 29/04/2015).
- e) Além dos incentivos citados dentro do programa ProGD, contém as ações de prazo, autoconsumo remoto, condomínios, consórcios e o apoio do BNDES.

Outros bancos estão apoiando e incentivando os pequenos geradores de energia, disponibilizando financiamentos para a obtenção de microgeradores e minigeradores solares fotovoltaicos, entre eles a Caixa Econômica Federal (a partir do Construcard), o Banco do Brasil (BB Crédito Material Construção, adaptado para energia renovável) e o Santander (com a linha de financiamento para sustentabilidades) (ABDI, 2015).

Iniciativas adicionais no Brasil nesse sentido incluem ainda, a atuação do PROCEL Edifica, além da certificação de edificações comerciais, de serviços e públicos, abrangida pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

Programas nacionais proporcionam ferramentas de avaliação e de garantia de qualidade, bem como modelos de legislação que possam ser adotados pelos municípios que julguem essa área importante. Podendo ser descritas algumas dessas políticas na Quadro 2.

Quadro 2 - Políticas e Medidas

DESCRIÇÃO/OBJETIVO DO MECANISMO/METAS/ EDIFICAÇÕES	
Lei de banimento de lâmpadas incandescentes	Banimento gradativo das lâmpadas incandescentes por faixa de potência através da Portaria Interministerial MME/MCTI e MDIC, nº 1.007/2010.
Programa Luz para Todos (LPT)	Estabelece as condições para revisão dos planos de universalização dos serviços de distribuição de energia elétrica rural. Instalação de painéis solares em comunidades que não têm acesso à energia elétrica, depende das características de cada comunidade.
Etiquetagem de Edificações Comerciais, Públicas e Residenciais	Tem o objetivo de informar ao consumidor o nível de eficiência energética do produto adquirido. As unidades do Minha Casa, Minha Vida já possuem essa certificação. Os edifícios públicos federais têm obrigatoriedade pela normativa IN02/2014, de possuir a ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia). (BARATTO, 2014).
DESCRIÇÃO/OBJETIVO DO MECANISMO/METAS/ EDIFICAÇÕES	
Certificações Nacionais e Internacionais (construção sustentável)	Programa de construção sustentável. Tem como objetivo o incentivo de projetos que demonstrem suas contribuições para a redução de impactos ambientais.
BNDES: PROESCO	Apoio a projetos de Eficiência energética (PROESCO). Financia intervenções que comprovadamente contribuam para a economia de energia, aumentem a eficiência global do sistema energético ou promovam a substituição de combustíveis de origem fósseis por fontes renováveis.

PROINFA	Instrumento para diversificação da matriz energética nacional, garantindo maior confiabilidade e segurança ao abastecimento. O programa estabelece a contratação de 3.300 MW de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), produzidos por fontes eólicas, biomassas e pequenas centrais hidrelétricas.
Redução de imposto de Renda	Estabelece a redução em 50% do imposto de renda da pessoa física incidente sobre o ganho de capital na alienação de imóvel que seja dotado de equipamento de aquecimento solar ou de equipamentos de captação de energia eólica ou fotovoltaica que lhe proporcione ao menos 80% de autonomia em relação à rede pública de energia elétrica.
DESCRIÇÃO/OBJETIVO DO MECANISMO/METAS/ EDIFICAÇÕES	
BNDES ProCopa Turismo	Hotel Sustentável (exige certificado de construção sustentável). Esse programa exige certificado de eficiência energética. Financiamento de construção, reforma, ampliação e modernização de hotéis, de forma a aumentar a capacidade e qualidade de Hospedagem em função da Copa do Mundo de 2014.

Fonte: Adaptada do EPE, 2014/ Senado/2015.

Há ainda alguns dispositivos legais, regulatórios e mecanismos de fomento e financiamento a eficiência energética e a mini e micro geração de energia através de fontes renováveis. Os dispositivos listados a seguir foram encontrados na Cartilha de Eficiência na (SENGE-MG, 2015):

- a) Programas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação do Setor Elétrico;
- b) Programas de Eficiência Energética do Setor Elétrico;
- c) Incentivos fiscais para a aquisição de equipamentos (federais e estaduais);

- d) Incentivos fiscais para tecnologias importadas na área de geração de energia; (federais e estaduais)
- e) Fonte de financiamento nas áreas de energia, mini, micro geração, eficiência energética e de sustentabilidade dos bancos públicos, privados e de fomento;
- f) Fonte de fomento para a consultoria nas áreas de eficiência energética para micro e pequenas empresas;
- g) Programa Nacional de Conservação de Energia Elétricas;
- h) Fundos e agentes internacionais de fomento e financiamento de projetos na área de sustentabilidade, eficiência energética; erradicação da pobreza e outros;
- i) Prêmios nacionais e estaduais e chamadas públicas nas áreas aqui abordadas.

Além dos incentivos gerais pelo Governo, cada Estado possui uma lei ou norma para o uso das soluções tecnológicas, voltadas a eficiência energética com as energias renováveis como forma de reduzir o consumo nos edifícios. Como, por exemplo, o estado de Minas Gerais, através do Decreto Nº 46296 DE 14/08/2013, que dispõe sobre o Programa de Energia Renovável – Energias de Minas – e de medidas para incentivo à produção e uso de energia renovável. No Art. 1º, que tem como objetivo promover e incentivar a produção e consumo de energia de fontes renováveis e contribuir com o desenvolvimento sustentável.

No Art. 7º que tem como finalidade executar, fomentar e criar projetos técnico-científicos, formação, bem como, incentivo a pesquisas tecnológicas e a inovação aberta, mediante redes cooperativas que atendam o setor. No inciso 3, destaca-se que receberão ênfase especial nas ações e projetos de interesse do setor de energia renovável que: promovam ganhos de eficiência energética e a sustentabilidade em edificações (WERNECK, 2013).

No estado do Espírito Santo, entrou em vigor o Decreto Nº 3452-R DE 05/12/2013, que descreve a criação sobre o Programa Estadual de Eficiência Energética e de Incentivo ao uso de Energias Renováveis (PROENERGIA), visando uma maior sustentabilidade, competitividade, inovação e inclusão social, cuja nova publicação se faz em virtude das alterações resultantes no Decreto nº 3.272-R.

No decreto o Estado também buscará criar mecanismos para promover outras formas de incentivo aos empreendimentos de geração de energias e outras fontes renováveis, que no caso para as edificações sustentáveis, receberão ênfase especial em ações e projetos de

interesse do setor de energia renovável (CASAGRANDE, 2013). Esse programa tem o objetivo de reduzir o consumo de energia nos setores público e privado, e incentivar o uso de energias renováveis para reduzir os impactos socioambientais e emissões de gases de efeito estufa.

O governo do estado de São Paulo divulgou que os incentivos tributários feitos para o Plano Paulista de Energia, visa ampliar a participação da energia limpa na matriz energética do estado, dos atuais 55,5% para 69%, até 2020. A desoneração média aplicada será 18%. Foi assinado, em 2014, dois decretos que desoneram todos os bens e equipamentos destinados a geração de energia a partir das fontes solar fotovoltaica, biomassa resultantes da cana-de-açúcar, biogás, gás e resíduos sólidos urbanos. Existe também o Projeto de Eficiência Energética (PEE), para a implantação de uma usina fotovoltaica e da modernização de sistemas de iluminação para aumentar o desempenho energético do Palácio dos Bandeirantes e reduzir o consumo em 10% (PETRONOTICIAS, 2014).

Na cidade do Recife, em Pernambuco, existe uma lei municipal nº 18.112/2015 que estipula diretrizes para o plantio de pequeno porte nas lajes dos edifícios comerciais com área construída superior a 400m². Também prevê a construção de reservatórios para a captação de água pluvial em novas edificações comerciais e residenciais com áreas superiores a 500m² de projeção e 25% do terreno impermeabilizado (BARATTO, 2015).

Na Bahia o cenário não é diferente. Ao contrário dos exemplos citados anteriormente, quase não existe uma norma, ou um decreto específico. Assim como nas demais cidades, Salvador, implantou o decreto nº 25.899 de 24 de março de 2015, na qual regulamenta o art. 5º da lei 8.474/2013 e institui o Programa de Certificação sustentável “IPTU VERDE” em edificações na cidade, no qual estabelece benefícios fiscais aos participantes do programa.

A certificação IPTU VERDE é opcional e poderá ser aplicada em edificações novas ou edificações existentes que sofrerem reformas e/ou ampliações, para qualquer tipo de uso: residencial, comercial, misto ou institucional. Será aferida uma pontuação estabelecida no decreto, para que o empreendimento atinja classificação: bronze, no mínimo 50 pontos; prata, no mínimo 70 pontos; ouro, no mínimo 100 pontos.

Os descontos no IPTU serão de acordo com a certificação: bronze – desconto de 5%; prata – desconto de 7%; ouro - desconto de 10%. Essa certificação tem validade de 03 anos sendo reavaliado pelo órgão licenciador. Para terrenos não edificáveis inseridos em Áreas de

Proteção Ambiental – APA ou que não sejam economicamente explorados terão a redução de 80% do valor real do terreno (IPTU VERDE, 2015).

As leis que são utilizadas são as nacionais tendo como exemplo, a microgeração de energia por fontes renováveis. Essas leis ainda estão começando a tomar forma com as novas regras trazidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica, através da Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Esta resolução tem por objetivo estimular a geração distribuída de energia elétrica por microgeradores (até 100 kW) e mini-geradores (entre 100 kW e 1 MW), além de criar e regular um sistema de compensação de energia, o netmetering (BERTOI, 2012).

O Estado da Bahia, é o sétimo do País a aderir ao convênio 16/2015, do Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz), que prevê a dispensa do tributo nos casos de micro ou mini geração de energia, pelo sistema de compensação com as companhias distribuidoras. O setor residencial, por meio de painéis fotovoltaicos, pode investir na geração de 75 kW com a garantia de isenção do Imposto de Circulação de Mercadoria (ICMS). O diretor de Tributação da Sefaz-BA, Jorge Gonzaga, explica que a medida se aplica também a condomínios de apartamentos. Segundo ele, todo o processo é feito junto à Coelba:

“A concessionária fará uma avaliação das instalações e nível de segurança, mas o fundamental é que o medidor de energia vai ser trocado. O normal só tem entrada e o outro é mais sofisticado, vai medir entrada e saída. A Coelba, ela mesma, fará a compensação. O Estado já autorizou a concessão e a Coelba faz o processo.” (Jorge Gonzaga, 2015, informação verbal).

Segundo a Coelba (2016), na Bahia existem instalações de Mini e Microgeração conectadas à rede de distribuição, sendo que dentre essas instalações 101 para os consumidores grupo B, 07 para o grupo A e o Estádio de Pituaçu. Conforme, SENGE (2015), o grupo de consumidor A é o conjunto de unidades consumidoras com o fornecimento de energia em tensão igual ou superior a 2,3 kV (Quilo Volt) ou atendidas em tensão inferior a 2,3kV a partir do sistema subterrâneo de distribuição, nos seguintes subgrupos:

A1 - tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;

A2 - tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;

A3 - tensão de fornecimento de 69 kV;

A3a - tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;

A4 - tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV;

AS - tensão de fornecimento igual ou inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.

E o grupo B é a unidade consumidora com fornecimento de tensão inferior a 2,3kV ou atendida em tensão superior mencionada e caracterizada pela estruturação tarifária monômnia e subdividido nos seguintes grupos:

B1 - residencial;

B2 - rural;

B3 - demais classes;

B4 - Iluminação Pública

O primeiro sistema fotovoltaico conectado à rede do país, foi em Salvador, o estádio Governador Roberto Santos (Pituaçu) que possui um potencial instalado de 404,8kW. Além desses sistemas, a Coelba passou a considerar a utilização dos sistemas fotovoltaicos domiciliares (SFD) no seu programa de eletrificação rural, através do Programa Nacional de Universalização e Uso da Energia Elétrica, a Coelba já ligou mais de 18 mil domicílios com a tecnologia solar fotovoltaica sistema SiGFI. Para a Companhia de Eletricidade da Bahia, assim como para o Governo da Bahia, esse investimento se torna interessante, pois o gasto com energia pode ser reduzido. No caso do Estádio de Pituaçu, já foi reduzido mais de R\$ 400 mil (SDE, 2015).

Só em Salvador, segundo a Coelba (2016) as instalações de Mini e Microgeração conectadas à rede de distribuição são: 30 empreendimentos do Grupo B, 3 empreendimentos do Grupo A, além do Estádio de Pituaçu. Dentre esses clientes, alguns deles além de gerar energia elétrica chegam a ter três unidades consumidoras, com mesma titularidade, compensando o que eles estão gerando, tudo distribuído na rede. Conforme a Quadro 3 a seguir:

Quadro 3 - Microgeração, agosto de 2016

Município de Salvador		Tipo de Unidades				
Cientes	Grupo de Tarifas	Geração	Consumo Compensação (mesma unidade geradora)	Consumo (1ª Compensação)	Consumo (2ª Compensação)	Consumo (3ª Compensação)
1	B	x	x			
2	B	x	x			
3	B	x	x			
4	B	x	x			
5	B	x	x			
6	B	x	x			
7	B	x	x			
8	B	x	x			
9	B	x	x			
10	B	x	x			
11	B	x	x			
12	B	x	x			
13	B	x	x			
14	B	x	x			
15	B	x	x			
16	B	x	x			
17	B	x	x			
18	B	x		x	x	x
19	B	x	x			
20	B	x	x			
21	B	x	x			
22	B	x	x			
23	B	x	x			
24	B	x	x			
25	B	x	x			
26	B	x		x	x	
27	B	x	x			
28	B	x	x			
29	B	x	x			
30	A	x	x			
31	A	x	x			
32	A	x	x			
Estádio	B	x				x
Pítuaçu	A			x	x	

*A coluna "Cliente" foi utilizada uma sequência numérica aleatória, somente para associar a unidade de Geração, com a Unidade de Consumo utilizada na Compensação.

Fonte: Coelba (2016).

Embora existam, os incentivos não são interessantes para o consumidor final, a resolução referida traz alguns avanços para a redução da barreira regulatória para micro geração distribuída, porém se contradiz ao transferir exclusivamente para as companhias distribuidoras de energia elétrica a responsabilidade pela definição de padrões e das normas para integração dos micros e minigeradores à rede. Além do que, mesmo que a unidade consiga suprir a sua demanda de energia elétrica, ela continua sendo cobrada pelo valor

referente ao custo de disponibilidade do grupo de consumidor B ou da demanda contratada pelo consumidor de um grupo A.

Ainda existem barreiras econômicas para a inserção, devido ao custo alto, e de uma cadeia produtiva consolidada. A tecnologia para a aquisição dos módulos fotovoltaicos, por exemplo, apresenta o maior custo no mercado nacional. Segundo Bertoi (2012), o custo, em relação ao modelo utilizado no Estudo de Caso, implantação de um SFCR integrado ao telhado de uma residência, cujo perfil de consumo é modelado de acordo com a curva característica de consumo da classe residencial no Brasil, é aproximadamente 75 % superior à média de preços (sem impostos) pesquisados no mercado exterior.

Alguns pontos devem ser alterados para que venha valer a pena investir em energia renovável, principalmente na cidade de Salvador:

- a) Criação de políticas públicas e privadas que incentivem a utilização da energia renovável em edificação, estabelecendo metas e prazos para a inserção dos recursos e tecnologias renováveis, ampliando o tempo de vida útil de uma construção;
- b) Desenvolvimento de normas - NBRs e ajustes regulatórios, obrigando que as edificações tenham selos de etiquetagem e certificações sustentáveis, incentivando um padrão que forneça segurança ao usuário.
- c) Redução de impostos para aumentar a possibilidade de aquisição de tecnologias de ponta, criando alternativas e modelos comerciais para tornar essa tecnologia mais barata para o consumidor final, aumentando cada vez mais a sua penetração;
- d) Provisão de recursos e espaços para incentivar a pesquisa;
- e) Incentivo da demanda pelo Sistema Conectados à Rede, podendo ser feito através de leilões, incentivando a construção de usinas, servindo para divulgar o mercado para os fabricantes brasileiros;
- f) Melhorias na Geração Distribuída, o Governo deve exigir das concessionárias através das resoluções a nº 482 de 17/04/2012, que o acesso da rede seja mais fácil para o consumidor.

Mesmo existindo alguns incentivos, eles ainda são poucos para estimular o uso das energias limpas. O mundo vive em um período político onde a energia é um dos principais meios para que as nações demonstrem sua potência e desenvolvimento, até por que a principal matéria-prima está escassa. Com isso, os países estão tentando favorecer o uso de energia renovável nas edificações.

Esses incentivos ainda têm valores exorbitantes e a infraestrutura para a instalação e para a manutenção tem um elevado custo, além disso, os acessos a essas informações não são fáceis de se obter, pois não são divulgadas, principalmente pela falta de interesse das concessionárias de energia. Afinal, isso reduziria as contas de luz da população e esbarraria na infraestrutura das redes de transmissão, que ainda não estão preparadas para receber a energia de volta. Para que essa energia retorne ela deverá ter uma qualidade de potência igual as que são distribuídas pelas empresas.

A oscilação da rede pode causar danos para o consumidor final, e para que isso não aconteça, a captação de energia dentro de uma edificação deveria ter uma instalação de qualidade correta. Assim a energia passaria a ter a mesma potência que a distribuída. O que geraria maior investimento financeiro para o consumidor final e para o governo. Porém, os elevados preços impedem que o consumidor final use essa tecnologia para reduzir os seus gastos com energia. Nesse contexto, em países como o Brasil, que não existe concorrência entre concessionárias, dificilmente os incentivos serviriam como um facilitador para todas as classes sociais.

6 CLIMA URBANO

Em uma visão ampla, o sistema que compreende a atmosfera, a hidrosfera, a criosfera, a litosfera de superfície e a biosfera, formam um conjunto chamado clima. Todos esses elementos determinam o estado e a dinâmica do clima na terra.

O clima, em sentido estreito, pode ser considerado o "tempo médio", ou de uma forma cientificamente precisa, pode ser definido como a "descrição estatística em termos de média e variabilidade de quantidades relevantes durante determinado período de tempo. (INMET, 2015).

Segundo Alves (2011), o conceito de clima é definido através do desvio padrão de elementos climáticos quantificáveis ao longo de um ano. Este, é determinado a partir de fatores globais tais como a latitude e a circulação atmosférica, que sofrem alterações em diversas escalas devido às interações com os fatores naturais (radiação solar, altitude, longitude, ventos, massas d'água, etc.) ou até chegar a escala de clima urbano. Nesta proporção, os fatores climáticos são alterados por fatores antrópicos que se referem à urbanização.

A redução expressiva das áreas verdes é um dos fatores mais importantes para a alteração do clima urbano. Ela traz a modificação do relevo (topografia), o surgimento de grandes áreas pavimentadas (revestimento e impermeabilização do solo), o crescimento do espaço edificado e o aumento da população, que ao elevar seu número traz consigo diversas consequências como o aumento de veículos, a geração de uma grande demanda de energia e emissão de poluentes, causando impactos importantes em elementos climáticos como temperatura, umidade e velocidade dos ventos, alterando o microclima das suas regiões. Essas modificações estimulam o surgimento e incremento das ilhas de calor e fazem as condições do desempenho ambiental se tornarem complexas. As condições dos microclimas do ambiente construído são determinantes para o desempenho ambiental e para a eficiência energética dos edifícios. Segundo Duarte (2015), em uma entrevista com Assis (2010), relatou que o microclima urbano é extremamente complexo e está sempre mudando. Na escala considerada microclimática, é possível observar os efeitos locais do clima urbano em sua distribuição temporal e espacial.

O desenvolvimento urbano causa o aumento da temperatura do ar, provocado pela maior concentração de edificações que impedem a circulação de vento nessas regiões. Esses efeitos, embora sejam sentidos durante o dia, são um fenômeno noturno, conhecido como Ilha

de Calor, onde a temperatura no período da noite não arrefece devido à grande concentração da “massa de concreto” armazenada durante o dia e liberada durante a noite, evitando o resfriamento natural (LAMBERT; NARANJO, 2011).

As alterações climáticas na cidade também são responsáveis por tornar a temperatura relativa do ar mais baixa, aumentando as precipitações, elevando a radiação térmica, diminuindo a luminosidade, reduzindo a velocidade do ar, entre outros aspectos que estão diretamente relacionados ao uso do solo. Para os climas temperados e frios, o aquecimento das cidades é visto como uma vantagem. Já nos climas tropicais e quentes, esses fatores acabam agravando as condições naturais (LYRA, 2007).

As variações ambientais, até um certo ponto, podem ser controladas através do planejamento urbano e pelo projeto, tanto na escala urbana quanto nos edifícios, por meio do código de obra e da legislação de uso e de ocupação do solo. Porém com a necessidade de agregar as informações da climatologia ao planejamento e gestões da cidade e pelo entendimento dos edifícios na estratégia de climatização da cidade (DUARTE, 2015).

O desenho urbano, em conjunto com a diversidade de materiais inertes nas edificações, concentra uma quantidade significativa da radiação solar, que é irradiada de volta para o ambiente construído, elevando a temperatura do ar. Os edifícios são agentes que contribuem para o aquecimento através do calor gerado pelas atividades internas, e que são transmitidas para os ambientes externos. Como consequência, observa-se uma constante elevação no consumo de energia, que pode ser explicada pela melhoria do nível de conforto nas edificações, pelo aumento do tempo de permanência dos seus habitantes, pela melhoria do poder aquisitivo da sociedade e por alguns outros fatores de menor relevância. Neste contexto, a conservação de energia se torna absolutamente fundamental dentro do atual cenário energético e ambiental.

Embora seja importante levar em consideração o clima no planejamento urbano, é constatado que existem poucas pesquisas e conhecimentos disponíveis sobre climatologia urbana. E como consequência existem poucos estudos realizados sobre o clima urbano no planejamento das cidades. Desde da década de 1980, observa-se que do ponto de vista da climatologia, o principal objetivo reside em estudar o impacto da área urbana sobre a atmosfera, mas que para o planejador urbano e para o projeto de edificações, o interesse real está em avaliar os impactos do clima sobre as funções, a economia e a segurança do ambiente

construído, assim como o bem-estar da população de modo a tomar decisões para a preservação desses ambientes. Além dos estudos climatológicos, devem ser levados em consideração os aspectos físicos da cidade que venham a alterar os parâmetros do microclima local. Como a topografia, a vegetação e a própria edificação. Com o crescimento populacional, as cidades enfrentam o problema com a aglomeração das edificações, transformando as cidades em áreas bastantes adensadas. Nas cidades latino-americanas, o adensamento tem como maior desafio a qualidade do espaço público, a mobilidade urbana e a distribuição populacional. Segundo (CHENG, 2010), a relação entre densidade e morfologia depende da aceitação das pessoas e da percepção que elas têm do espaço proposto por isso a importância ainda maior de um bom planejamento e da excelência no desenho urbano e no desenho dos edifícios.

Com isso, de acordo com Duarte (2015), são muitos pontos a serem observados em relação ao adensamento: acesso ao sol e à luz natural (para a iluminação natural, conforto térmico, aquecimento de água e geração de energia), ventilação urbana (para o conforto térmico e dispersão dos poluentes e geração de energia), mobilidade, resíduos sólidos, qualidade do ar, ruído urbano, além das questões sociais e econômicas advinhas da maior concentração e diversidade de pessoas. Esses temas precisam ser tratados em diversas escalas, como o zoneamento (parcelamento do solo, o adensamento e etc), nos códigos das edificações (orientação dos lotes e dos edifícios, envoltórias, exigência de sombreamentos entre outros) e no tratamento da paisagem como infraestrutura urbana, conhecida como “infraestrutura verde” (tipo e densidade de vegetação, distribuição espacial, espaços públicos e etc).

Dentre os tratamentos ambientais, é preciso fazer uma distinção entre densidade construída e densidade de ocupação. Para o balanço de energia em áreas urbanas, por exemplo, o que importa é a densidade construída, que pode ter “n” tipologias e diferentes arranjos para comportar a densidade de ocupação (DUARTE; SERRA, 2003). Em cidades tropicais, com maior densidade construída, o desconforto térmico está estreitamente relacionado à radiação. Para controlar a radiação nos edifícios de um modo geral, e de maneira mais impactante, é necessário minimizar os ganhos de calor nas envoltórias, de modo a reduzir o acúmulo de calor nas superfícies urbanas e nos edifícios (EMMANUEL, 2005). Os mecanismos de controle do armazenamento de calor estão relacionados ao desenho das vias, alturas das edificações, as tipologias (envoltórias, forma, orientação) e etc. Nas áreas adensadas o cuidado deve ser ainda maior.

O acesso ao sol e a luz natural, assim como a ventilação urbana, são fatores que podem causar diversos impactos a depender do clima da cidade. Os estudos realizados para esses fatores precedem qualquer avaliação de desempenho térmico e luminoso dos edifícios inseridos nas áreas urbanas, que fazem toda a diferença nos ganhos e perdas de calor e no consumo de energia do edifício. Para esse controle da radiação solar, segundo Perez (2013), é utilizado o conceito de envelope solar, que surgiu em 1980, com Knowles e Berry, e corresponde ao maior volume que uma edificação pode ocupar no terreno de forma a permitir o acesso ao sol e à luz natural ou promover sombra na sua vizinhança imediata.

As irregularidades naturais ou construídas (topografia e as edificações) também influenciam na ventilação, podendo modificar a velocidade do vento, a direção e a intensidade. E são determinantes para o sombreamento da cidade. Sendo assim, os cuidados com a implantação das construções, a posição relativa de uma para outra, e a orientação dos mesmos em relação ao vento, devem ser definidos de acordo com as singularidades de cada cidade. Para o clima tropical a preocupação é direcionar o fluxo dos ventos, mesmo em áreas altamente adensadas. Edificações altas e regiões com diferentes alturas ajudam no resfriamento dos prédios devido as diferenças de pressão induzidas pelo desenho (NG, 2010). Além do que, edificações altas com baixo índice de ocupação são considerados como baixa densidade em relação aos de menor altura e maior taxa de ocupação (Cheng, 2010). Outro fator importante para ser analisado é a “infraestrutura verde”, a qual influencia o clima urbano de forma direta ou indireta. Entre essas estão: o aumento da umidade do ar, a diminuição da temperatura do ar, o resfriamento passivo em uma edificação (cobertura verde e jardins verticais), o manejo das águas, além da promoção do valor estético e do bem-estar das pessoas.

Em alguns casos, porém, as edificações não oferecem condições ambientais adequadas para que estes tenham uma qualidade de vida satisfatória. Esse motivo, agrega-se ao fato de que a ausência da vegetação no entorno das edificações altera significativamente o clima do interior, devido à incidência direta da radiação solar pelos fechamentos opaco e transparente, e transforma-os em verdadeiras estufas, aumentando o consumo de energia para o resfriamento (PIVETTA, 2010).

Além de alterar a temperatura das superfícies e do ar, a vegetação também influencia na direção dos ventos, na retenção de material particulado, no armazenamento do carbono atmosférico e na proteção de pisos e fachadas por meio de sombreamento. Desta forma, a vegetação previne o sobreaquecimento de edifícios e de outras superfícies urbanas. Uma variável afetada pelo sombreamento é a temperatura média radiante, já que a diminuição da temperatura é de 2° C quando comparada com a superfície exposta ao sol. Essas reduções são significativas, pois entre 1°C e 3°C fazem uma grande diferença no conforto humano (DUARTE, 2015). Tornando assim a vegetação como um fator importante na mitigação dos impactos das áreas urbanas, não apenas nos grandes parques, mas também nas áreas de infraestrutura verde, incluindo os espaços abertos e os edifícios.

Estudos realizados mostram que a vegetação tem um papel importante nas cidades, melhorando o conforto térmico humano e seus efeitos nas áreas urbanas e nas edificações e esses conhecimentos estão sendo incorporadas nas legislações internacionais e mundiais como é o exemplo da França. Outros fatores devem ser observados quando causados pela interferência de uma edificação ao clima de uma cidade, tais como os Canyons de calor. Segundo Vera-Cruz (2015), eles ocorrem quando a radiação solar é absorvida e transformada em calor sensível, atingindo principalmente as coberturas e fachadas dos edifícios, além de condicionar o percurso da massa de ar entre o edificado e o solo, influenciando a temperatura e estando diretamente relacionado à ilha de calor. A partir desses conceitos a cidade escolhida como objeto de estudo foi Salvador – Ba.

6.1 DESENVOLVIMENTO DA CIDADE DE SALVADOR

A cidade do Salvador teve seus primeiros povoados na região da Cidade Alta e na Cidade Baixa (Comércio) nos anos seguintes a 1549. A escolha do sítio urbano por Tomé de Souza não foi mero acaso. Primeiro, por ser constituída à parte superior de uma escapa, cuja a altitude varia entre 60 e 80 metros. Essa escolha foi feita pensando na defesa de quem vinha pelo mar, devido a uma barreira natural produzida pela falha tectônica existente e por ser um local de ampla observação. Segundo, por ser localizada na depressão (Gráben), entre o porto e o comércio. Também, por ser uma península rodeada pelo oceano Atlântico, local por onde trafegava a maior parte do comércio mundial do período. Outro fator decisivo foi a presença da Baía de Todos os Santos (BTS), conhecida por suas águas calmas e ideal para aportar grandes navegações, além das outras pequenas reentrâncias no seu interior, como a baía de

Aratu e a enseada dos Taineiros, formada pela península Itapagipana. Também por ter água doce abundante nas fontes e nos pequenos rios que nascem na escarpa e que deságuam na margem do Atlântico. Dessa forma, foi escolhida Capital da colônia portuguesa na sua função administrativa, já que havia uma necessidade premente de acesso às terras exploradas e, também, por se localizar no meio do curso entre Portugal e América.

Além disso, Salvador ocupava uma localização estratégica para navegação no oceano Atlântico devido as correntes marítimas das Canárias, Equatorial e Brasileira, possibilitando um rápido deslocamento entre Lisboa (Portugal) e Salvador com barco a vela (ANDRADE; BRANDÃO, 2009).

Assentada num ponto da consta brasileira, a cidade tem como elementos topográficos: os espigões, as lombadas prolongadas e as colinas. Entre esses elementos encontram-se os vales. Além da escarpa que separa a cidade em duas: Cidade Alta e Cidade Baixa. Por último, há as baixadas do litoral. Essa topografia caracteriza-se por ser uma cidade alongada, de tipo linear que se desenvolve em função da falha tectônica, o que a converte num exemplo de subordinação a um fator geológico. Na figura 42, o que está sobre a falha geológica e onde se encontra o centro administrativo, político e religioso, além das residências – é denominada de Cidade Alta. Já a Cidade Baixa, que se encontra no nível do mar, abrigava o porto e seus armazéns (PINHEIRO, 2008).

Figura 42 - Escapa da cidade



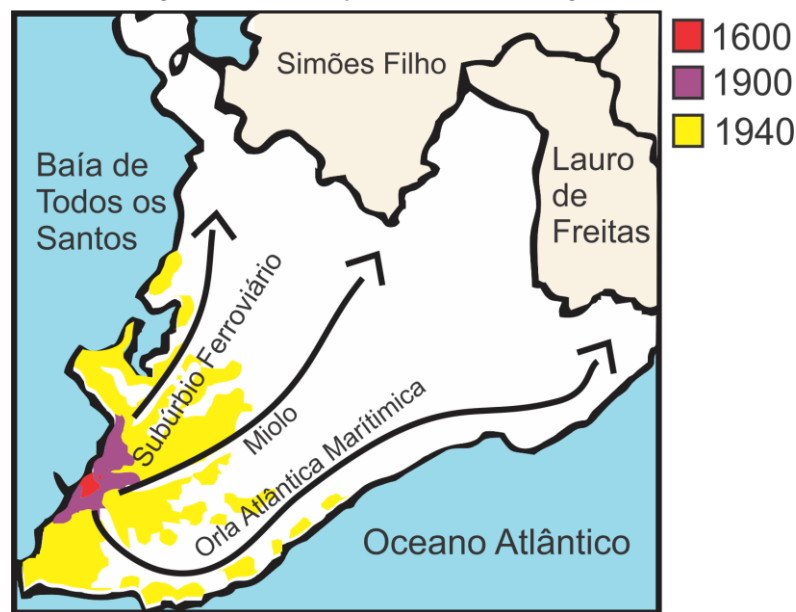
Fonte: Pinheiro (2008).

Nota: Atualizada pela autora desta dissertação (2016).

Entre meados dos séculos XVII e XVIII a cidade conheceu um crescimento expressivo que fez a população duplicar a cada 50 anos alcançando áreas de influência que extrapolavam os limites atuais do Estado da Bahia, Secretária Municipal de Urbanismo (SUCOM, 2013).

Mas foi, a partir de 1900, que ocorreram as primeiras expansões pelas áreas adjacentes às litorâneas. O crescimento da cidade se deu em três sentidos: para o Subúrbio Ferroviário (Baía de Todos os Santos); para o Miolo (parte elevada, cota varia entre 60 a 100m de altitude) e para a Orla Atlântica Norte (Planície Atlântica, que apresenta um relevo com cotas inferiores a 40m de altitude) identificados na figura 43 (ANDRADE; BRANDÃO, 2009).

Figura 43 - Evolução urbana cronológica



Fonte: Adaptado de Carvalho e Pereira (2009).

No período de 1910, a cidade de Salvador e seu centro passaram por reformas urbanas que iniciam a transformação do centro tradicional. Ruas foram alargadas, avenidas foram criadas direcionando cada vez mais a cidade a se desenvolver em direção ao Oceano Atlântico, por um lado, e à Península de Itapagipe por outro, bordejando a baía. Novas construções ecléticas substituíram as antigas casas coloniais.

O período de 1945 a 1969, correspondeu ao início da aceleração da expansão populacional e espacial de Salvador, em decorrência da migração. Com o crescimento demográfico e com a aprovação de loteamentos na Orla Atlântica, inicia-se a ocupação da última área disponível, o “Miolo” (VASCONCELOS, 2002). Na figura 44, é identificada a configuração dos três espaços geográficos da cidade, com topoclimas distintos. São elas:

Litoral (Planície Atlântica), Miolo (Cidade Alta) e Faixa da BTS (Cidade Baixa). Os aspectos físicos (topografia, superfície natural e/ou construída, presença de água (rios, lagoas, bacias) e cobertura vegetal) e a morfologia da cidade interferem na configuração do clima urbano.

Figura 44 - Vetores de crescimento demográfico



Fonte: Carvalho e Pereira (2009).

Nota: Adaptado pela Autora desta dissertação (2016).

A partir da década de 70, e como consequência da implementação do sistema de avenidas de vale, da formação de novas áreas comerciais e de negócios, do crescimento da área do Iguatemi (Shopping Iguatemi, nova Rodoviária e novo acesso à cidade); a Avenida Paralela e o novo Centro Administrativo da Bahia; foi induzido o deslocamento para o norte (LYRA, 2007). Com a implantação de nova centralidade em torno da área do Iguatemi, a cidade perdeu a estrutura mononuclear, Centro Tradicional representado na figura 45 (VASCONCELOS).

Figura 45 - Centro tradicional e o novo centro da Cidade de Salvador



Fonte: Lyra (2007).

Nota: Adaptado pela Autora desta dissertação (2016).

Atualmente, o crescimento demográfico, determina diferentes núcleos mais adensados, onde propiciou a concretização de um modelo policêntrico de ocupação. Além da forma que a cidade se expandiu, Salvador apresenta como uma das suas principais características físicas a topografia acidentada, formada por sucessões diversas de colinas e vales. Também é composta pelas planícies litorâneas, com relevos planos e suavemente ondulados, desgastados pela ação erosiva dos rios, dos ventos e das chuvas. Dentro dessa composição tem a formação das restingas, das lagoas, das dunas e das praias com suas areias finas, resultantes da decomposição de material sedimentar.

6.2 CLIMA URBANO DE SALVADOR

Sendo, Salvador uma cidade que está localizada na costa nordeste do Brasil com as coordenadas situadas entre as latitudes: 12°45'00" e 13°7'30" Sul; e longitudes: 38°22'30" e 38°37'30" Oeste. Avança como uma ponta sobre o Atlântico, tendo a leste o mar aberto e a oeste a Baía de Todos os Santos (BTS). Devido a sua localização, tem clima caracterizado como tropical quente e úmido, com médias anuais de 25,2°C para temperatura e 80,8% para umidade relativa do ar. É uma cidade que tem um grande volume de chuvas e sem uma estação seca definida. Concentração das chuvas acontecem no período dos meses de março a agosto, devido à atuação dos sistemas atmosféricos litorâneos, especialmente do Tropical Atlântico e do Polar Atlântico. Estes são responsáveis por trazerem as frentes frias que vem do Sul, determinando assim as chuvas frontais que atuam ao longo do ano todo, sendo mais fortes e mais frequentes no litoral no período do inverno. A média pluviométrica anual é maior que 1400 mm (ANDRADE; BRANDÃO, 2009).

A cidade de Salvador é situada próxima a linha do equador, o que permite uma exposição à radiação solar, perpendicular à sua superfície durante grande parte do ano. Essa localização geográfica lhe proporciona uma intensa radiação solar com a insolação média em torno de 219,6 horas de sol por mês equivalendo a 7,3 horas dia. (Kluppel, 1991) o ângulo de culminação máxima no solstício de inverno é de 53° 30' e no solstício de verão é de 79° 40', o que a caracteriza como uma cidade bastante ensolarada.

Essa configuração faz com que Salvador, localizada na Península, estando entre a Baía de Todos os Santos (BTS) e o Oceano Atlântico, tenha três fachadas litorâneas, indicadas na figura 46, a fachada noroeste - Barra até o Subúrbio margeada pela BST, fachada Sul- da

Barra ao Rio Vermelho e a fachada sudeste – que vai do Rio Vermelho até Itapuã margeada pelo oceano e sendo delimitado por essas fachadas, o Miolo.

Figura 46 - Fachadas litorâneas de Salvador



Fonte: Valente (1977 apud NERY, et al., 1997).

Nota: Adaptado pela Autora desta dissertação (2016).

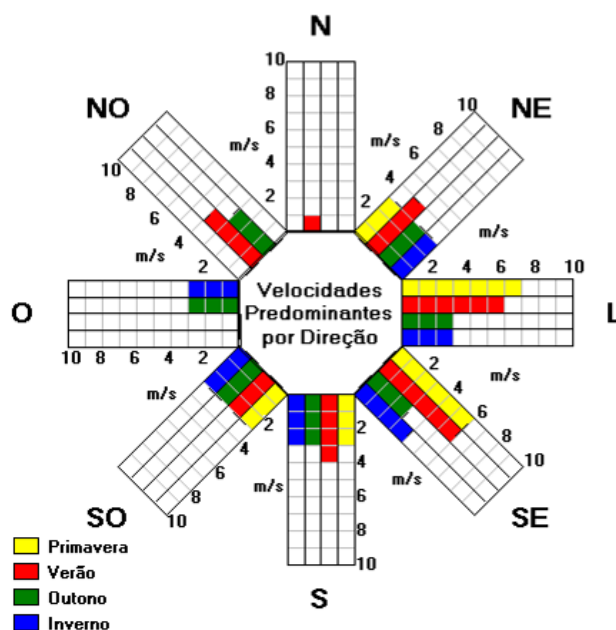
Essa configuração facilita a absorção dos ventos incidentes dando estabilidade na temperatura e na umidade relativa do ar, durante quase o ano todo. A ventilação natural na capital baiana tem como ventos predominantes os alísios de SE (Sudeste) quase todo o ano, provenientes da massa tropical atlântica, de ar quente e úmido.

Ela origina-se no atlântico sul, atuando na faixa litorânea, segundo (KLUPPEL, 1991). Essa ventilação é predominante na cidade Alta, onde as curvas de nível descendem na direção do vale do antigo Rio das Tripas, atual J.J. Seabra, formando um corredor para esses ventos, que atingem toda a extensão sudeste e leste da área. Na primavera e verão, entre os meses de setembro a março, ventos predominantes são os alísios Leste (E), providos da massa polar atlântica. Sua velocidade média é em torno de 3,1m/s. Devido a sua localização geográfica, entre o Oceano Atlântico e a Baía de Todos os Santos a cidade apresenta baixa amplitude térmica, elevada umidade do ar diurna e noturna, sendo as temperaturas mais amenas durante o período da noite (INMET, 1931-1960).

Conforme o anemograma apresentado na figura 47, e valores descritos no Quadro 3, o vento predominante da cidade é sudeste (SE), com maior frequência ao longo do ano e velocidades de até 6 m/s, ocorrendo entre as estações de primavera e verão. Já o vento Leste (E) é constante na primavera e verão, com velocidade de até 7 m/s. O vento Nordeste (NE) apresenta velocidades de até 5 m/s e o vento Sul (S) tem maior regularidade entre o outono e inverno, a partir dos meses de abril a julho.

Ainda na figura 47, no inverno, a velocidade registrada é de até 5 m/s. E a depender da posição e orientação das edificações, as temperaturas podem ser amenizadas devido a direção das brisas marítimas e dos alísios.

Figura 47 - Anemograma de velocidade predominante por direção, para a cidade de Salvador



Fonte: Própria uso do Programa SOL-AR (2016).

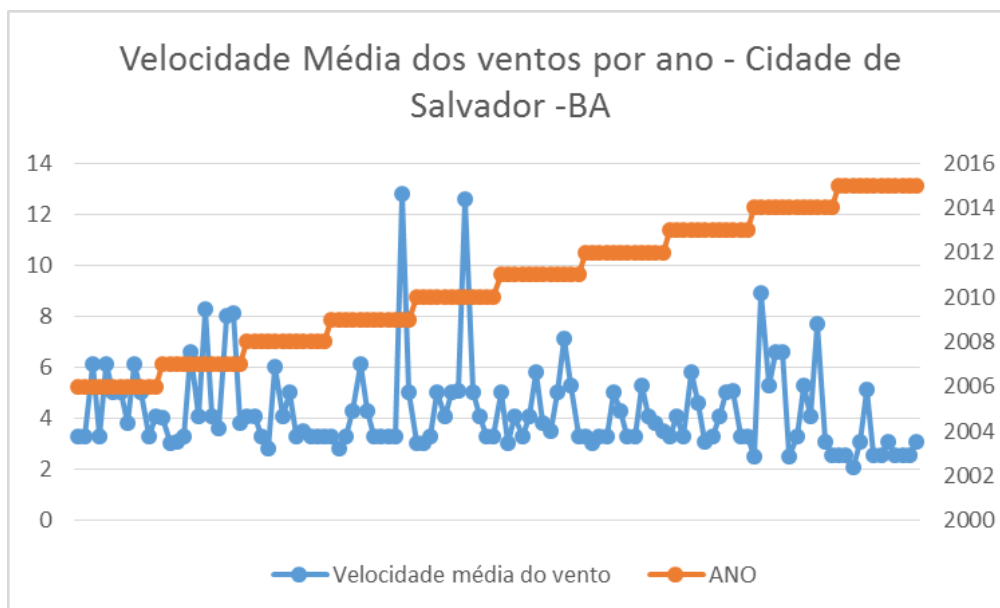
Tabela 2 - Posição e velocidade dos Ventos

Cidade Salvador - Rosa dos ventos				
Posição Ventos	Estação do Ano/ velocidade média m/s			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Norte (N)	0	1	0	0
Nordeste (NE)	3	4	0	3
Leste (L)	7	6	3	3
Sudeste (SE)	6	6	3	4
Sul (S)	3	4	3	3
Sudoeste (SO)	3	3	3	3
Oeste (O)	0	0	3	3
Noroeste (NO)	0	4	3	0

Fonte: Elaboração própria uso do Programa SOL-AR (2016).

Comparando com os dados da simulação no programa Sol-Ar, foram analisados os dados registrados pela estação meteorológica, em Ondina, localizada no ponto mais elevado do Parque Zoobotânico de Salvador, que está situado a 50m altitude em relação ao nível do mar. Segundo os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) – da Bahia), em um raio de abrangência de 50km, entre o período de 2006 – 2016, a velocidade média foi de 4,3 m/s. Nesse período a velocidade média mínima foi de 2,1m/s em março de 2015, e a máxima de 12,8 m/s em novembro de 2009. O que pode ser verificado no gráfico 1.

Gráfico 1 - Comparação da velocidade média entre o ano de 2000 - 2016



Fonte: Rede de Dados na INMET – Ba (2016).

Outros estudos específicos foram feitos através do mapeamento da estação meteorológica instalada na edificação do SENAI-CIMATEC, que está localizado nas imediações da região litorânea. Esses dados foram coletados no período de agosto de 2010 a novembro de 2011, e mesmo que não sejam considerados dados climáticos, podem trazer uma ideia da variação eólica durante 16 meses. Esses dados foram coletados por um anemometro de medição, ligado a um aerogerador instalado a 30m de altitude, numa distância aproximada de 2km do litoral.

A velocidade dos ventos variou entre 3,0 m/s e 7,5 m/, sendo que as médias encontradas estão entre os valores de 2,5 m/s e 3,5m/s, tendo maior frequência o valor de 3,33 m/s. Ainda nesse estudo, encontra-se a inversão na direção dos ventos, quando as brisas marítimas param e dão a vez as brisas continentais, mantendo a mesma velocidade (NEVES; SANTOS, *et al.*, 2012).

A incidência dos ventos nos três vetores da cidade contribui para minimizar os efeitos do clima urbano da cidade, dispersando as ilhas de calor. Porém, são descompensados pela ocupação do solo como mostra a figura 48.

Figura 48 - Corte esquemático da cidade de Salvador

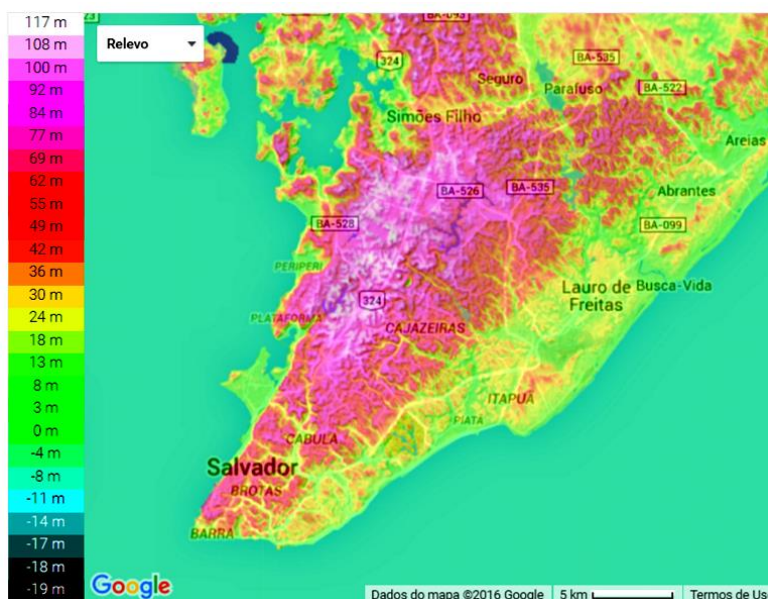


Fonte: Souza (2010).

Nota: Adaptado pela autora (2016).

Observa-se que a capital baiana possui espaços climaticamente diferenciados: na faixa da Baía de Todos os Santos a velocidade do ar é menor; na planície litorânea registra-se uma maior velocidade do ar; no miolo, a velocidade varia conforme a implantação das edificações em relação a posição da cidade e a topografia, que é bastante irregular como representado na figura 49.

Figura 49 - Topografia da cidade de Salvador



Fonte: Topghafic-map (2015).

Diante de uma topografia acentuada, e analisando o mapa topográfico de Salvador, percebe-se que a cidade varia em até 117 m de altitude em relação ao nível do mar (cota zero). Existem bairros situados na área de borda com uma média de 3m acima do nível do mar. Em contrapartida, as regiões que estão circundadas pelas avenidas de vales apresentam cotas entre 15m e 35m acima do nível do mar.

Dentro da configuração definida pelos vetores da cidade, a região mais alta e acidentada (cume das encostas íngremes e vales) é a região do Miolo (planalto), que é delimitada entre a falha geológica do Iguatemi, com cotas que variam de 60m à 100m de altitude, e com diversas bacias que drenam a região (PEIXOTO, 2009 apud GÓES, 2009). A faixa Atlântica (faixa Litorânea), corresponde a uma área de planície, com cotas variando entre 0m e 15m de altitude, com 22 km de extensão e 2,5 km de profundidade. Já a faixa BTS é delimitada pela falha geológica com cerca de 70m que faz a divisa da cidade Alta (Miolo) e Baixa. Essa falha cria uma barreira para o vento Sudeste oriundo do Oceano Atlântico (Fachada Litorânea), que contribui para a ausência de ventos nessa região. Estas áreas são favorecidas pelas brisas marinhas da BTS (direção Noroeste), que não são frequentes o ano todo (BRANCO, 2014).

Além da ventilação, outro fator que interfere no clima urbano de uma cidade é a temperatura. Fazendo um comparativo das temperaturas médias mensais das normas climatológicas, observamos que as temperaturas registradas em 2014 pelo Instituto Nacional de Meteorologia INMET (2015), variaram entre 23°C e 28°C. As alterações das características urbanas da cidade, a ocupação extensiva de todo o seu território e, conseqüentemente, a redução drástica da vegetação, influenciaram nos dados de ventilação e temperatura em áreas distintas da cidade, caracterizando assim o clima urbano de Salvador (ALVES, et al., 2011).

Em 2009, a temperatura máxima absoluta na cidade alcançou 35,2° C, sendo este o maior valor já registrado pelo INMET. As elevadas temperaturas registradas em março e abril deste mesmo ano, resultaram em uma inversão térmica que causou mal-estar na população, relatado pela imprensa local (A TARDE, 2009). Vale ressaltar que o aumento na temperatura média, ou mesmo o valor máximo foram registrados na Estação Meteorológica de Ondina, cuja localização se encontra fora da influência das ilhas de calor da cidade. Portanto, dentro da malha urbana a temperatura pode ter alcançado valores ainda mais elevados.

Com os dados e estudos acima pode-se observar as seguintes características para as regiões de Salvador, como detalhado no Quadro 4:

Quadro 4 - Espaços geográficos de Salvador e suas diferentes características microclimáticas

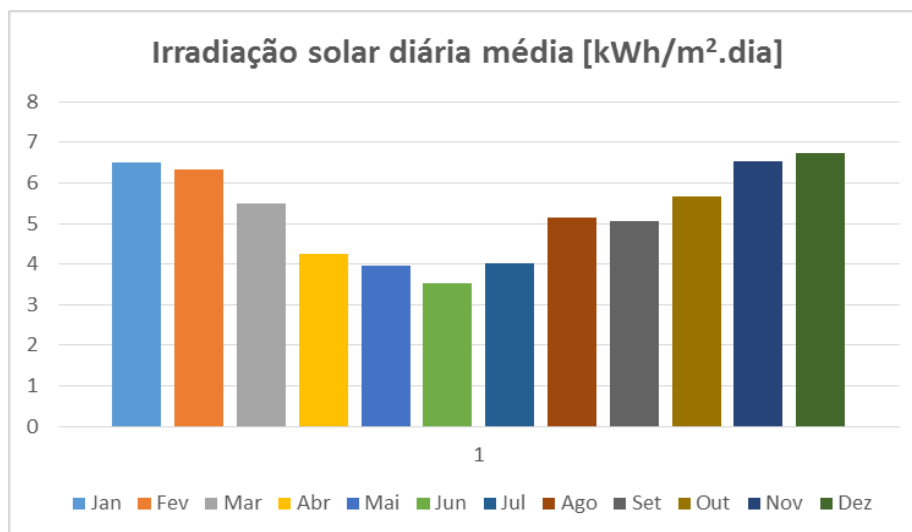
Espaço Geográfico	Topografia	Características microclimáticas comparadas ao mesoclima*
Litoral	Planície Atlântica (cota – menor que 40m)	-Maior velocidade do ar -Maior umidade relativa do ar -Maior pluviosidade -Maior radiação solar
Faixa Baía de Todos os Santos (Faixa da BTS)	Falha geológica (maior parte no nível do mar)	-Maior temperatura do ar -Maior radiação solar -Menor velocidade do ar -Menor pluviosidade
Miolo	Planalto (cotas de 60 m a 100 m no centro)	-Microclima variando de acordo com a orientação da declividade.

Fonte: Adaptação de Nery e outros (1997).

Além da topografia, da temperatura e dos ventos, a radiação solar é um fenômeno importante para a análise do clima local. A radiação solar ao atingir a superfície terrestre passa por alguns processos, como o de espelhamento e o de absorção. No espelhamento são observadas as componentes direta e difusa da irradiação solar, que, ao somá-las, encontra-se a irradiação solar global (VALIATI ; RICIERI, 2005).

O gráfico 2 desenvolvido com os dados do software SunData, fornecido pelo CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito), determina o índice de irradiação solar diária média para a cidade de Salvador. A irradiação média diária para cidade de Salvador é de 5,27 kWh/m² (CRESESB, 2016).

Gráfico 2 - Comparativo mensal da irradiação solar para a cidade de Salvador -Ba



Fonte: CRESESB (2016).

A radiação solar atinge a superfície da cidade de Salvador quase que perpendicularmente, durante o ano todo, graças à proximidade da cidade com o equador geográfico. Esta condição térmica enfatiza a necessidade de sombreamento por vegetação e de preservação da circulação do vento, o que garante o conforto térmico em cidades tropicais.

Conhecendo estes fatores, o regime dos ventos e as coordenadas do sítio, pode-se analisar qualitativamente o comportamento da ventilação e da incidência do sol em relação às ruas e edificações da cidade. As configurações dos espaços urbanos de Salvador sofreram várias transformações nos últimos cem anos.

Foram feitos aterros na Cidade Baixa e ampliações de área construída. Algumas ruas foram alargadas e alguns becos não existem mais. Muitas construções da época foram substituídas por edifícios com mais de 10 pavimentos. Porém, ainda hoje muitas características formais no traçado e nas construções permanecem inalteradas, guardando em certas ruas as feições e o aspecto do século XIX, que possibilitaram a confirmação da análise pretendida (KLÜPPEL, 2009). Desta forma, a construção civil informal e/ou formal vem dando vazão a espaços restritos.

7 APLICAÇÃO DAS SOLUÇÕES DE ENERGIA RENOVÁVEL NAS EDIFICAÇÕES SITUADAS NAS CIDADE DE SALVADOR- BA

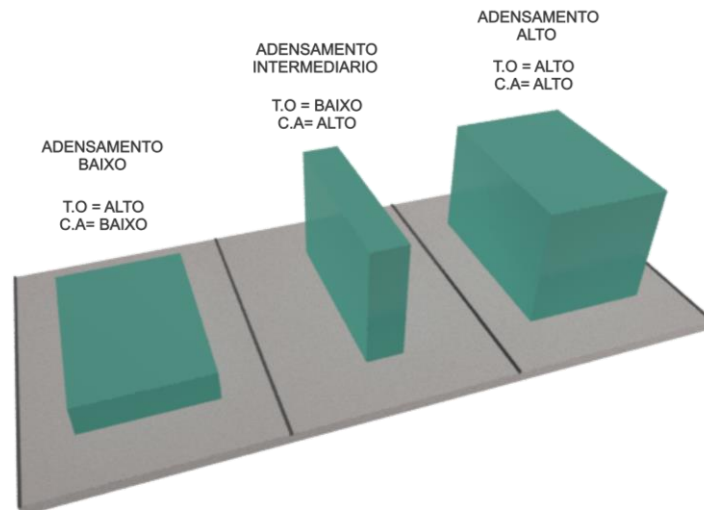
Na concepção de uma edificação, a eficiência energética tem cada vez maior destaque nas questões ambientais. No entanto, para melhorar o conforto térmico de um ambiente ocupado, o consumidor, tem a necessidade do aumento da utilização de aparatos (ar condicionados, ventiladores e etc.) para solucionar os problemas existentes com o aumento térmico nesses espaços, onde há um acréscimo no consumo energético e no valor final da conta de energia. Para equilibrar o custo final, são necessários estudos específicos e planejamento adequado para o desenvolvimento de um projeto sustentável. Aliado a isso, deve-se utilizar soluções em energia renovável para reduzir o consumo de energia. O conforto ambiental está relacionado diretamente com o clima de uma cidade. Ele é um dos parâmetros estudados no desenvolvimento de um projeto de arquitetura sustentável e tem uma relação direta do edifício construído com o ambiente urbano. Segundo Robinson e Bruse (2011), um prédio não tem como ser pensado fora do contexto urbano e climático, mas sim como o reflexo sobre um grupo de edifícios onde uma quadra se torna a escala mínima necessária para uma análise dos parâmetros urbanísticos. Com isso, é importante conhecer os elementos do microclima que mais afetam o conforto humano e, conseqüentemente, o consumo de energia das cidades e dos edifícios, e reconhecer aqueles que podem ser alterados pelo planejamento e pelo desenho urbano.

Na escala urbana as discussões e propostas abordam principalmente as questões de topografia, do adensamento, estrutura morfológica, resíduos, reciclagem, água, energia, redução da área verde e aspectos culturais e socioeconômicos do lugar. Esses elementos colocam o edifício como um elemento de um projeto urbanístico para uma cidade. Ao incorporar uma construção na cidade, deve-se levar em consideração a localização, a infraestrutura, a qualidade ambiental dos espaços internos e o impacto causado na qualidade do entorno imediato, além da otimização e redução do consumo de água, materiais e energia, além da influência do microclima de uma região, sendo que os dois últimos aspectos são fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Para avaliar esses conceitos urbanísticos e os elementos relacionados à energia e microclimas, o objeto de estudo foi a cidade de Salvador, por ser uma cidade de diferentes aspectos geográficos, físicos e com uma morfologia heterogênea, se destacando pelas suas condições climáticas e seus diferentes microclimas. Como verificado no capítulo anterior, o desenho urbano da cidade de Salvador é

definido em 03 (três) áreas distintas: Baía de Todos os Santos (BTS), Miolo e Orla Atlântica, classificados assim pela topografia e pela forma de ocupação da cidade. A metodologia do trabalho se apropriou desses vetores distintos para indicar, analisar e estudar 11 áreas da cidade de Salvador, em situações morfológicas e ambientais que representam a ocupação urbana da cidade, no que se refere a implantação do edifício no lote, os seus recuos, o formato, a densidade (cheios e vazios) e a altura das construções. Em conjunto com essas análises, serão avaliadas quais soluções em energia renovável deverão ser aplicadas. Em particular, a avaliação sobre o uso das energias eólica e solar (placas fotovoltaicas), além de soluções para a redução das ilhas de calor com o uso de jardins verticais e coberturas vegetais. As áreas selecionadas tiveram como referencial os vetores da cidade de Salvador, além disso, alguns conceitos urbanísticos, arquitetônicos e ambientais foram imprescindíveis para a escolha das mesmas. O primeiro conceito considerado foi em relação ao adensamento das cidades, onde é verificado os cheios e vazios da ocupação do solo e a densidade populacional.

Considera-se espaços adensados, locais onde estão concentrados uma elevada densidade urbana. Para algumas certificações sustentáveis, como por exemplo a AQUA, os indicadores de qualidade e densidade de uma área tem três aspectos: T.O. (Taxa de ocupação); C.A. (Coeficiente de Aproveitamento do Solo); densidade construída e populacional; e por último, relação de espaço construído e aberto. No entanto, a relação de densidade urbana, está diretamente relacionada aos conceitos de T.O e C.A apresentados, sendo T.O a projeção do edifício sobre o terreno e C.A. o potencial construtivo, entretanto esses dois índices não devem ser analisados separadamente. Como é representado na figura 50, não é possível obter um alto adensamento efetivo com a redução de ambos os fatores concomitantemente. As reduções dos dois fatores conjuntamente propiciam apenas a diminuição do adensamento especificamente (MACEDO, 2014).

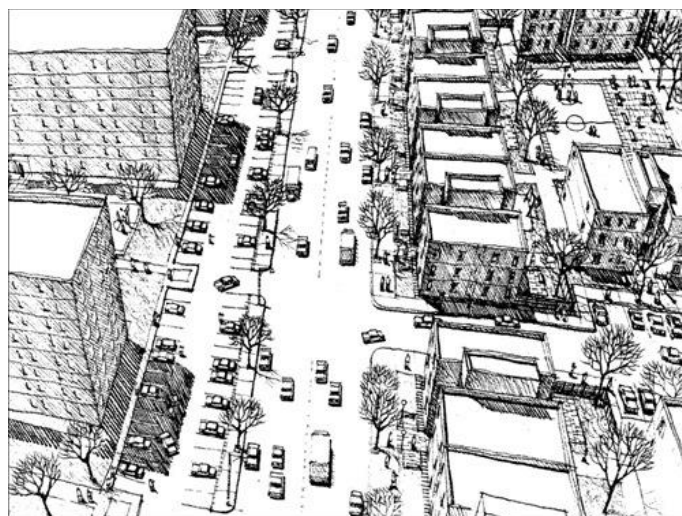
Figura 50 - Aplicação dos índices C.A. e T.O na prática das edificações



Fonte: Reproduzida de Macedo (2014).

Porém, dentro de uma cidade pode haver regiões com o índice de aproveitamento (C.A) menor e o com a taxa de ocupação do solo (T.O) maior e ser mais adensada que uma região com o C.A maior e o (T.O) menor, ou ambas podem ter as densidades iguais com edifícios de alturas diferentes, contanto que as áreas liberadas nos terrenos sejam diferentes, como pode ser visto na figura 51. Afinal a quantidade de cheios e vazios de uma cidade também é um fator determinante da quantidade de pessoas que habitam um espaço urbano. Ou seja, uma área com edificações verticalizadas pode ser mais adensada que uma região com construções horizontais.

Figura 51 - Configurações distintas com mesma densidade final



Fonte: Newman (1996).

De acordo com Jenks e Burgess (2000), baseado na proposta da ‘Cidade Compacta’, a teoria do adensamento sustentável almejado é quando os prédios são mais verticais e liberam espaços abertos no térreo para o uso do espaço urbano. Porém, o que acontece nas grandes cidades brasileiras é que as leis de Zoneamento estabelecem que a maioria dos índices de aproveitamento acompanhem o aumento do gabarito, mas a redução da taxa de ocupação raramente é suficiente para compensar esse aumento. Desta forma, é identificada uma correlação bastante relevante entre verticalização e densidade populacional.

A tipologia das edificações é o segundo critério determinante para a escolha das áreas estudadas. No Caderno das Cidades (2009), são apresentados os resultados dos estudos e análises relacionado ao Espaço e Assentamento, elaborados para subsidiar a atualização do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador. Neste caderno foram definidas as diversas tipologias em relação ao adensamento da Cidade. Na época do estudo, a homogeneidade das áreas foi aplicada como critério básico de enquadramento na maioria das situações. Algumas tipologias, entretanto, se caracterizam pela heterogeneidade decorrente de intensos processos de transformação urbana. Estes casos foram utilizados para complementar o enquadramento final. As tipologias podem ser descritas da seguinte forma: Ocupação Rarefeita - assentamento típicos de áreas não urbanas ou de transição entre a área urbana e rurais (sítios e chácaras de lazer, e pequenas nucleações residenciais em ambiente rurais); Ocupação Horizontal - dividida em cinco subdivisões, onde, em ordem de crescimento vai desde de unidades unifamiliares (casas), para a população de alta renda, perpassando por tipologias residenciais de população de renda média e baixa em estágio avançado de adensamento construtivo (horizontal e vertical) caracterizadas pelas edificações com dois ou mais pavimentos com alto índice de ocupação do solo, até a tipologia de forma mista com grande diversidade tipológicas habitacionais (verticais e horizontais) incluindo outros usos também; Ocupação Vertical - dividida em 2 subdivisões, essa tipologia é caracterizada pela predominância de edifícios com cinco ou mais pavimentos, edificações de apartamentos residenciais ou edifícios comerciais e de serviços, sendo que a primeira divisão corresponde a áreas residenciais de ocupação mais antiga (com altas taxas de ocupação) e áreas comerciais centrais, e a segunda aos edifícios residenciais e ocupação mais novas (SEDHAM, 2009).

As áreas estudadas foram definidas de acordo com os conceitos vistos nos parágrafos acima e pelas suas características urbanísticas: crescimento demográfico não planejado, microclima diversificado e topografia acidentada. Todos foram decisivos para a delimitação

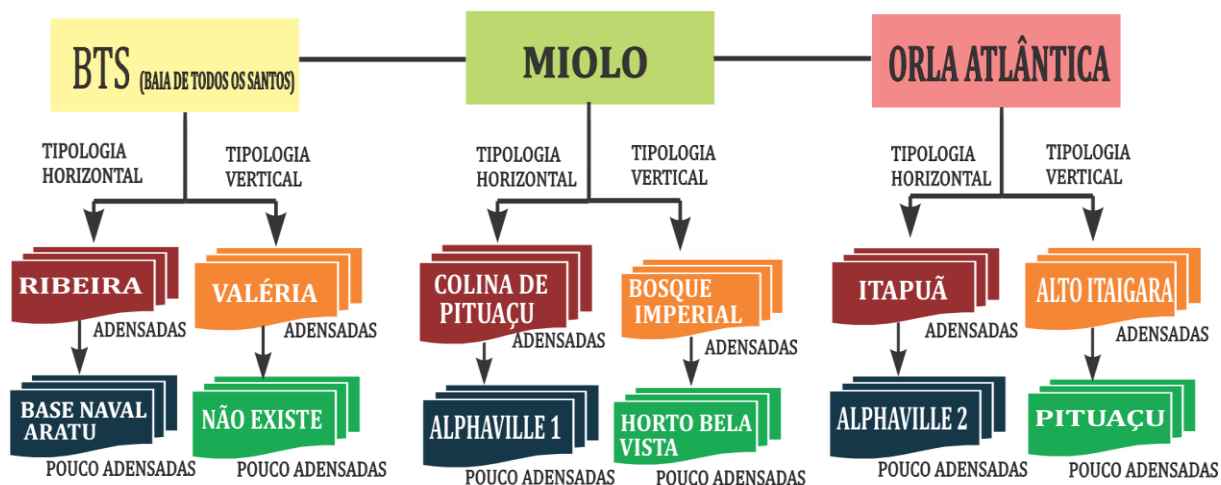
em pequenas áreas, no intuito de verificar o comportamento do sol e do vento, para a aplicação da energia eólica, solar e vegetação. Em cada vetor da cidade (Baía de Todos os Santos (BTS), Miolo e Orla Atlântica), foram selecionadas áreas com diâmetro de 300 m, subdivididas em áreas de ocupação horizontal adensada, horizontal pouco adensada, áreas verticais adensadas e pouco adensadas, identificadas espacialmente no mapa da cidade. Nas figuras 52 e 53 é possível observar a relação das áreas com os vetores da cidade.

Figura 52 - Indicação das áreas estudadas no mapa da cidade



Fonte: Plano 500 adaptado pela autora (2016).

Figura 53 - Fluxograma das áreas escolhidas e separadas pelos vetores da cidade



Fonte: Própria (2016).

Foram realizadas simulações dessas regiões no intuito de estudar, de forma conceitual, a aplicação de soluções que reduzam o consumo de energia e melhorem o conforto urbano. Nas simulações foram feitas modelagens das edificações existentes, considerando a topografia local. Todas as áreas estão posicionadas e localizadas com as coordenadas da cidade estudada (Salvador). A simulação realizada serve como base para estudar o percurso do sol, o sombreamento e a densidade arquitetônica. Para uma análise da ventilação local, este estudo foi baseado dentro da posição dos ventos predominantes e dados do INMET (2016), realizados na estação meteorológica de Ondina, situado no Zoológico da cidade. A representação da posição do sol nas imagens é empírica, definidas pelo programa (AUTODESK REVIT, 2016). Foram definidos dois horários do dia para as observações: as 8:00 horas e as 16:00 horas, realizadas nos meses de junho e dezembro. Nesses períodos o sol tem inclinação diferentes tanto no sentido zenital (perpendicular ao solo), como em relação ao norte verdadeiro. Para a análise não ficar no contexto empírico, foram utilizados os dados da Tabela 3, gerados por meio de satélite através do site Sunearth (2009), confirmando o resultado das simulações.

Tabela 3 - Ângulos de inclinação solar e, relação ao Norte Verdadeiro

Coordenada:		-12.9730401, -38.502304			
Local:		Praça Conselheiro Almeida Couto, 374 - Saúde, Salvador - BA, Brasil			
Data:	21/12/2016		Data:	21/06/2016	
Hora	Elevação (Zenite)	Azimute	Hora	Elevação (Zenite)	Azimute
06:05:34	-0.833	114.3	06:55:04	-0.833	66.12
07:00:00	11.37	111.72	07:00:00	0.26	65.84
08:00:00	25.03	110.05	08:00:00	13.38	61.68
09:00:00	38.78	109.79	09:00:00	25.88	55.57
10:00:00	52.47	111.72	10:00:00	37.28	46.5
11:00:00	65.75	118.84	11:00:00	46.69	32.93
12:00:00	77.02	144.88	12:00:00	52.54	13.63
13:00:00	77.66	211.05	13:00:00	53.12	350.79
14:00:00	66.76	240.13	14:00:00	48.19	330.44
15:00:00	53.55	247.97	15:00:00	39.35	315.78
16:00:00	39.88	250.16	16:00:00	28.25	305.95
17:00:00	26.13	250.02	17:00:00	15.92	299.35
18:00:00	12.45	248.46	18:00:00	2.9	294.85
18:59:12	-0.833	245.7	18:16:49	-0.833	293.88

Fonte: Sunearthtools (2016).

As áreas foram organizadas por tipologia e morfologia, começando pelas horizontais adensadas; Ribeira, condomínio Colina de Pituaçu e Itapuã. Seguidas pelas horizontais pouco adensadas: Condomínio da Base Naval (Aratu), Alphaville 2 e Alphaville1. Após as ocupações horizontais, foram analisadas as verticais adensadas: Valéria, condomínio Bosque

Imperial e o Alto do Itaigara e logo após as áreas das edificações verticais e pouco adensadas: Horto Bela Vista e Pituaçu. Na região da BTS não existem áreas verticais pouco adensadas. Para a localização das áreas estudadas, foi utilizado o novo plano de divisão dos bairros de Salvador em anexo.

7.1 ÁREAS HORIZONTAIS ADENSADAS

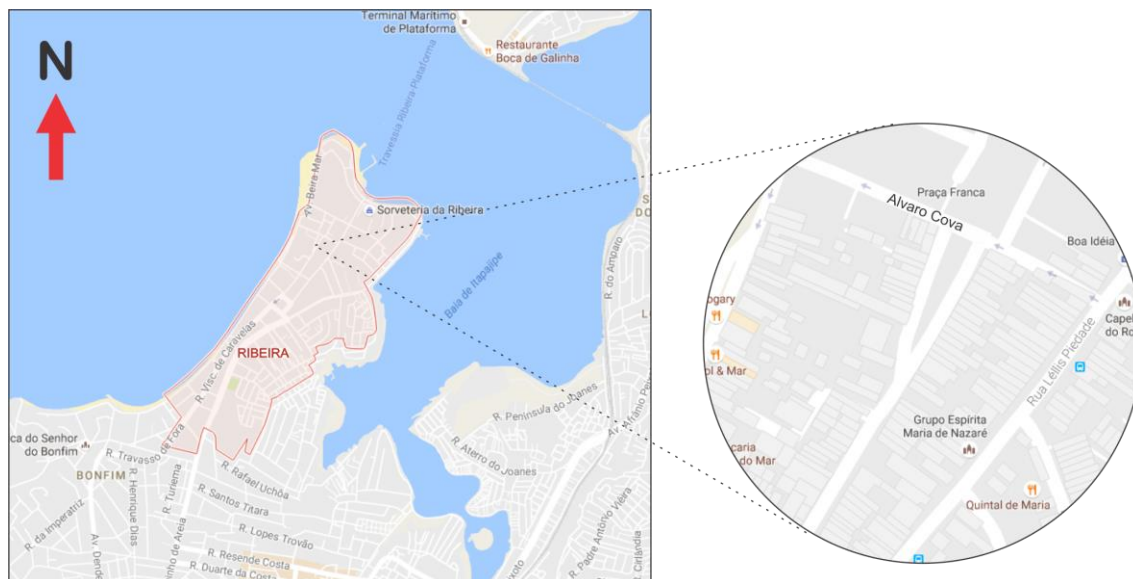
7.1.1 Ribeira

A Ribeira é um bairro antigo da Cidade de Salvador. Ela fica localizada na BTS, à oeste da cidade e é um dos 14 bairros que compõem a Península de Itapagipe, na Cidade Baixa. A história da Ribeira e de Itapagipe se entrelaçam, já que o bairro foi o primeiro a ser edificado na península, vislumbrando a arquitetura dos suntuosos casarões do início dos séculos XIX e XX, que abrigaram as residências da elite soteropolitana da época. As casas foram construídas estrategicamente de frente para o mar (BTS), contemplando um pôr-do-sol (PEREIRA, 2013). O bairro da Ribeira é vizinho ao Bomfim e à Vila Rui Barbosa de um lado, e pela BTS e pela Baía de Itapagipe do outro.

A Ribeira tem como limite: a Travessa Porto do Bonfim, a Rua Mangueira da Ribeira, a Rua Capitão Eugênio, a Rua Jorge Leal Gonçalves, o muro do SESI Ribeira, a Rua Jardim Alvalice, Avenida Porto dos Mestros, a Rua Visconde de Caravelas e a Travessa Porto do Bonfim (SANTOS; DE PINHO, *et al.* 2010).

A área definida como estudo desse bairro está localizada próxima a Avenida Beira Mar, ocupando os quarteirões entre a Rua Marques Santos Amaro e a Rua Lellis Piedade e a transversal Rua Álvaro Covas como mostra a figura 54. As edificações têm suas fachadas no sentido noroeste, sudeste, nordeste e sudoeste.

Figura 54 - Ribeira: mapa de localização



Fonte: Google Maps (2016).

A área escolhida da Ribeira indicada na figura 55, encontra-se entre três e seis metros de altitude em relação ao nível do mar, tornando sua topografia pouco acidentada e plana, estando localizada na parte baixa da cidade. A área que foi feita a modelagem para a simulação é uma área adensada devido a implantação das edificações. Elas foram condicionadas pela topografia e se encontram muito próximas umas das outras, quando não coladas, sem nenhum espaço de circulação lateral. Não existe uma lógica nas construções, no tamanho dos lotes e nem nas vias de circulação internas. Com isso, praticamente não existem áreas verdes. Essa disposição do desenho urbano pode ser percebida na figura 55, onde está representada a área visualizada vista de cima.

Figura 55 - Ribeira – Ocupação do Solo



Fonte: Própria (2016).

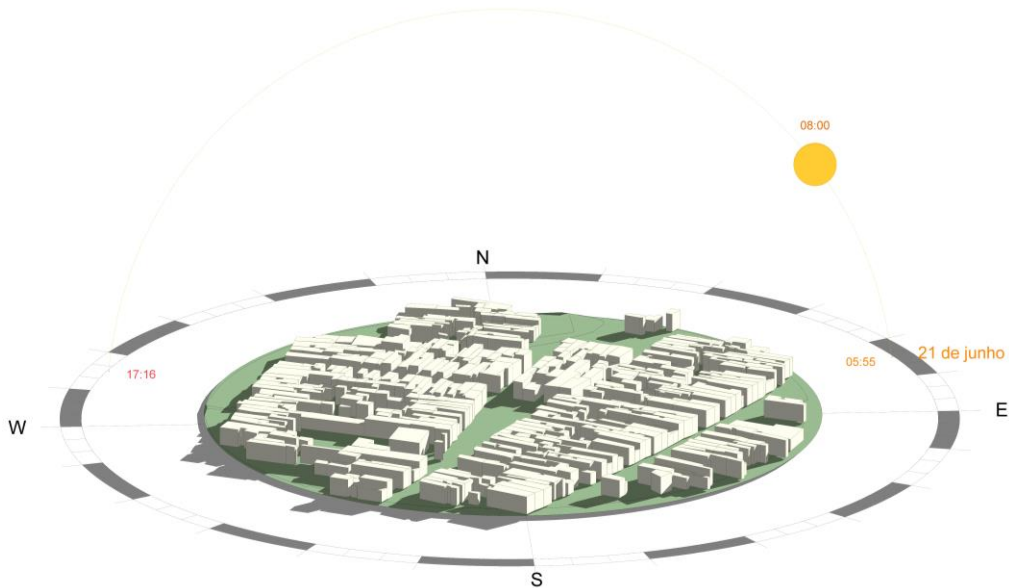
Por estar localizada próxima do mar da BTS, a região é ventilada pelas brisas que sopram do mar para o continente. Porém, os ventos predominantes que vem do Sudeste sofrem interferência das próprias construções e da topografia da cidade, já que para o sudeste dessa área encontra-se o Miolo (planalto), que funciona como uma barreira, reduzindo a velocidade do vento no sentido sudeste – noroeste, nas partes mais baixas da BTS.

Por ser uma área com mais cheios do que vazios (adensadas), com edificações horizontais, quase todas com a mesma altura e sem ultrapassar os quatro pavimentos, como pode ser observado nas figuras 56 e 57. Isso incapacita as construções de ter aberturas laterais entre as residências, impedindo que o vento permeie entre as edificações e impossibilitando as soluções passivas, como o uso da iluminação natural e da ventilação cruzada. Assim, o ambiente interno torna-se escuro e pouco ventilado, que são fatores importantes para um bom desempenho térmico da construção, proporcionando economia de energia. Por estarem na mesma cota de nível e em alturas semelhantes, as coberturas passam a ser o elemento

construtivo mais vulnerável à absorção térmica. Por serem as partes das edificações mais expostas, e como os raios solares incidem perpendicularmente por mais tempo, é preciso um cuidado especial com esse elemento. O tipo e o material escolhido para o telhado são responsáveis por metade do calor que entra na edificação. A falta de espaço entre as construções e espaços abertos neste raio, restringe a área verde (poucas árvores e plantas), aumentando a possibilidade de ilhas de calor em determinados períodos do dia e do ano.

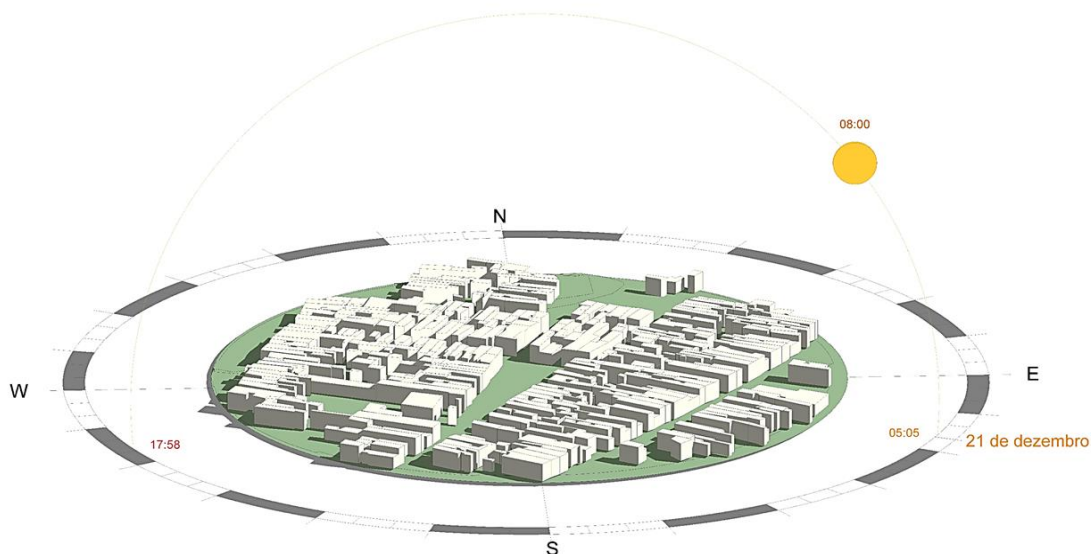
No período da manhã (oito horas), tanto no verão, quanto no inverno, observa-se que as edificações proporcionam poucas sombras nas ruas e nos vizinhos conforme a figura 56 e 57. Em junho, o sol nasce a 30° nordeste, incidindo a maior parte da manhã nas fachadas nordeste e sudoeste, como visto na imagem 56. Já em dezembro, o sol nasce a 30° sudeste, e a incidência do sol está voltada um pouco mais na direção sudoeste que no nordeste. Com isso, no período da manhã as sombras são maiores em junho do que em dezembro, deixando a temperatura da região menor neste período.

Figura 56 - Ribeira: Estudo da Insolação – 21 de junho as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

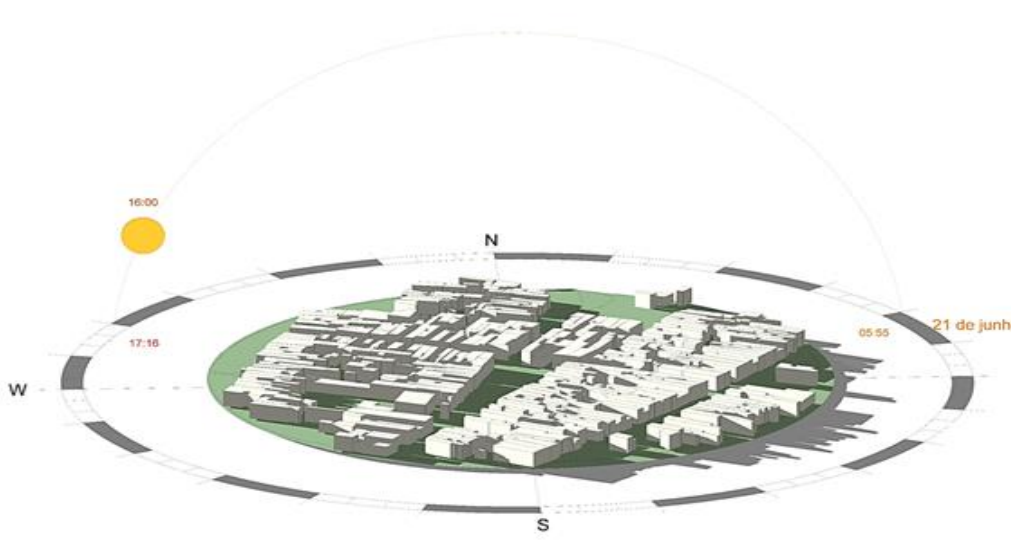
Figura 57 - Ribeira: Estudo da Insolação – 21 de dezembro as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

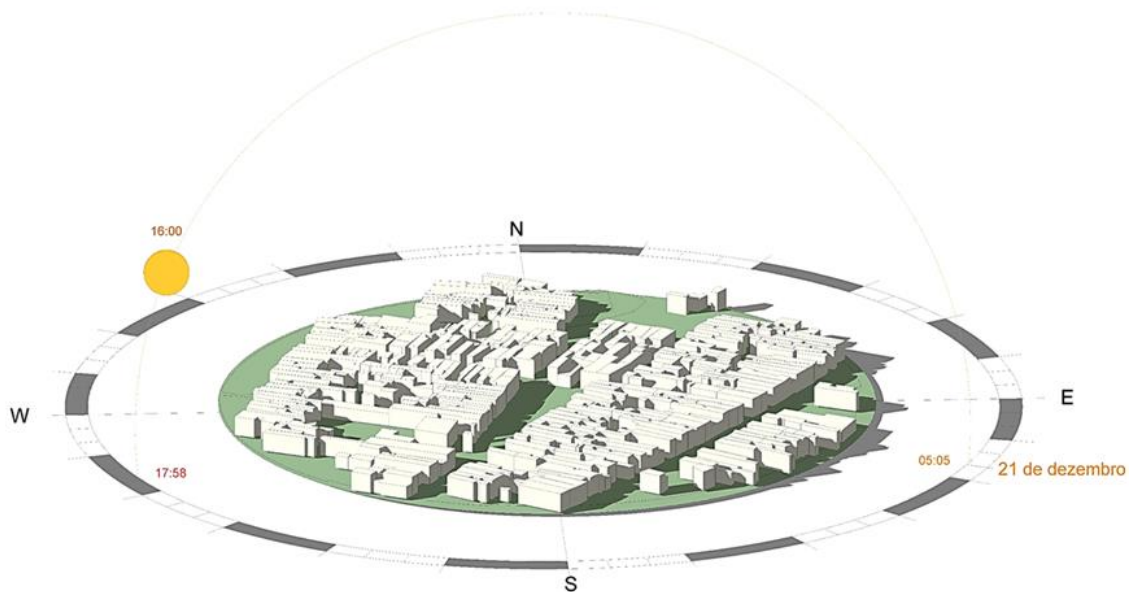
Já no final da tarde (16:00hrs), observa-se que no inverno o sol se põe a 25° noroeste, enquanto que no verão a 30° sudoeste. Assim como no período da manhã, as sombras são maiores no inverno. Nesta época do ano as sombras estão voltadas para o sudeste em junho e para o leste em dezembro, como mostram as figuras 58 e 59. Com esses estudos é correto afirmar que as fachadas nessas residências estão voltadas para o nordeste e estão expostas ao sol o ano todo.

Figura 58 - Ribeira: Estudo Insolação – 21 de junho às 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Figura 59 - Ribeira: Estudo da Insolação. 21 de dezembro as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Considerando a proximidade das construções, todas serem horizontais, além da direção e velocidade dos ventos na região, não se recomenda a utilização de aerogeradores eólicos individualizados nestas residências, pois, para gerar energia, precisariam de ventos constantes e com uma velocidade no mínimo de 2,5m/s. Como esta é uma área de borda da cidade, os miniaerogeradores podem ser utilizados dentro de um sistema híbrido, juntamente com a energia solar. Para esse tipo de construção o ideal é utilizar miniaerogeradores verticais, pois se adaptam a várias direções dos ventos e se movimentam mais facilmente. E caso sejam adquiridas, o ideal é que as minitorres horizontais estejam voltadas para o sentido oeste- noroeste (direcionadas para as brisas marítimas).

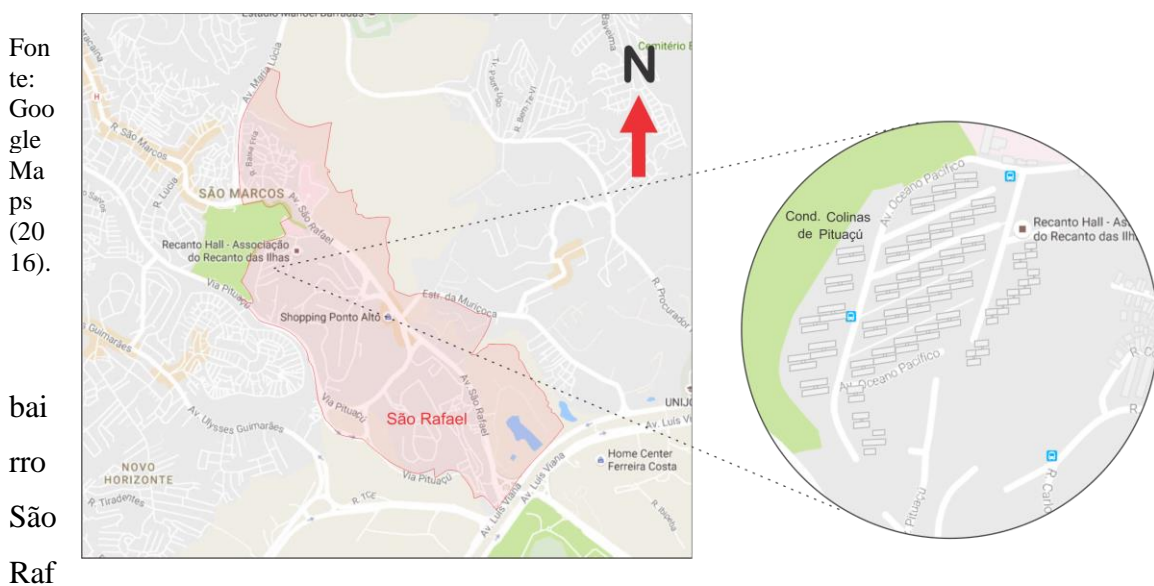
Outra opção para a redução da temperatura interna é utilizar os telhados verdes, pois esses evitariam que o sol incidisse diretamente na cobertura, reduzindo a troca de calor local e tornando os ambientes internos e externos menos quentes e mais úmidos. O ideal seria o uso de placas solares fotovoltaicas e os telhados verde simultaneamente. Para as fachadas que estão voltadas para o nordeste, alternativas como brises e jardins verticais ajudariam a esfriar esses ambientes. A instalação das placas solares, caso não seja possível direcioná-las para o norte geográfico, teriam como opção a instalação com suas faces voltadas para o nordeste.

7.1.2 Colinas de Pituacú

O condomínio Colinas de Pituacú está situado no bairro de São Rafael localiza-se no Miolo de Salvador, e surgiu do desmembramento do bairro de São Marcos. Todo bairro está relacionado à presença do hospital São Rafael. Nos primórdios, o bairro era isolado do centro de Salvador e não tinha luz elétrica, nem água encanada. Existiam apenas chafarizes e fontes nos quais pegava-se água para beber e tomar banho. Cercado pela Mata Atlântica localiza-se no bairro uma das nascentes do rio Passa Vaca e em sua área também passa o rio Pituacú. Atualmente é formado por grandes condomínios como Colinas de Pituacú e Bosque Imperial. (SANTOS; DE PINHO, *et al.*, 2010).

Ele está cercado pelos bairros, conforme a figura 60 de Tancredo Neves, Sussuarana, Pau da Lima, Vila Canária, Sete de Abril, Jardim Nova Esperança, Nova Brasília, N. S. da Vitória e Trobogy. Seu principal logradouro, a Avenida São Rafael, liga o Jardim Botânico da Mata dos Oitis à Avenida Paralela. Seu limite geográfico é: Avenida Maria Lúcia, Rio do Coroado, a Estrada da Muriçoca, Conjunto Moradas do Campo, Rio Passa Vaca, o limite da CHESF – inclusive, até a Avenida Luís Viana, a Via Pituacú, a Avenida Oceano Pacífico, a Casa da Criança com Câncer, a Escola Municipal Doutor Orlando Imbassahy e a Avenida São Rafael. A área de estudo é um condomínio de prédios baixos, com 4 pavimentos, situado entre a avenida São Rafael e a via de Pituacú. As vias locais onde se encontram as edificações são: avenida Oceano Atlântico e avenida Oceano Pacífico, conforme mostra a figura 60.

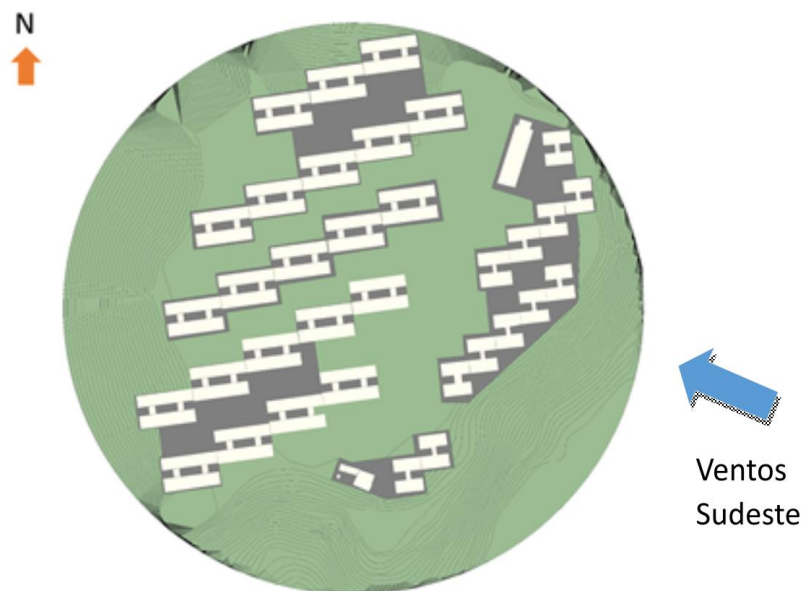
Figura 60 - Colinas de Pituacú, Mapa de localização



ael está localizado em um ponto elevado da cidade, onde suas cotas de nível variam de 30 a

75 m em relação ao nível do mar e apresenta topografia acidentada. A região estudada fica em um dos pontos mais altos da região, entre 60 e 75 m. As construções possuem volume e largura similares, e são próximas umas das outras, chegando, em alguns casos, a encostar nas fachadas, tornando-as adensadas como mostra a figura 61. Apesar de serem implantadas de forma planejada, parece não ter havido um estudo ambiental correto. As edificações foram distribuídas no terreno em forma de corredores, o que permite a canalização dos ventos, possibilitando soluções como o uso da ventilação cruzada. As fachadas maiores estão voltadas para o norte e para o sul, sentido oposto à ventilação predominante de Salvador, o que reduz o acesso ao vento no interior da edificação. Pois, em fachadas voltadas para o norte, segundo o Anemograma de velocidade predominante por direção para a cidade de Salvador, só existe a possibilidade de ocorrência de ventos no verão, e mesmo assim com uma velocidade pequena, com uma média de 1m/s. Os ambientes voltados para Sul, terão acesso a ventilação em todas as estações do ano, com uma velocidade média de 3m/s. Assim como na Ribeira, o fato das edificações terem a mesma altura exige uma atenção maior com os materiais escolhidos para a cobertura, para evitar o aquecimento excessivo dos ambientes internos. Essa região, mesmo fazendo parte do Miolo, tem o privilégio de estar rodeada por uma vasta área verde, contribuindo para a redução da ilha de calor local.

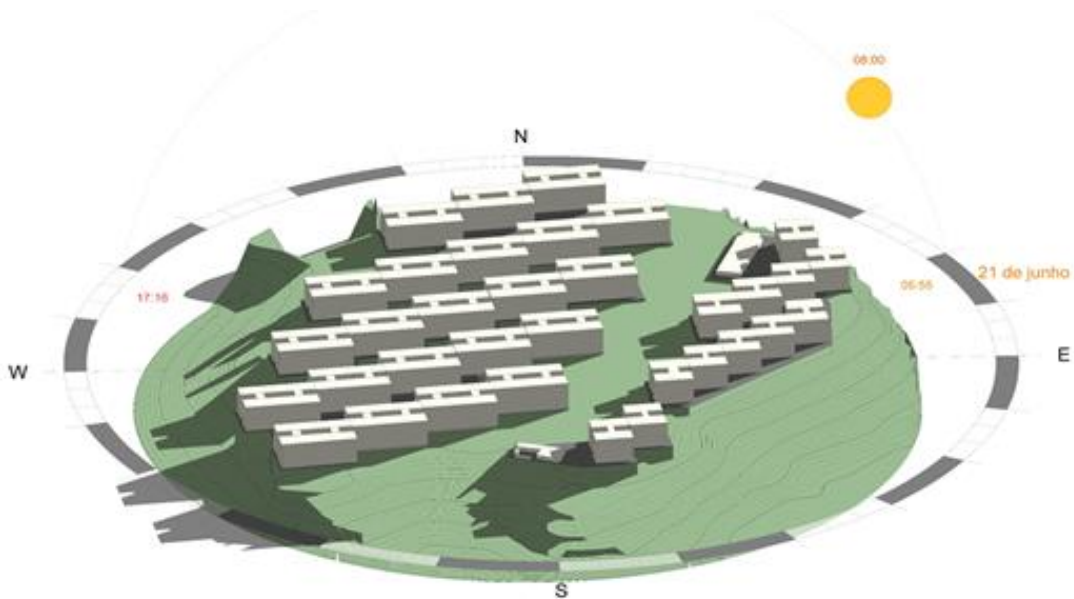
Figura 61 - Colinas de Pituaçu: Ocupação do Solo



Fonte: Própria (2016).

Observando as figuras 62 e 63, percebe-se que as edificações estão, em sua grande maioria, na cota de nível 75m, o que dificulta a passagem do vento entre elas. Devido a direção em que elas foram implantadas, as edificações voltadas para o Sul criam uma barreira para as demais, como um pequeno grupo que está implantado no lado leste da região selecionada. Essas edificações estão localizadas na cota de nível 60m, conforme o mapa topográfico da cidade (TOPOGRAPHIC-MAP, 2016). As construções são ventiladas por estarem localizadas onde tem o acesso aos ventos sudeste, predominantes da cidade. Com relação a insolação, pode-se verificar nas simulações feitas que no turno matutino, as 8 horas, o sol incide no sentido nordeste/ sudoeste. No inverno, conforme apresenta a figura 62, o sol nasce a 30° na direção nordeste e um pouco mais tarde. Quando comparada ao verão neste horário, a área de sombra é maior e voltada para o sudoeste. No verão, indicado na figura 63, o sol nasce a 30° no sentido sudeste e as fachadas com sombras são aquelas que estão voltadas para Oeste. No verão, as edificações sofrem mais com a irradiação solar do que no inverno.

Figura 62 - Colinas de Pituacú, Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

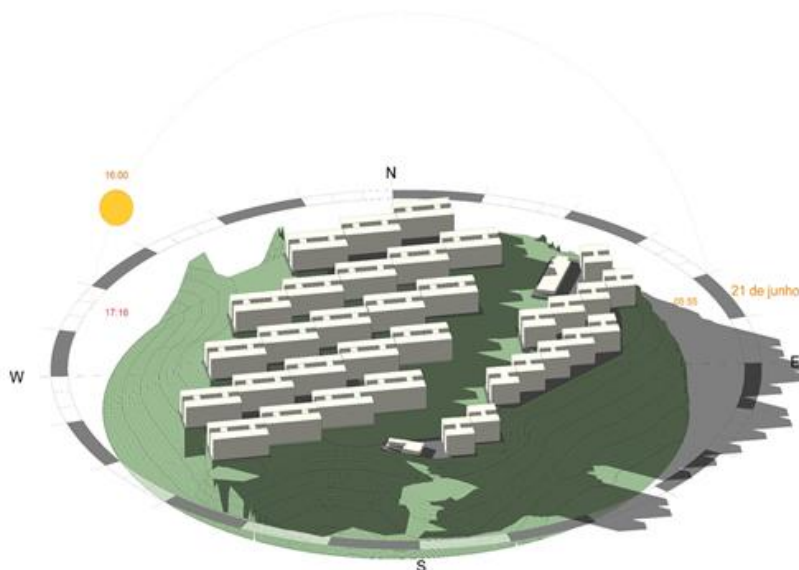
Figura 63 - Colinas de Pituacú, Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

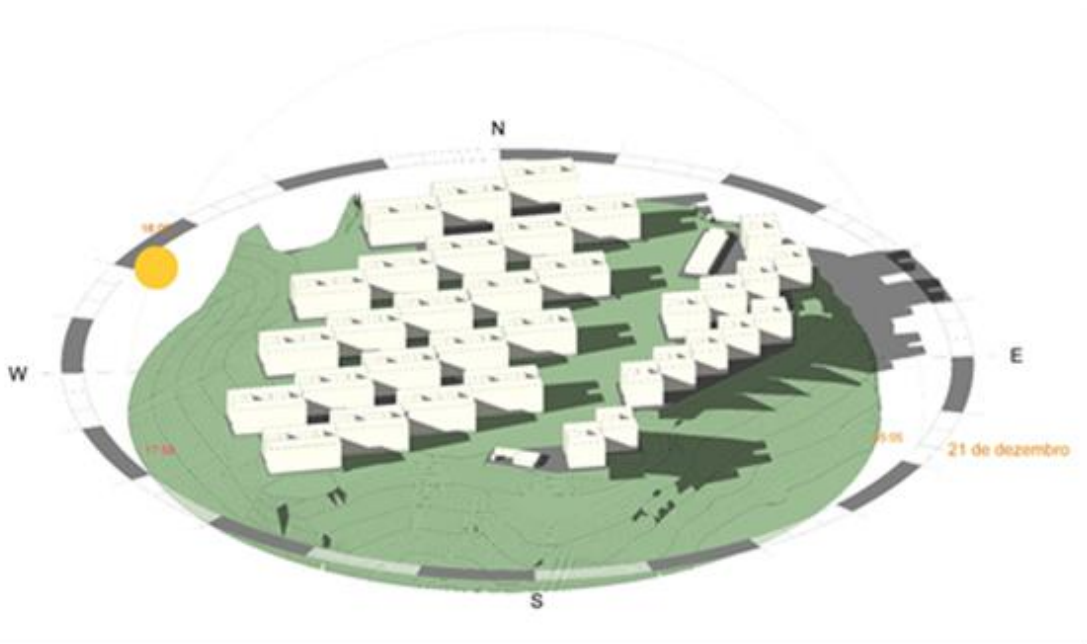
Enquanto isso, no período vespertino (16 hrs), conforme a figura 64, o período de maior sombreamento está no sentido noroeste – sudeste/Leste, nos meses de junho. Enquanto que em dezembro, o sol incide nas edificações no sentido sudoeste-nordeste, representado na figura 65.

Figura 64 - Colinas de Pituacú, Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Figura 65 - Colinas de Pituaçú, Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Considerando o mesmo horário no verão, observa-se que as sombras têm uma extensão menor que no inverno. Neste contexto, as edificações voltadas para sul, além de mais ventiladas, são também as menos quentes. É necessário haver um cuidado maior com os materiais aplicados nas fachadas norte, evitando a absorção do calor pelas edificações e também a reflexão dos raios solares, contribuindo para a formação de ilhas de calor.

A área delimitada, o condomínio Colina de Pituaçú, está num ponto privilegiado da cidade com relação ao clima urbano local e ao uso de soluções que minimizem o consumo de energia. Por estar em um ponto alto e bem ventilado da cidade, é possível utilizar tanto a energia solar, quanto a eólica. Mesmo com diferentes cotas de nível, as edificações estão implantadas de forma que todas elas permaneçam com as coberturas expostas ao sol o ano inteiro, facilitando o posicionamento das placas solares para o norte, direção de melhor rendimento da placa fotovoltaica. Assim como é ideal para a utilização de placas solares, o uso de telhados verdes é essencial para minimizar os efeitos do aquecimento térmico do entorno e do ambiente interno, ajudando a tornar as edificações mais energeticamente eficientes. Por mais que seja uma região ventilada, devido a sua altitude, não se observa um planejamento nas edificações existentes pensando em aproveitar a ventilação local. Os corredores criados pelo conjunto de edificações deveriam ser voltados para o sudeste, direcionando o vento e possibilitando a ventilação cruzada, de forma a resfriar os ambientes.

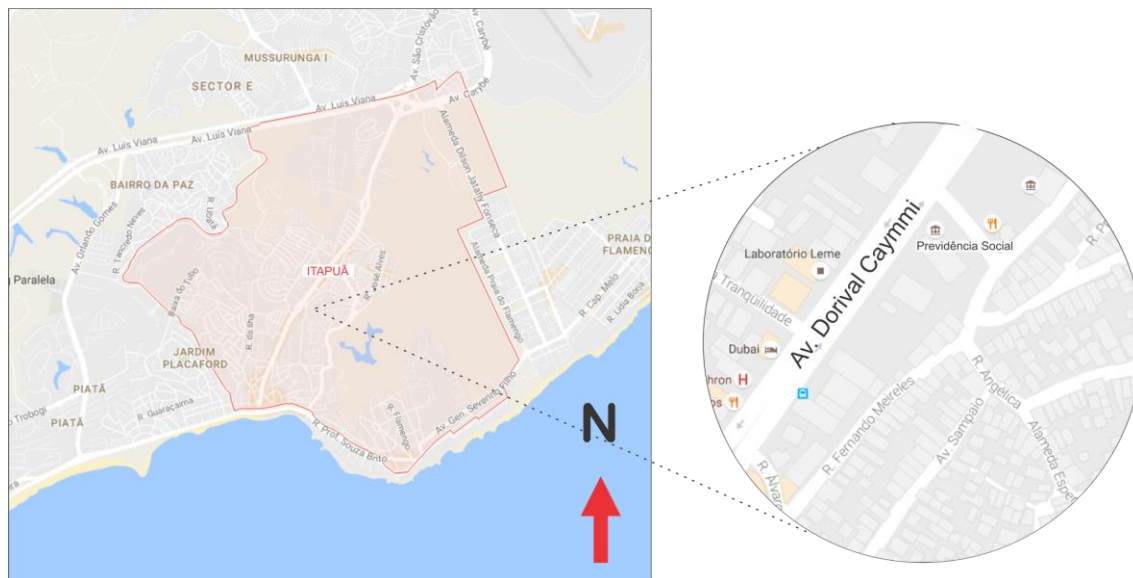
Por estarem em um ponto alto da cidade seria interessante o uso de rotores eólicos verticais, possibilitando a geração de uma parte da energia consumida. O ideal é utilizar o sistema híbrido de energia renovável durante a noite ou em dias nublados, assim a falta da energia solar seria compensada com a energia eólica. E como essas edificações são residenciais e de uso coletivo, o custo inicial para a implantação desse sistema torna-se mais viável do que na região da Ribeira, onde as construções na sua grande maioria são para uso residencial e unifamiliar.

7.1.3 Itapuã

Itapuã já foi considerado como um lugarejo distante. Na década de 50, Itapuã era uma aldeia de pescadores, enquanto que na década seguinte tornou um local de veraneio. Nos anos de 1970 virou um bairro através da construção da pista que liga a orla de Salvador e de outras intervenções urbanísticas (CÂMERA, 2014). Itapuã está delimitado pelos bairros: Jardim Placaford, Bairro da Paz, São Cristóvão e Praia do Flamengo, além de ser banhada pelo Oceano Atlântico. Segundo Santos, de Pinho, *et al.*, (2010), os limites do bairro são: Avenida Luís Viana, Alameda Praia do Flamengo, Rua Albacora, Rua Sargento Walmir Bannach, Rua Carapeba, Rua Guaraçaima, Rua Juiz Orlando Heleno de Melo, 1º Travessa Princesa Isabel, Rua Princesa Isabel, Rua Desembargador João Azevedo Cavalcante, Rua Deputado Paulo Jackson, Baixa do Tubo, Travessa e Rua Nova Esperança, Rua Juazeiro, Travessa Juazeiro, Rua da Natividade, Rua Bonsucesso, Rua das Acácias, Rua do Cabo Branco, Rua Rafael Pastore Neto, o leito do Rio da Mangabeira, Rua Vale do Tubo e Rua Luís Eduardo Magalhães.

A área de estudo é adensada em uma região residencial, com a tipologia horizontal e com construções que tem entre um e três pavimentos. Esta região encontra-se delimitada pelas Av. Dorival Caymmi, e as ruas locais Rua Fernando Meireles, Avenida Sampaio, Alameda da Esperança, Rua Mandacaru e Rua 1º de Novembro como mostra a figura 66.

Figura 66 - Itapuã. Mapa de Localização

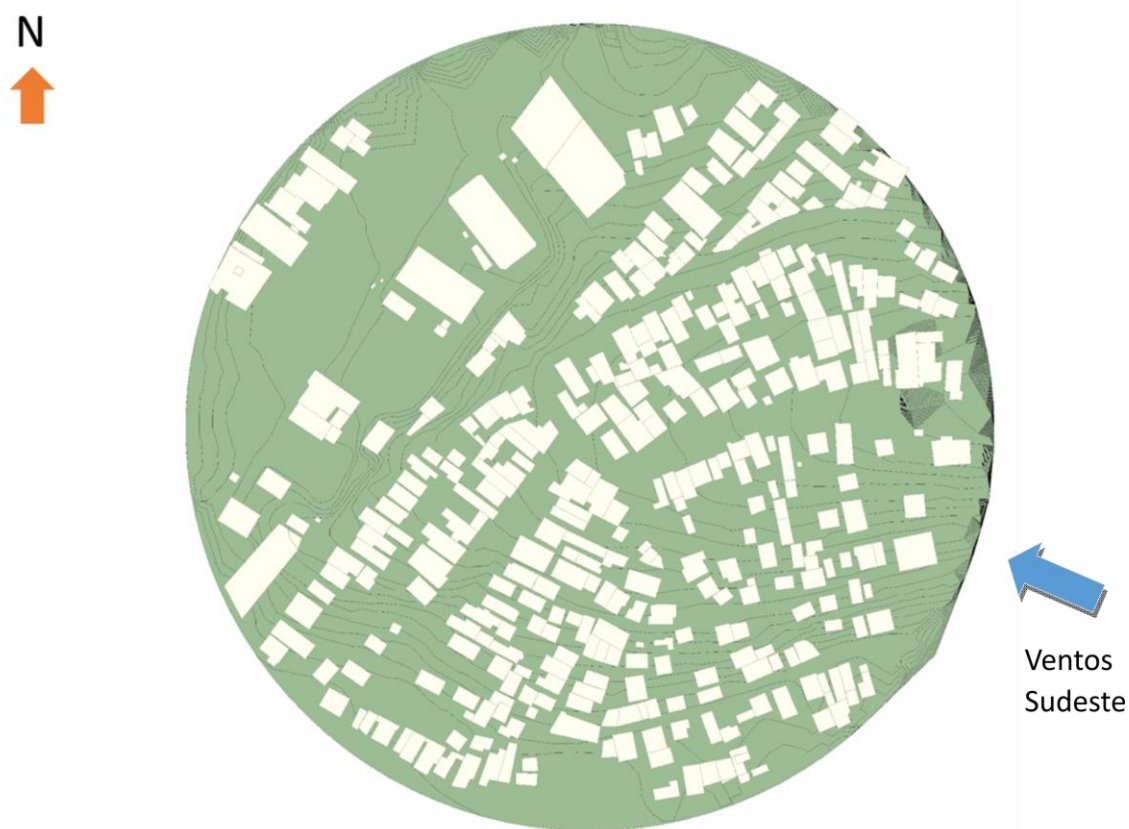


Fonte: Google Maps (2016).

Localizado a uns 30 metros da Orla Atlântica a região escolhida dentro do bairro de Itapuã conforme a figura 67, tem topografia irregular, com cotas situadas entre quinze e vinte e cinco metros do nível do mar. Seu desenvolvimento urbano foi desordenado, gerando assim um alto grau de adensamento. As edificações foram implantadas sem um estudo prévio, em de acordo com as diferenças de nível do terreno e com pequenas distâncias entre elas. Embora estejam próximas da Orla, local mais ventilado da cidade, não se observa a canalização das correntes de vento.

Apresenta-se também como uma região com altas temperaturas, pois as áreas que foram modeladas estão no centro do bairro e por conta da forma que o desenho urbano se desenvolveu, a massa construtiva se tornou maior que os espaços vazios, limitando a inserção da vegetação no local, conforme a figura 67.

Figura 67 - Itapuã: Ocupação do solo

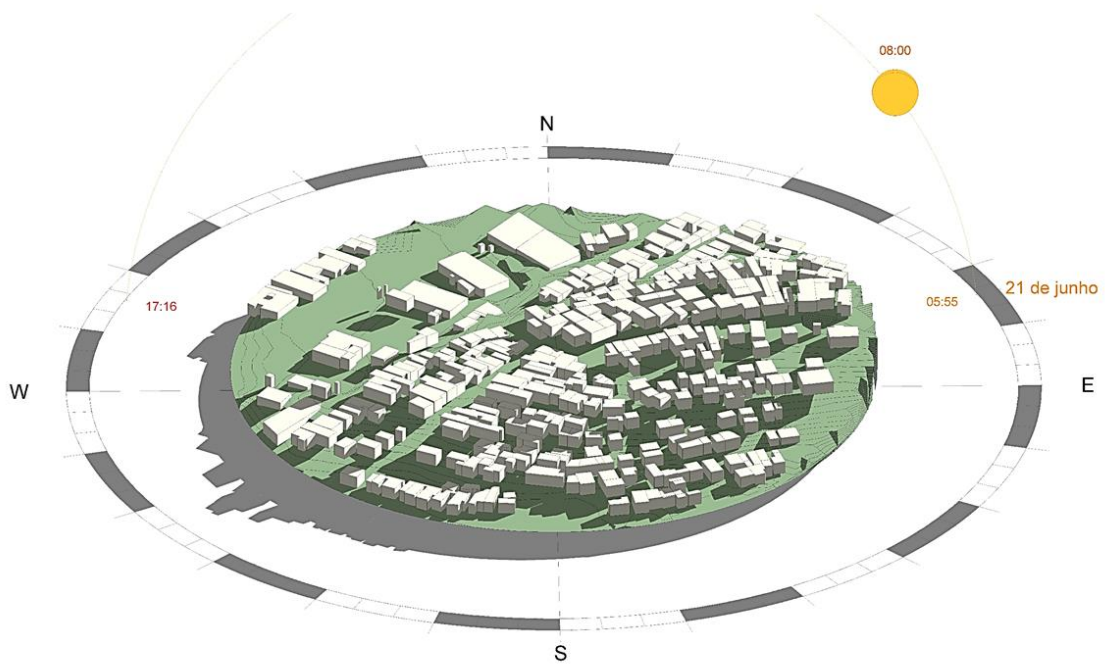


Fonte: Própria (2016).

Como as cotas de níveis mais elevadas estão no meio da região modelada, as residências que estão sobre elas acabam se tornando barreiras de vento para as construções que estão implantadas nas cotas mais baixas. Como mostram as simulações, nas imagens 68 e 69, o acesso aos ventos é limitado nessas construções. Para que se possa utilizar geradores eólicos deve haver um estudo mais apropriado, pois o seu desenho urbano dificulta a instalação de torres na cobertura dessas construções. Outro fator que dificulta a utilização dessa tecnologia é a condição financeira da população local, formada por famílias de baixa e média renda, embora esse fator não seja determinante para essa dissertação. Mesmo com diferenças de cota de nível, pode ser verificado que as coberturas das construções não terão área de sombra, continuando a ser o principal elemento arquitetônico a ter acesso total do sol, conforme as figuras 68 e 69.

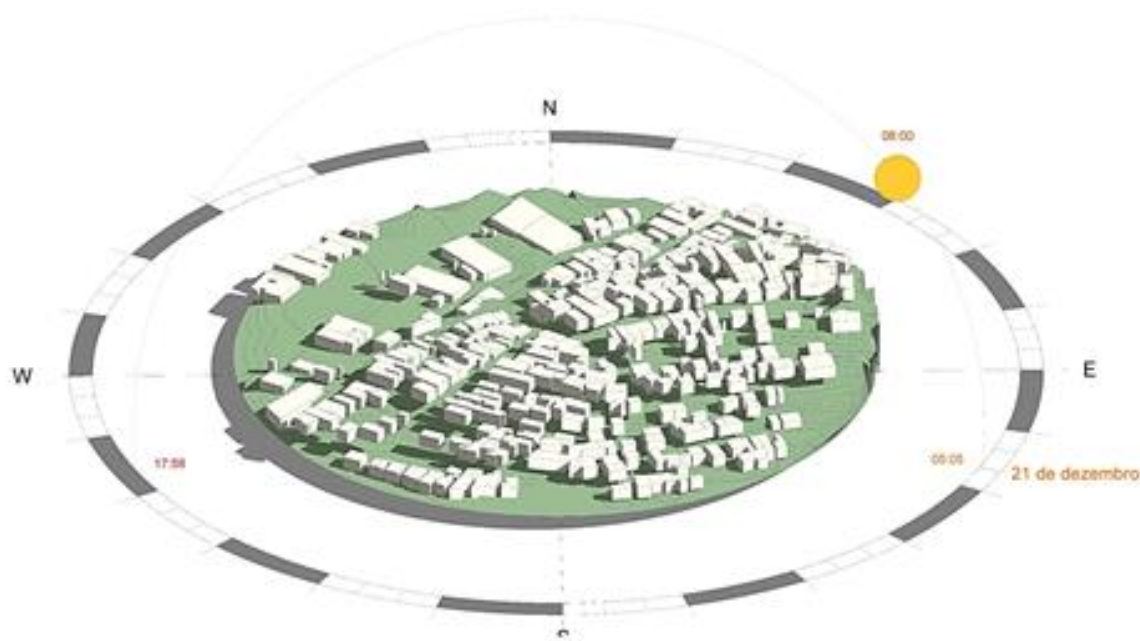
No período da manhã as 8:00 horas, o sol nasce no sentido nordeste-sudoeste, no inverno. Já no verão, o sentido do sol é sudoeste-sudoeste em relação a norte verdadeiro. No período do inverno as sombras feitas pelas construções são mais longas que no período do verão. Em junho, as fachadas sombreadas são voltadas para o sul e sudoeste como mostra a figura 68, enquanto que no verão, as fachadas que terão sombra serão as voltadas para o Oeste e Noroeste, formando uma pequena área de sombra ao redor das edificações, de acordo com a figura 69. Mesmo que no inverno as sombras sejam maiores no mesmo horário que no verão, pelo fato das construções terem altura similares, elas não minimizam o calor interno, pois as coberturas continuam sendo o elemento de maior exposição ao sol.

Figura 68 - Itapuã: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

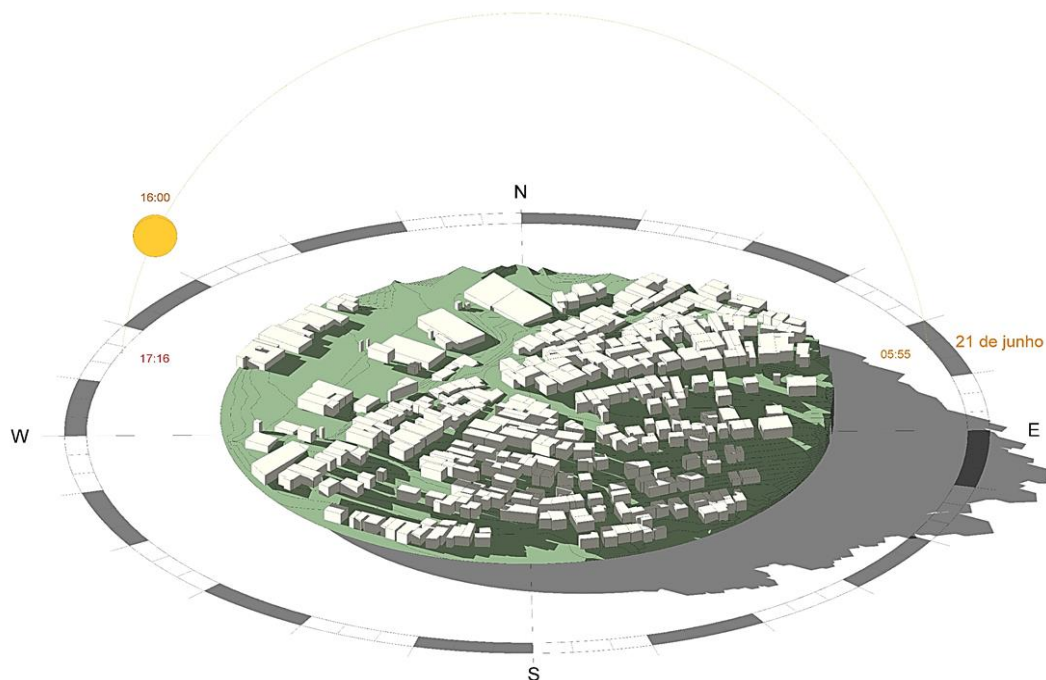
Figura 69 - Itapuã: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

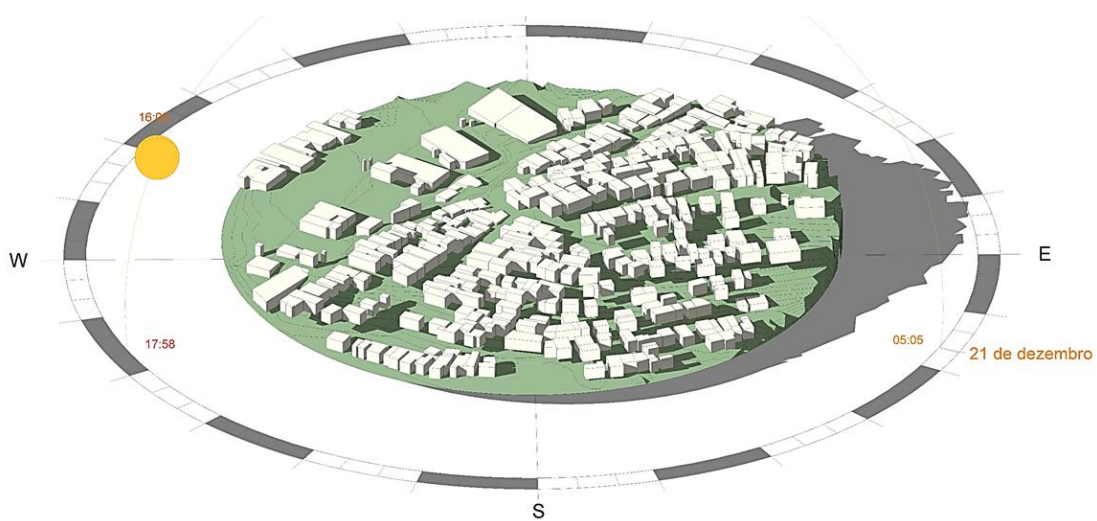
Já no período da tarde, as 16:00 horas, o sol se põe noroeste- sudeste no inverno, como indicado na figura 70. Neste período, as construções que estão nas cotas menores voltadas para o sudeste, são sombreadas pelas edificações que estão nas cotas superiores. Esses sombreamentos são um fator importante na melhora do conforto térmico da cidade. Enquanto no verão a direção do sol está sudoeste – nordeste, quase leste de acordo com a figura 70, no verão, as construções que estão em níveis mais baixos em suas coberturas não têm projeção das sombras, das edificações em maior altitude.

Figura 70 - Itapuã: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016)

Figura 71 - Itapuã: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

De acordo com estudos baseados nesta região, o uso de telhado verde como inibidor de calor seria a solução ideal para amenizar as ilhas de calor, geradas pela grande massa construtiva existente. Essas massas também impedem a circulação dos ventos entre as edificações, o que estimula a se usar formas mecânicas de refrigeração, aumentando o consumo de energia. Para reduzir o custo desse elevado consumo, recomenda-se o uso de placas fotovoltaicas instaladas nas coberturas. Essa é uma boa solução pois o sol incide o ano todo em quase todas as construções da área modelada, mesmo que no verão, no horário da tarde, algumas residências não tenham acesso ao sol.

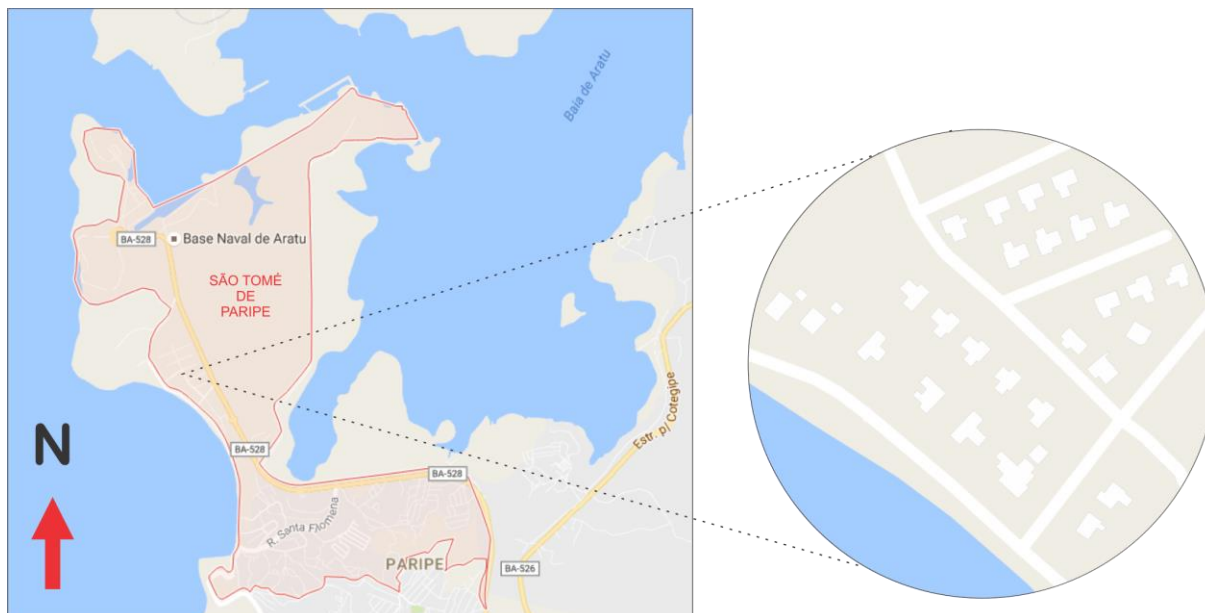
7.2 ÁREAS HORIZONTAIS POUCO ADENSADAS

7.2.1 Base Naval de Aratu

A área de residências da Base Naval de Aratu, está situado no bairro São Tomé de Paripe está situado no Subúrbio Ferroviário, próximo à Ilha de Maré. Surgiu depois do bairro de Paripe e durante muitos anos foi um atrativo para veraneio. Dizem que, em um passado remoto, este lugar foi o Quilombo do Tororó, formado por escravos pescadores. São Tomé de Paripe já abrigou várias fábricas, entre elas a Companhia de Cimento de Salvador (COCISA). Atualmente, existe no local um cais da Usina Siderúrgica da Bahia (USIBA), que serve como terminal de descarga de navio de minério, um terminal marítimo para as ilhas próximas e a Base Naval de Aratu (SANTOS; DE PINHO , *et al.*, 2010).

A região escolhida para a área de modelagem, conforme a figura 72, está localizada na área da Base Naval de Aratu, estrategicamente situada na Baía de Todos os Santos e próxima a importantes polos de desenvolvimento industrial. A Base Naval de Aratu é uma Organização Militar Prestadora de Serviços-OMPS, subordinada ao Comando do Segundo Distrito Naval e da Base Naval de Salvador. Além dos polos industriais, o bairro é delimitado pela Baía de Todos os Santos, pela Baía de Aratu e o pelo bairro de Periperi. Os limites do bairro são: Baía de Todos os Santos, Praia de Tubarão, Rua Eduardo Dotto, Rua Humberto Silva, Rua Alto da Bela Vista, Ailton Mello, a Rodovia BA-528, o limite entre Salvador Simões Filho e a Baía de Aratu. Dentro dessa região, a área trabalhada situa-se próxima a estrada da Base Naval de Aratu (BR 528) e a BTS.

Figura 72 - Base Naval: Mapa de localização



Fonte: Google Maps (2016).

A modelagem para a simulação do estudo de sombras, foi realizada em um condomínio de residências unifamiliar, horizontais, pouco adensadas e localizadas nas cotas de nível entre três e cinco metros de altitude. Mesmo estando em baixa altitude em relação ao resto da cidade, a topografia não tem interferência nos aspectos climáticos locais, não cria barreiras contra o vento, nem contra o acesso ao sol. As residências foram implantadas de tal forma, que contribuem para a passagem do vento predominantemente sudeste entre elas, conforme a figura 73. Como a região está no meio da Baía de Todos os Santos e da Baía de Aratu, ela recebe, além do vento predominante, as brisas marítimas. É uma região bastante arborizada e próxima de grandes áreas verdes, tornando o clima local agradável e ventilado, reduzindo assim o efeito estufa e evitando a formação de ilhas de calor.

Figura 73 - Base Naval: Ocupação do Solo



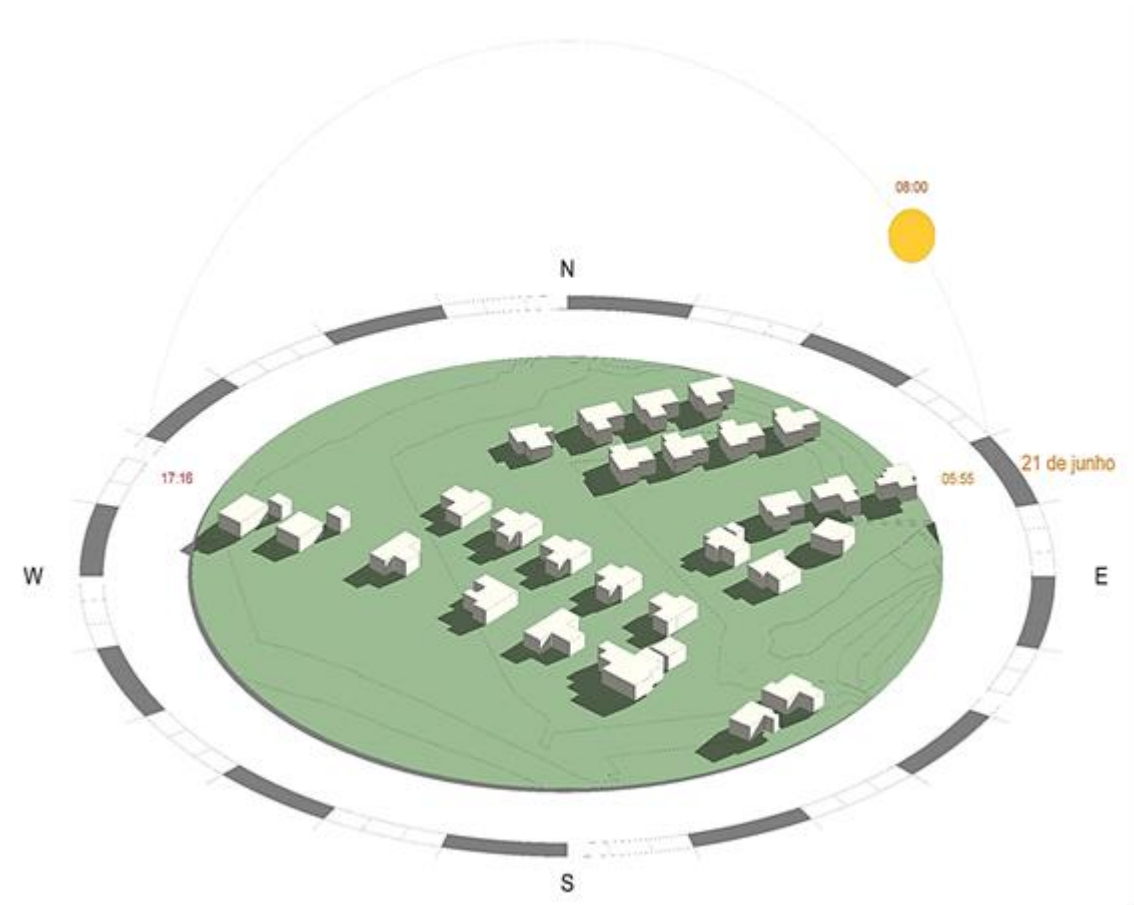
Fonte: Própria (2016).

Como as construções possuem entre um e dois pavimentos, os telhados passam a ser o componente de maior acesso a absorção térmica. O tipo de cobertura nessas residências são fatores determinantes para a quantidade de calor que entra nessas construções. Conforme as figuras 74 e 75, que apresentam as modelagens no período da manhã (oito horas), verifica-se que as sombras proporcionadas pelas residências atingem uma pequena área do solo e das fachadas. As residências na área estudada não são coladas, mas tem uma proximidade relativamente grande umas das outras. Nem todas as residências estão viradas para a mesma direção. As que estão a sudoeste da área estão rotacionadas a 30° no sentido sudoeste, já as casas que estão na região nordeste, estão a 15° noroeste. O sentido, a depender da posição do sol e do horário, pode fazer com que a sombra gerada atinja as fachadas das casas vizinhas, proporcionando frescor nas mesmas. Na figura 74, observa-se que durante o inverno, o sol nasce no sentido nordeste – sudoeste, incidindo sob as fachadas nordeste e noroeste nas casas que estão a 15° a noroeste. Porém, devido à pouca distância entre elas, percebe-se que as sombras são projetadas nas casas à esquerda, sombreando a fachada nordeste das casas vizinhas. Já nas casas que estão a 30° no sentido sudoeste, o sol incide nas fachadas que estão

voltadas para o sudeste e nordeste. A maioria dessas construções estão a uma distância cuja as sombras não se projetam nas fachadas umas das outras.

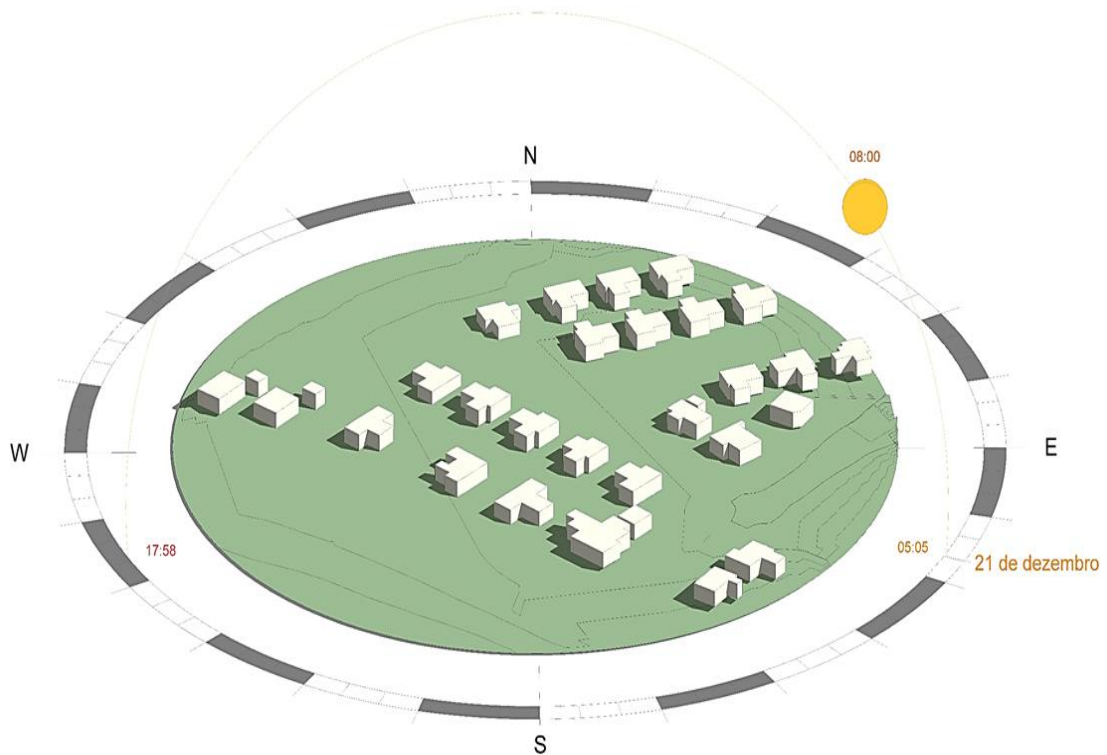
Já no verão, pela manhã, o sol incide nas fachadas nordeste e sudeste, tanto nas casas a 15° noroeste e 30° sudoeste. Nesta época do ano, a projeção das sombras é menor que no inverno, considerando o mesmo horário. Com isso elas não sobrepõem nenhuma fachada vizinha, como mostra a figura 75. No período da manhã (oito horas), tanto no verão, quanto no inverno, observa-se que as edificações proporcionam poucas sombras nas ruas e nos vizinhos conforme a figura 74 e 75. Pela posição das construções, o sol nasce a 30° nordeste em junho, incidindo a maior parte da manhã nas fachadas nordeste e sudoeste, como visto na imagem 74. Já em dezembro, conforme a figura 75, o sol nasce a 30° sudeste e a sua incidência está voltada um pouco mais na direção sudoeste. Assim, as sombras no período da manhã são maiores em junho do que em dezembro, deixando a temperatura da região menor neste período.

Figura 74 - Base Naval: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

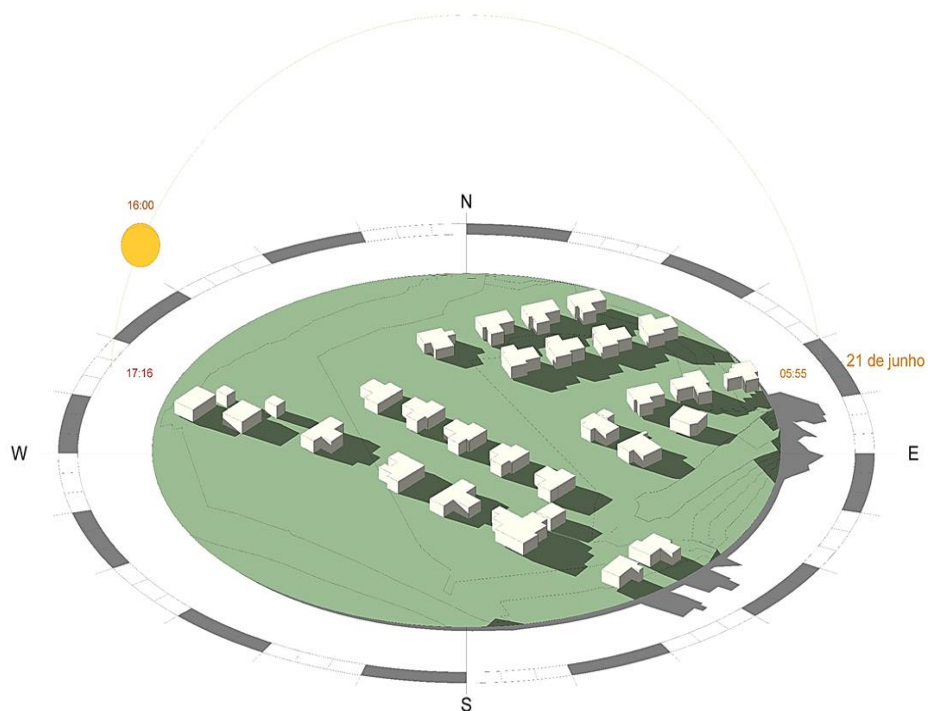
Figura 75 - Base Naval: Insolação – 21 de dezembro as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

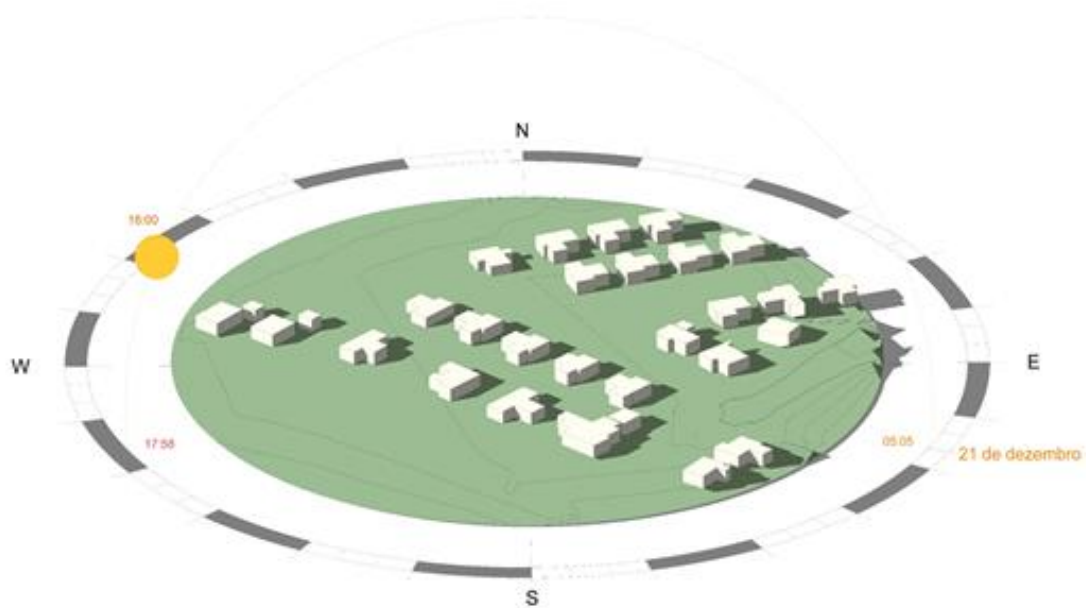
Durante a tarde (dezesseis horas), o sol incide nas construções a noroeste na direção nordeste, no inverno. Observa-se que nas casas com inclinação a 15° noroeste, a projeção das sombras se sobrepõe as fachadas, tanto no sudeste, como nordeste. Já nas casas com inclinação a 30° sudoeste, percebe-se que a sombra se projeta na fachada sudeste, de acordo com a figura 76. Porém, no verão, conforme a figura 77, a incidência do sol está no sentido noroeste – nordeste, e as sombras são menores que no inverno, no mesmo horário. As fachadas com o sombreamento para as casas a 30° sudoeste, estão projetadas para o sudeste e nordeste e nas residências que estão voltadas para 15°, as sombras são projetadas na fachada das casas vizinhas. Assim como no período da manhã, as sombras no inverno têm uma área de projeção maior que no verão.

Figura 76 - Base Naval: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Figura 77 - Base Naval, 21 de dezembro as 16:00



Fonte: Própria (2016).

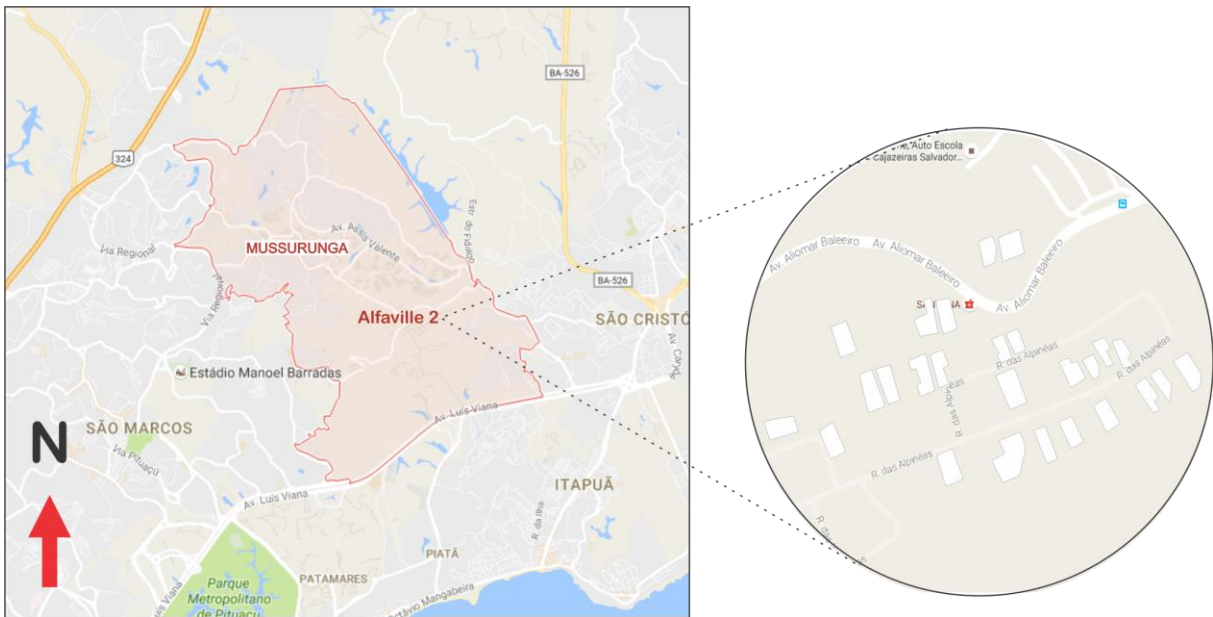
O condomínio Base Naval, é adequada para o uso de placas solares, devido a tipologia das residências. O uso das placas fotovoltaicas é ideal para ajudar na redução do consumo de energia elétrica e, nesse caso, as mesmas podem ser inseridas nas coberturas das residências. Devido a posição das residências em relação ao Norte verdadeiro e a depender da direção, tipo e posição das coberturas, não se torne possível instalar as placas para a direção ideal. Neste caso, as placas devem ficar voltadas para o noroeste, posição esta que terá maior absorção do sol. Juntamente com a placa solar, é recomendado o uso de um sistema híbrido de geração eólica com os rotores verticais, pois além de ser complementar à geração solar, os ventos nessa região são constantes, variando entre os ventos predominantes sudeste e os ventos ocasionados pelas brisas marítimas. O uso de telhado verde também possibilitaria a melhora do conforto térmico interno das residências, mas como elas estão próximas a áreas verdes e ao mar, sua função, em reduzir as ilhas de calor do microclima local são incipientes.

7.2.2 Alphaville 2

O condomínio Alphaville 2, segundo a delimitação de bairros pela prefeitura, está inserido no bairro de Mussurunga, na região do Miolo da cidade. Na década de 1970, a questão habitacional era um grave problema na cidade de Salvador. O então governador Roberto Santos decidiu pela implantação de quatro núcleos habitacionais, dentre eles, Mussurunga I. Desse conjunto habitacional a um bairro às margens da Avenida Luiz Viana (Paralela). O Bairro surgiu a partir da desapropriação de uma fazenda de mesmo nome e teve sua primeira etapa concluída em 1978. Apesar de planejado, as ocupações espontâneas imprimiram ao local um ritmo de crescimento acelerado, o que levou à devastação de grande parte dos recursos ambientais da região. Este bairro é cortado pelo rio Jaguaripe. Tinha algumas áreas de preservação ambiental, que hoje praticamente não se vê. Existiam muitas lagoas, e hoje só existe a Lagoa do Setor L, as outras estão sendo aterradas. No seu entorno encontra-se os bairros: Trobojy, Nova Brasília, São Cristóvão e Fazenda Grande VII, defronte o Bairro da Paz e Itapuã, sendo separados pela Avenida Luíz Viana. O perímetro do bairro é formado pela Avenida Luís Viana, o leito do Rio Jaguaripe, Avenida Aliomar Baleeiro, Vila Verde, Rua Adriano de Azevedo Ponde, segue o vale, a Rua da Capela, Rua da Adutora e o limite da Codisman Veículos, como mostra a figura 78 (SANTOS; DE PINHO, *et al.*, 2010).

O condomínio Alphaville 2, com acesso pela Avenida Paralela, se localiza Próximo ao Plano Funcional e à Avenida Aliomar Baleeiro. Dentro do condomínio a área selecionada está na rua das Alpinéas, próximos a Avenida Aliomar Baleeiro. Conforme a figura 79. A escolha dessa área foi determinada pela escassez de áreas pouco densas horizontais no Miolo da cidade.

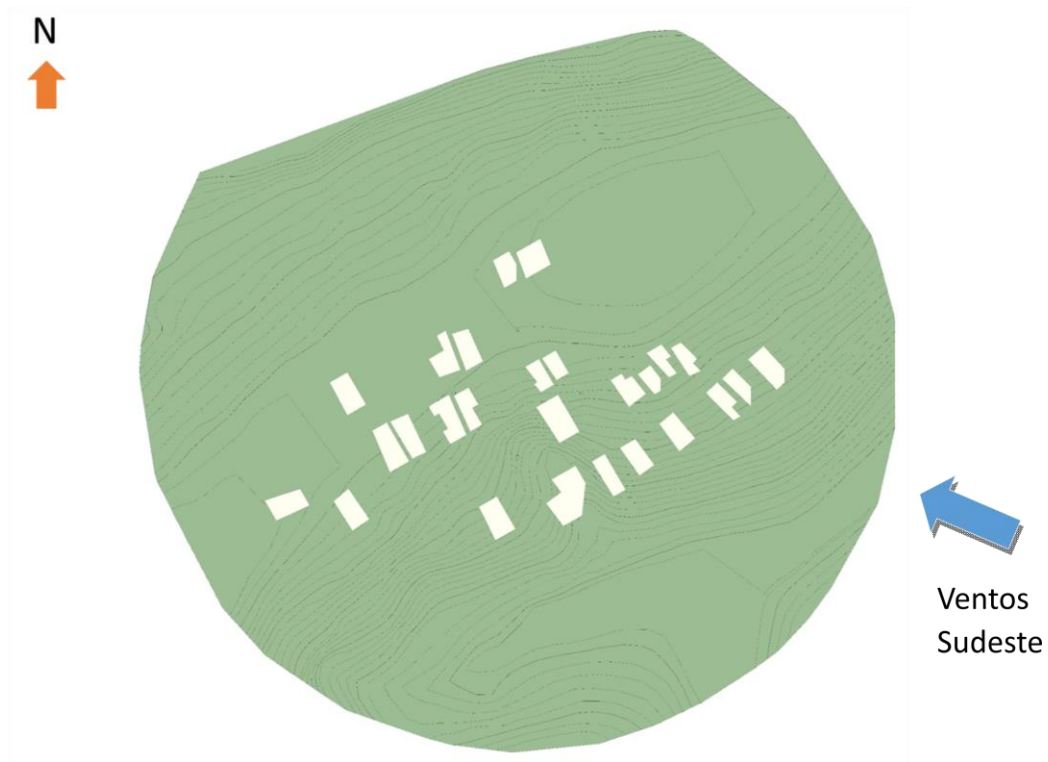
Figura 78 - Alphaville 2: Mapa de localização



Fonte: Google Maps (2016).

Alphaville 2 é um loteamento residencial com casas horizontais unifamiliares planejadas. Existem regras de implantação, como padrão de recuos laterais e frontais, assim como o padrão da quantidade de pavimentos e vias largas. Possui topografia acidentada, variando entre cinco e quarenta cinco metros de altitude. A área separada para a simulação tem uma diferença de nível entre 27m e 45m. Por ser uma área de preservação ambiental, existe um equilíbrio entre os cheios e vazios da área que foi modelada, como mostra a figura 79. As residências foram construídas com uma inclinação de aproximadamente 15° para o noroeste em relação ao norte verdadeiro. Essa implantação permite que a ventilação permeie entre as casas, reduzindo as chances do surgimento de ilhas de calor.

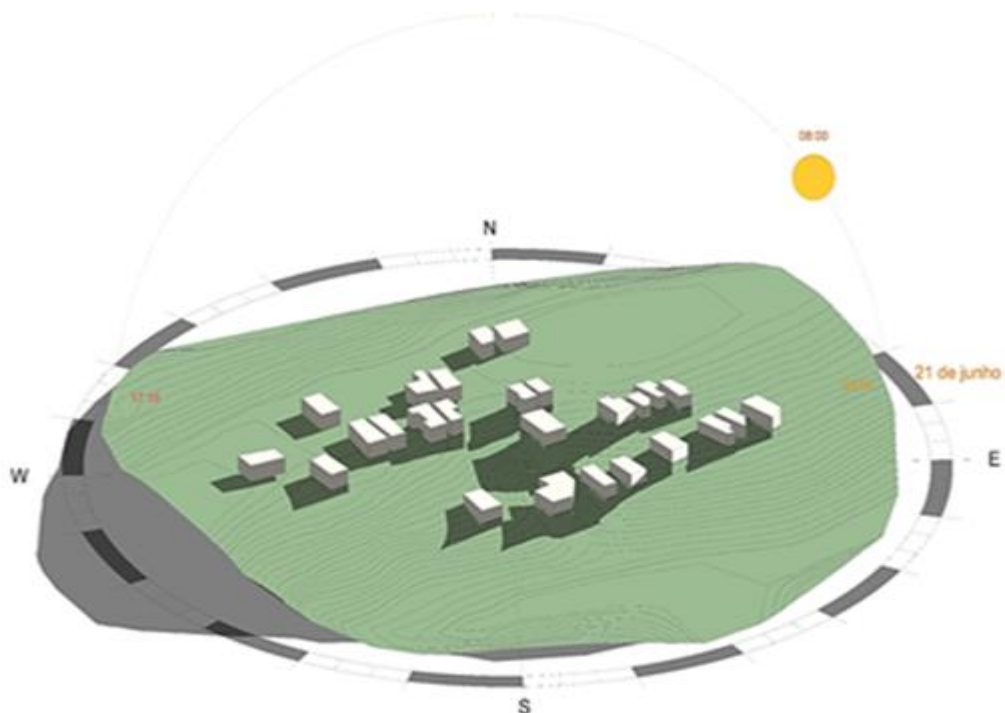
Figura 79 - Alphaville 2: Ocupação do Solo



Fonte: Própria (2016).

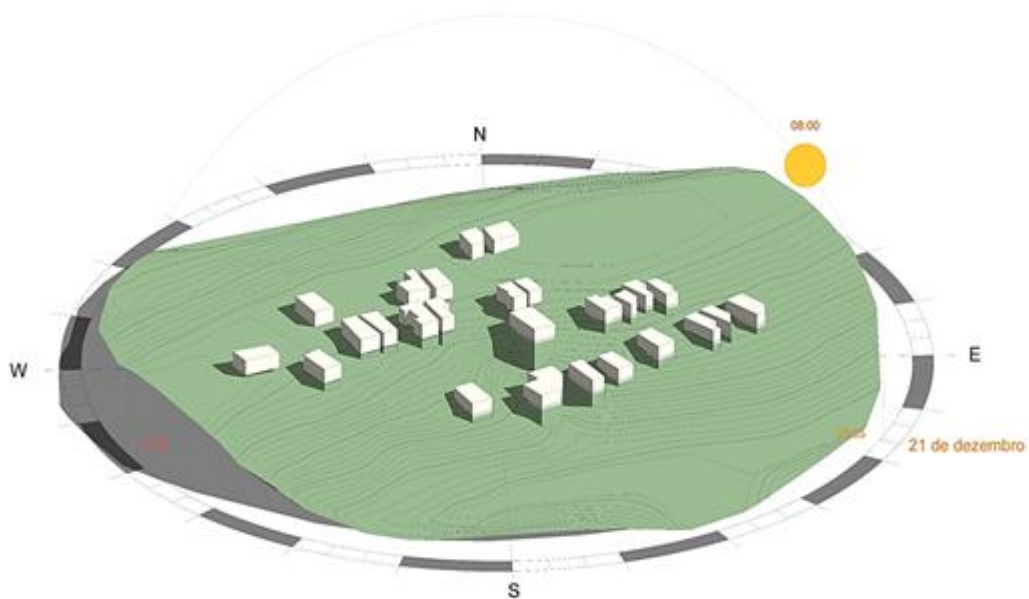
Mesmo com um distanciamento estabelecido, a diferença de nível de uma casa para outra pode facilitar, em determinados períodos, o sombreamento entre elas, chegando a sombrear algumas áreas de cobertura. No período matutino (8 horas), tanto em junho, como em dezembro, observa-se que as sombras estão direcionadas para o Oeste, conforme descrito nas figuras 80 e 81. No inverno, a direção da sombra tende a inclinar para o sudoeste, apresentando uma amplitude maior que no mesmo horário, no verão. As casas mais próximas projetam suas sombras nas fachadas de outras casas, porém, mesmo que os terrenos estejam em níveis diferentes, as sombras não interferem na incidência do sol nas coberturas no período da manhã, no horário estudado.

Figura 80 - Alphaville 2: Estudo de Insolação, 21 de junho as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

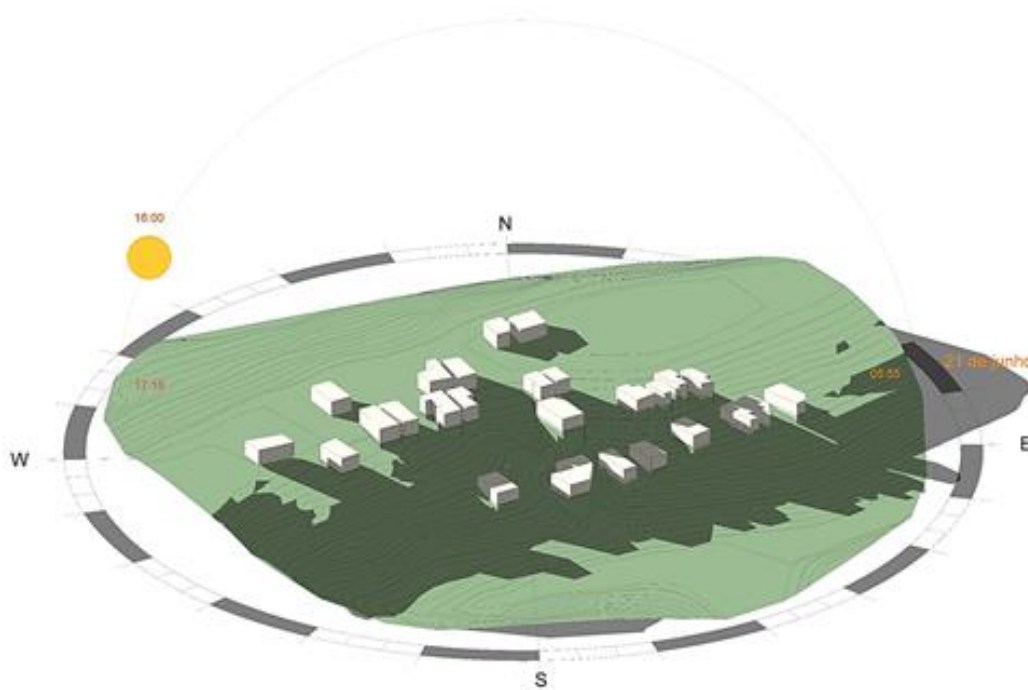
Figura 81 - Alphaville 2: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

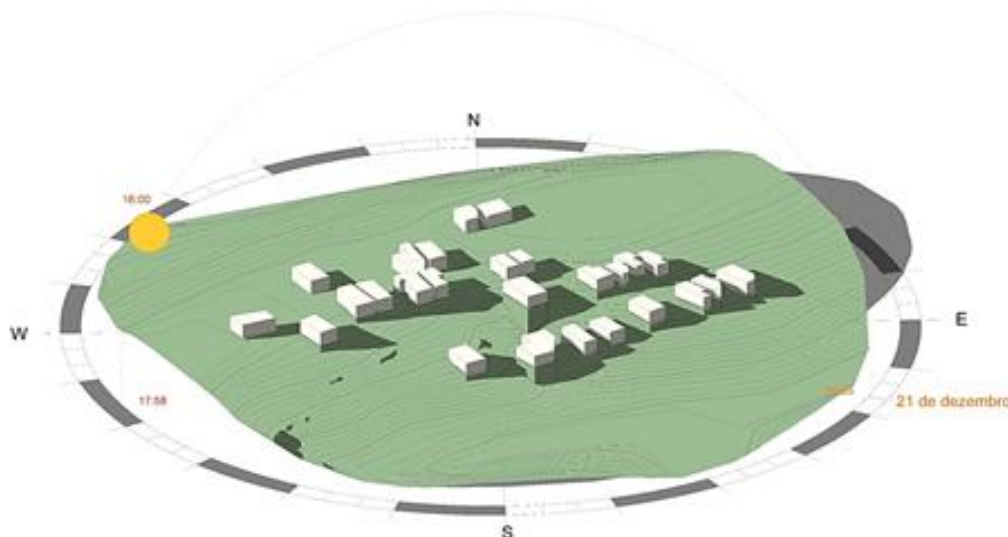
Já no turno vespertino (16 horas), conforme a figura 82, o sol incide no sentido noroeste em direção ao nordeste, no inverno. Devido a posição das construções em relação ao terreno, a sombra é projetada nas fachadas sudeste e nordeste em menor escala. Porém, devido a diferença de altitude, a sombra projetada pelas construções situadas nas cotas mais altas, neste período, alcança a cobertura das residências do lado sudeste e situadas em cotas mais baixas. No verão, como mostra a figura 83, a projeção das sombras neste mesmo horário é menor, e elas estão voltadas no sentido nordeste da área. Deste modo, as sombras não são projetadas nas coberturas das casas mais baixas.

Figura 82 - Alphaville 2: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Figura 83 - Alphaville 2; Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

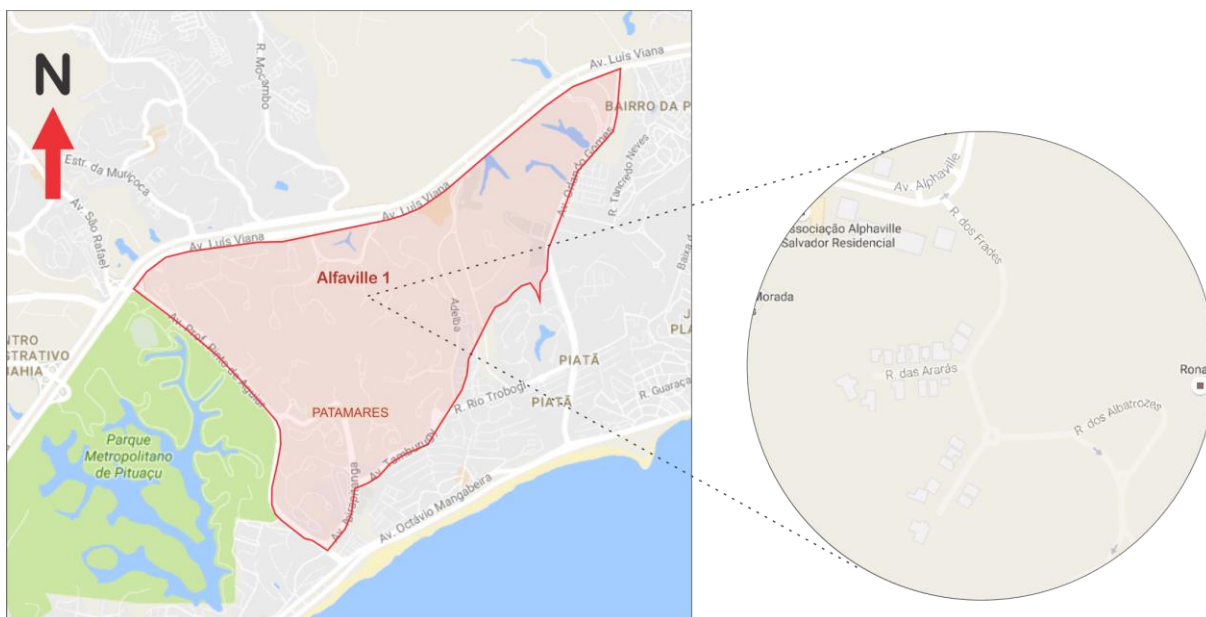
Diante do contexto apresentado nas simulações, é indicado tanto o uso de painéis fotovoltaicos, como o uso de miniaerogeradores, trabalhando com um sistema híbrido. Embora o Miolo seja um dos mais adensados da cidade, ele se situa em posições mais altas em relação ao nível do mar. Ao instalar as placas solares, deve-se verificar a cota que está situada a casa para que não haja uma placa instalada nas coberturas em que tenham projeção de sombras, reduzindo assim a geração de energia. Como essa é uma região bastante arborizada, o uso de telhado verde não terá a mesma utilidade que nos locais mais adensados.

7.2.3 Alphaville 1

Pelo mesmo motivo da escolha de Alphaville 2, Alphaville 1 foi selecionada: é uma área de loteamento residencial misto, tanto com a tipologia vertical como a horizontal, tendo o mesmo perfil de implantação, tamanhos de recuos e alturas definidas, e sendo uma das raras áreas pouco adensadas na faixa da Orla Atlântica. O loteamento faz parte do bairro Patamares, que no início da década de 1970 era representada pela área correspondente às fazendas Jaguaripe e Biribeira, na Orla Atlântica da cidade de Salvador. O bairro foi projetado por grandes nomes, como Burle Marx e Maria Elisa Costa, para ser um espaço urbanizado, com muita área verde e edificações. Segundo Eloy Lorenzo, colaborador da Associação de moradores do loteamento Colina C, Patamares foi construído no meio de uma floresta e sua

urbanização só aconteceu a partir de 1976. Patamares está entre os bairros de Pituaçu e Piatã, e entre a Avenida Luís Viana e a Avenida Octávio Mangabeira. Seus limites são: Avenida Luís Viana, Avenida Tamburugy, Loteamento Veredas do Sol, e o Condomínio Jardim Gantois, incluindo o Condomínio Veredas do Atlântico, Avenida Octávio Mangabeira e Avenida Professor Pinto de Aguiar (SANTOS; DE PINHO, *et al.*, 2010). A área escolhida para estudo, foi a região onde está localizada a parte da tipologia horizontal pouco adensada, conforme a figura 84.

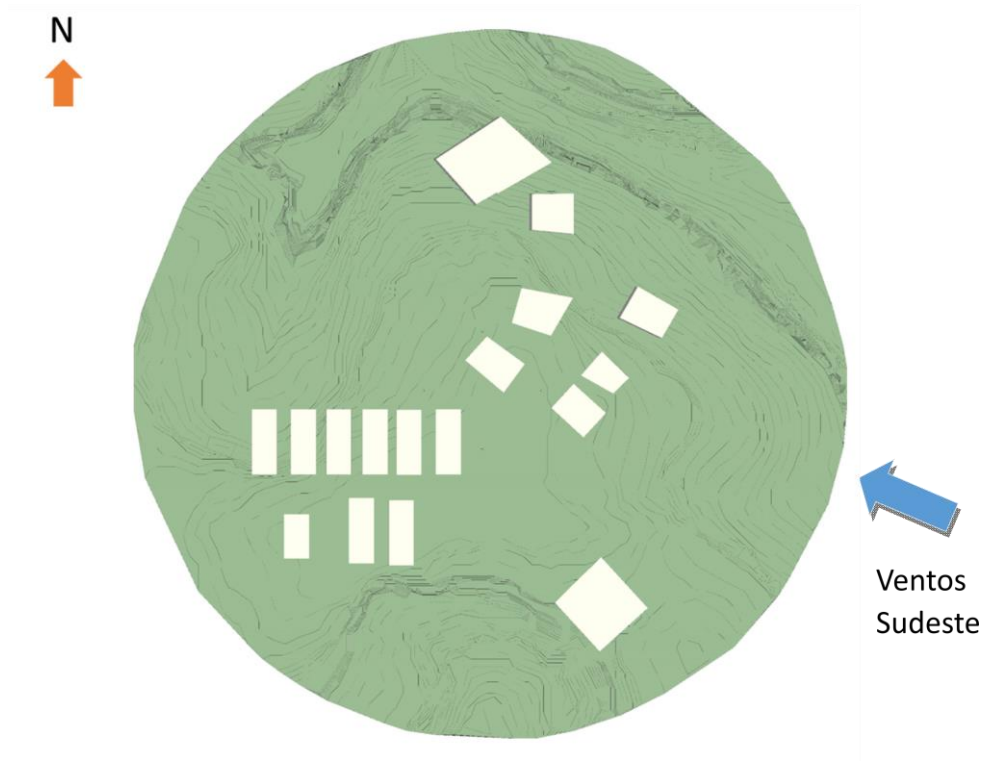
Figura 84 - Alphaville 1: Mapa de localização



Fonte: Google Maps (2016).

Alphaville 1 fica próxima a áreas de ambientação favorável, incluindo uma lagoa, que melhora a qualidade do microclima local. Sua topografia é bastante acidentada e está situada entre 9m e 43 metros de altitude. Na área escolhida as construções estão implantadas nas cotas entre 20m e 27m. Pelo fato de estar localizada em uma altitude elevada em relação ao nível do mar, e por ser pouco adensada, é bastante ventilada. A região da orla Atlântica está situada a sudeste da cidade, na direção dos ventos predominantes. As residências que estão implantadas ao norte da área modelada estão implantadas seguindo a rua local sem uma direção definida. Já as situadas na parte sudoeste, estão alinhadas umas próximas das outras mantendo as fachadas no sentido norte, sul e leste, oeste, como mostra a figura 85.

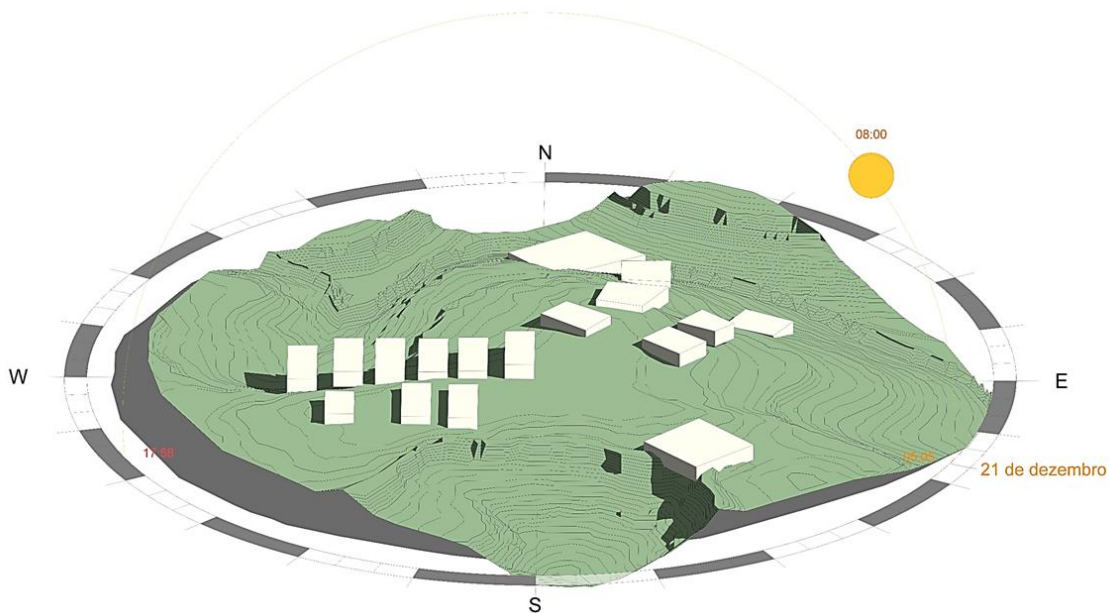
Figura 85 - Alphaville 1: Ocupação do Solo



Fonte: Própria (2016).

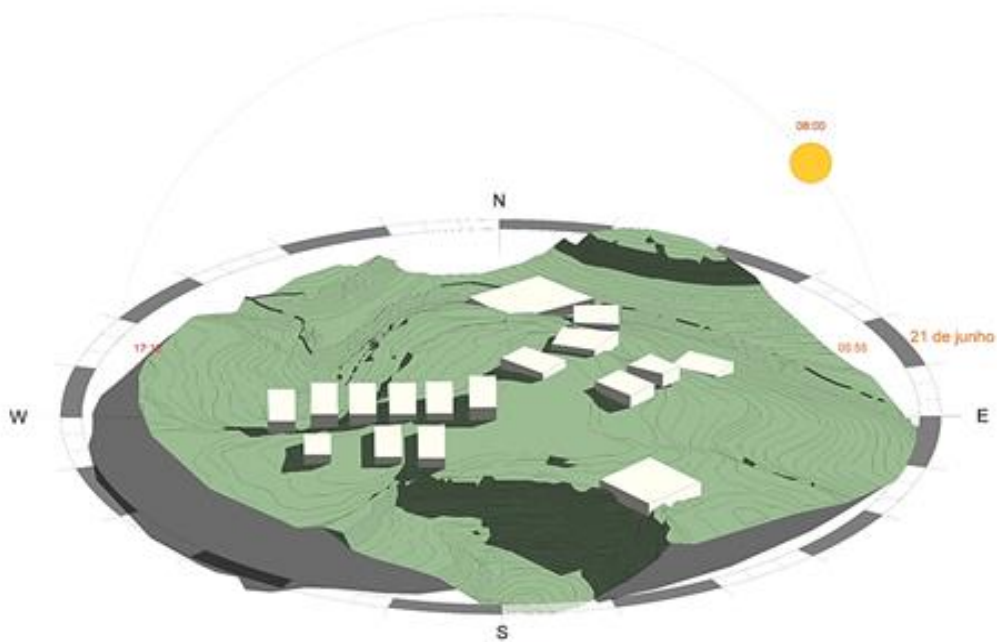
No inverno, pela manhã (8 horas), conforme a figura 86, o sol nasce a 30° leste, sentido nordeste. Neste período, as sombras das casas que estão situadas no sudeste da área estão projetadas para a direção oeste, atingindo as fachadas laterais das casas. Já no verão, como mostra a figura 87, neste mesmo horário, o sol nasce a 30° leste no sentido sudeste. Assim, no período do inverno, em janeiro, as sombras atingem as fachadas voltadas para o oeste. Mesmo tendo cotas de nível diferentes, neste horário não há interferência das sombras nas coberturas das casas, tornando-as receptoras da irradiação solar.

Figura 86 - Alphaville 1: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

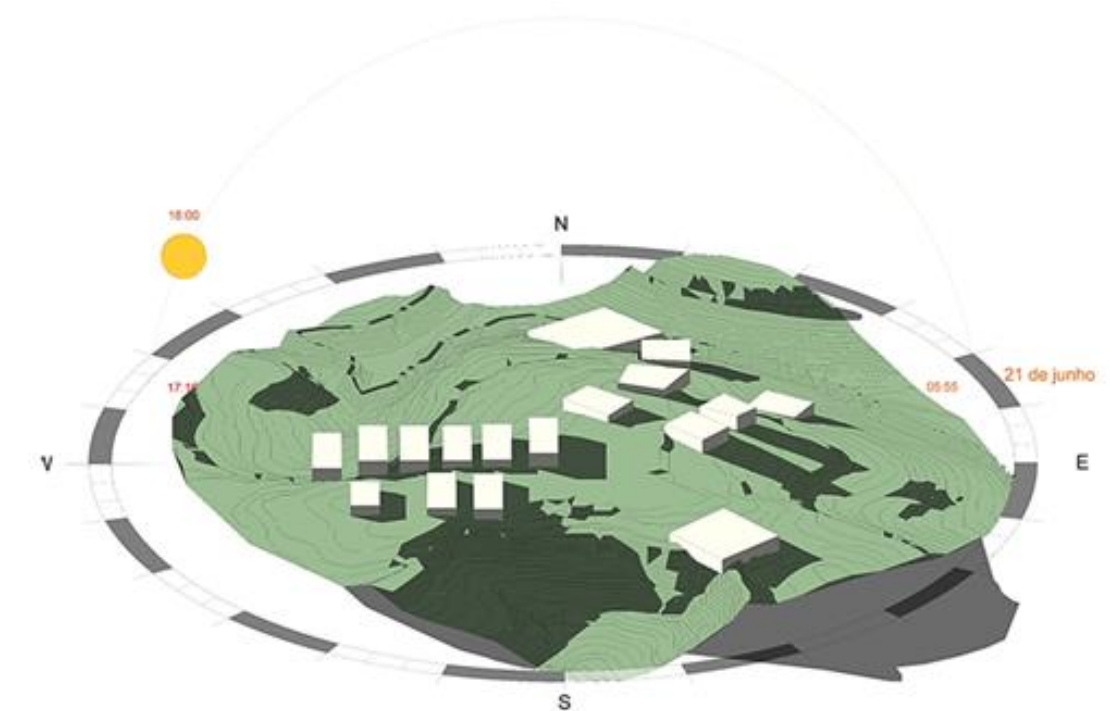
Figura 87 - Alphaville 1: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas



Fonte própria (2016).

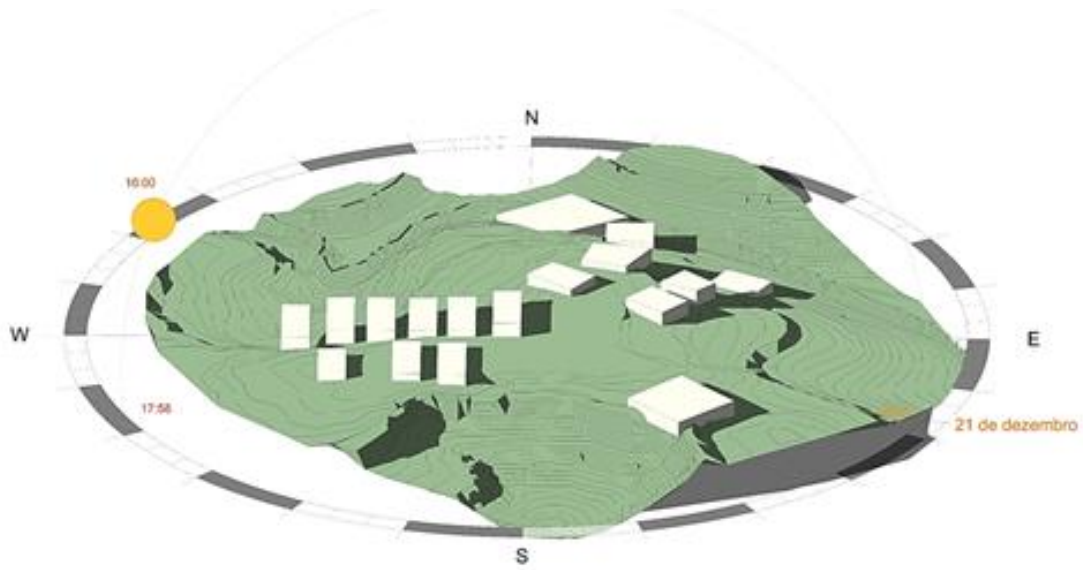
No turno vespertino, as 16:00 horas, como mostra a figura 88, o sol se põe no sentido oeste – leste, sendo que no verão a 30° no sentido sudoeste, e no inverno 30° no sentido noroeste. Assim como no período da manhã, o sol não sobrepõe as coberturas das casas existente durante a tarde. Em junho, indicada na figura 89, as sombras estão voltadas para o sudeste. Já em dezembro, as projeções das sombras estão voltadas para o leste.

Figura 88 - Alphaville 1: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Figura 89 - Alphaville 1: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Diante do contexto apresentado nas simulações, é indicado tanto o uso de painéis fotovoltaicos como o uso de miniaerogeradores, combinando-os em um sistema híbrido. Embora o Miolo seja um dos mais adensados da cidade, ele também é considerado uns dos mais altos em relação ao nível do mar. Ao instalar as placas solares deve-se verificar a cota que está situada a casa para que não haja uma placa instalada nas coberturas em que tenham projeção de sombras, reduzindo assim a geração de energia. Como é uma região bastante arborizada, o uso do telhado verde poderia melhorar o conforto térmico local, porém essa solução deve ser escolhida e definida diante do partido arquitetônico de cada construção.

7.3 ÁREAS VERTICAIS ADENSADAS

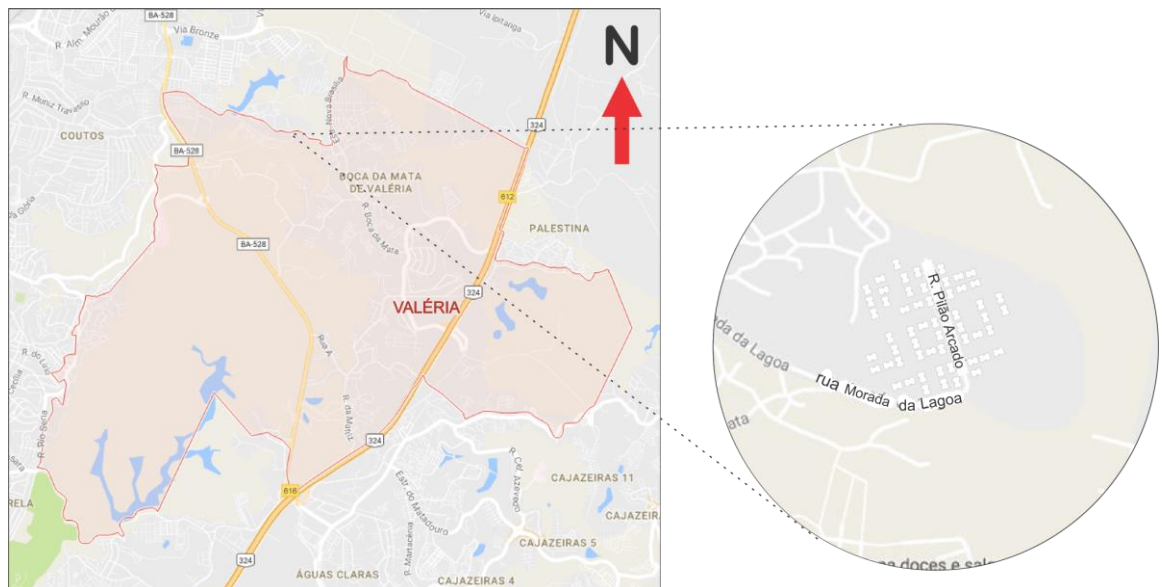
7.3.1 Valéria

Localizada na região da Bahia de Todos os Santos, às margens da Rodovia BR-324, o bairro de Valéria surgiu do desmembramento de cinco fazendas. Seu batismo é uma homenagem a uma das três filhas de um cidadão que habitava no local antes das fazendas serem vendidas. No início, o bairro de Valéria caracterizou-se exclusivamente pelo perfil agrícola. O lugar abrigava sedes de grandes fábricas, duas pedreiras e várias transportadoras.

Este bairro começou a ser povoado no final da década de 1960 (SANTOS; DE PINHO, et al., 2010). Com o crescimento industrial da CIA, unidades habitacionais passaram a ser implantadas na área, impulsionadas também pela saturação da área central da cidade, descaracterizando assim o uso das fazendas e ensaiando uma nova finalidade ao espaço territorial do local. Segundo Oliveira (2007), nos últimos anos, com a escassez do solo urbano, as intervenções habitacionais para as camadas de baixa renda foram direcionadas para a periferia da cidade de Salvador, em áreas distantes. Estas e outras questões serão tratadas no próximo capítulo, a partir da análise dos conjuntos habitacionais Moradas da Lagoa I e II, em Valéria.

Hoje, nas proximidades do bairro de Valéria encontra-se os bairros: Cajazeiras, Plataforma, Periperi e Paripe. Os seus limites são: a Rodovia BA – 528, Avenida Valéria, o sumidouro da Lagoa da Paixão, a Estrada Nova Brasília, a Via Bronze, o limite municipal entre Salvador e Simões Filho, a Rodovia BR-324, a Rua Sargento Bonifácio, o Rio Coruripe e o Riacho Cabo Verde. A área selecionada é um conjunto habitacional e está localizado na divisa entre Boca da Mata de Valéria e Nova Brasília de Valeria, na rua Morada da Lagoa, conforme a figura 90.

Figura 90 - Valéria: Mapa de localização

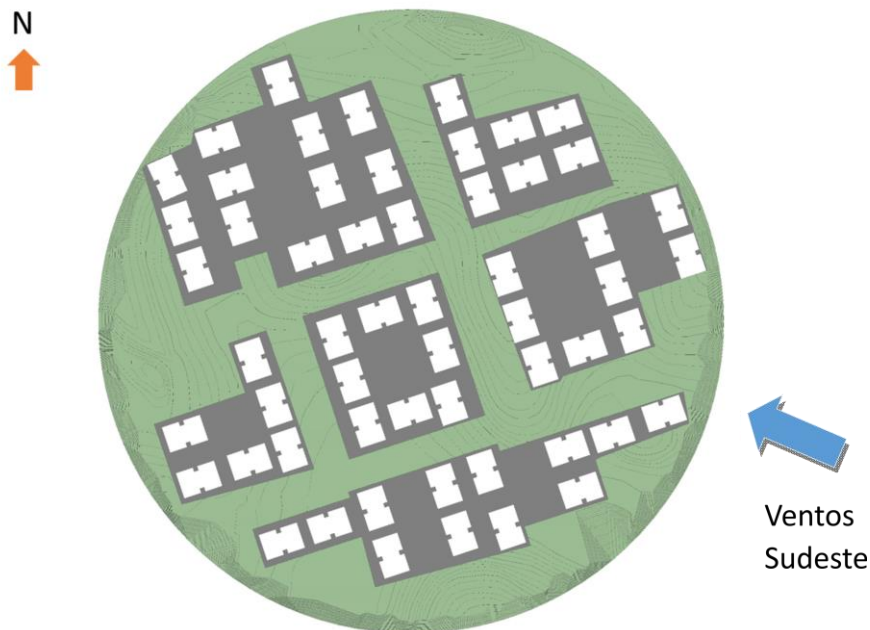


Fonte: Google Maps (2016)

A região escolhida de Valéria como mostra a figura 91, tem a particularidade de ter todas as edificações com a mesma altura e foi implantada de forma planejada. Essa região está

localizada em uma área elevada da cidade, com sua cota variando de cinquenta e cinco a setenta e cinco metros de altitude. Porém as edificações estão, na sua grande maioria, na cota dos sessenta e cinco metros acima do nível do mar. Apesar de estar localizada na BTS, as suas características físicas são semelhantes, a de bairros situados no Miolo. As edificações foram implantadas sem um estudo prévio de ventilação e insolação. A maior parte das edificações estão com as fachadas com maiores aberturas a 15° em relação ao Oeste – Leste e vice-versa. Já a área em que foram realizados os estudos e as demais estão a 15° no sentido Norte – Sul e vice-versa. Por serem edificações populares, não existem fachadas com empenas cegas (sem aberturas). Em todo o perímetro dessas construções tem aberturas que facilitariam a utilização da ventilação cruzada. Algumas edificações estão implantadas de tal maneira que formaram um corredor de acesso ao vento predominante. Porém, para acessar o interior das edificações, as mesmas deveriam ter suas aberturas perpendiculares a esse vento. E em construções à direita da região estudada, o vento sudeste não consegue permear com facilidade entre as edificações, pois os prédios que se encontram a sudeste da área da modelagem formam uma barreira impedindo o acesso ao vento.

Figura 91 - Valéria: Ocupação do Solo

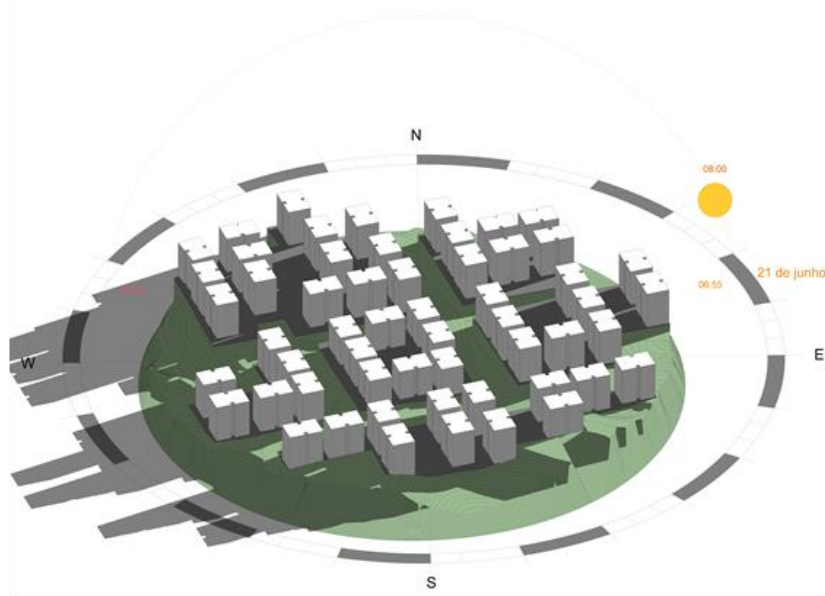


Fonte: Própria (2016).

Às oito horas, tanto no inverno, quanto no verão, as sombras estão voltadas para o Oeste, conforme as figuras 92 e 93. Porém, em junho, as projeções das áreas de sombras estão

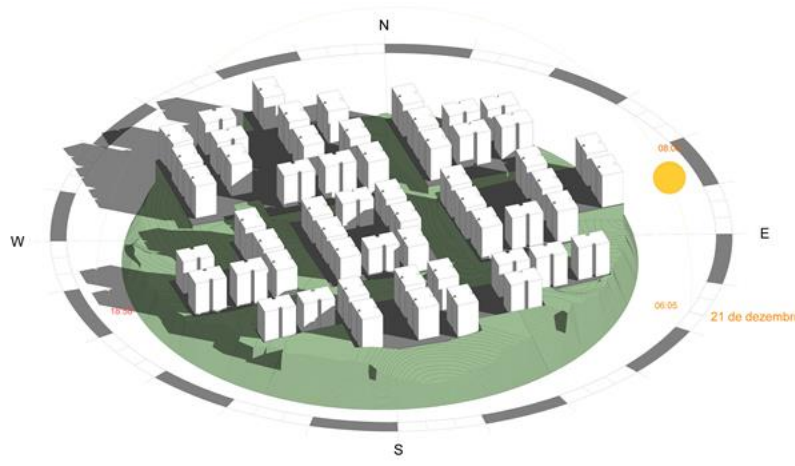
viradas para o sudoeste, enquanto em dezembro estão voltadas para noroeste. No inverno, devido à proximidade das construções e à inclinação do sol em relação a Terra ser maior que no verão, a projeção das edificações sombreando as outras é maior, encobrindo as fachadas da direita das edificações vizinhas. Não que no verão as edificações também não sejam projetadas, mas devido ao ângulo que o sol atinge neste período, observa-se menos sombreamentos. Nesse período, o clima local se torna agradável, pois as fachadas não terão acesso ao sol e com isso não emitem calor para o meio urbano. Como as edificações tem a mesma altura, a cobertura é o elemento que mais emite calor, pois tem aceso ao sol o dia todo.

Figura 92 - Valéria: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

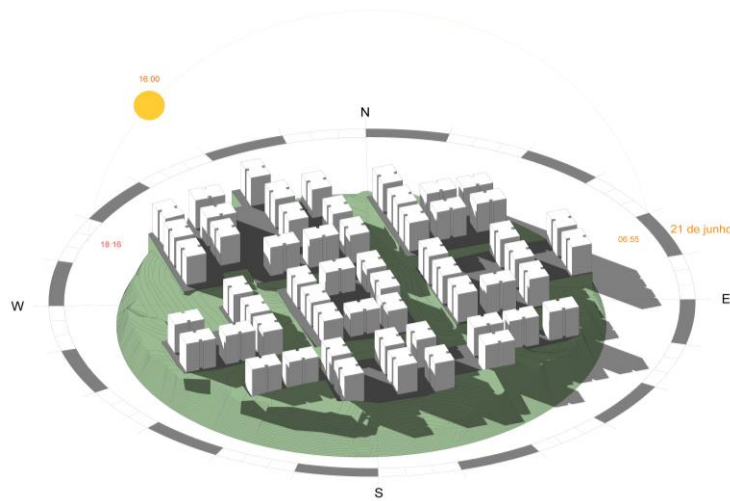
Figura 93 - Valéria: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

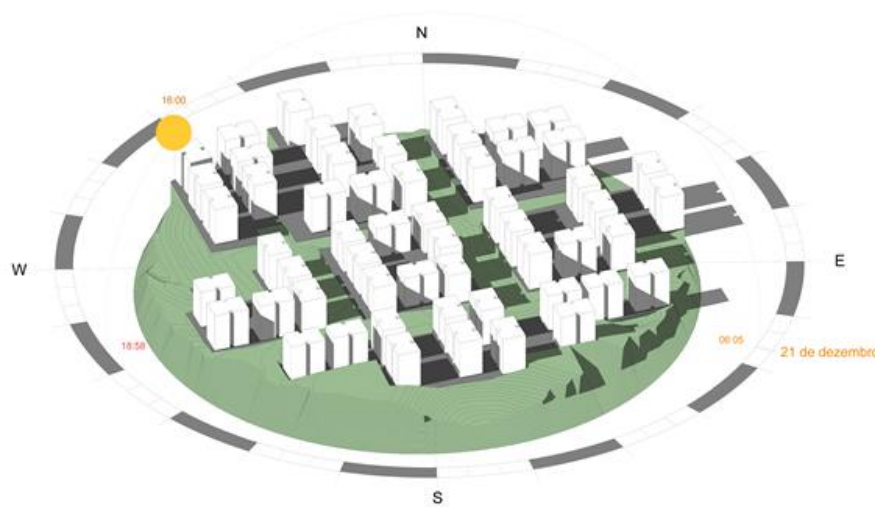
Já no turno vespertino, observa-se que a sombra fica voltada para o Sudeste no inverno e para Leste no verão, conforme as figuras 94 e 95. Nesse caso, há um sombreamento maior durante o inverno. Neste período, no mesmo horário, as fachadas sombreadas são as viradas para o sudeste e com algumas exceções para fachadas voltadas à noroeste, neste caso por ter pouco espaço entre elas. Já no verão, são poucas edificações que tem a sombra das outras construções projetadas nas suas fachadas. Nessa estação do ano, a inclinação do sol é menor que no inverno, como observado nas figuras 94 e 95, produzindo sombras menores.

Figura 94 - Valéria: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Figura 95 - Valéria: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas



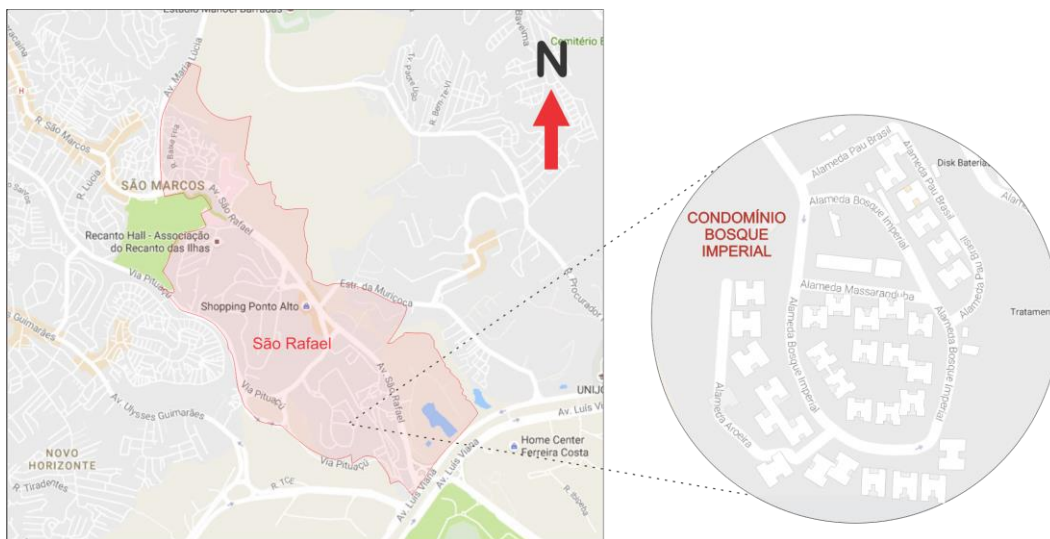
Fonte: Própria (2016).

Devido a posição das edificações, as projeções das sombras das construções vizinhas proporcionam um maior conforto térmico nessa região. Valéria poderia ser uma área muito ventilada, pois além de estar em uma cota de nível elevada, está rodeada de área verde, e de uma lagoa, o que ajuda a controlar a temperatura local. Porém, mesmo que as edificações tenham no seu entorno um ambiente favorável, o adensamento e os materiais utilizados, tanto nas fachadas, como na pavimentação e nas coberturas, aumentam a absorção de calor, podendo criar ilhas de calor nesta região, além de não ter área verde dentro do conjunto habitacional. Após identificar como as sombras se projetam e a posição das aberturas das edificações, verifica-se a impossibilidade de utilizar soluções arquitetônicas como barreiras de absorção do calor (jardins verticais), principalmente nas fachadas direcionadas para o noroeste ou norte (essas pela simulação estão expostas ao sol nos períodos estudados). O que pode utilizar é a aplicação de placa fotovoltaicas, estilo filme-fino em suas fachadas. Assim como nas construções horizontais, a melhor solução ainda é o sistema híbrido, utilizando placas solares e miniaerogeradores eólicos na cobertura. Mesmo sendo um conjunto habitacional, hoje existem incentivos do governo para que esse tipo de arquitetura reduza seu consumo de energia com soluções renováveis, a exemplo das novas edições do Minha Casa Minha Vida, onde é obrigatória a aplicação dos conceitos sustentáveis para diminuição dos custos finais de energia.

7.3.2 Bosque Imperial

Assim como o Condomínio Colina de Pituaçu, área que foi feita a modelagem está localizada no bairro de São Rafael, e é parte do condomínio Bosque Imperial, composto pela rua Alameda Aroeira, Alameda Bosque Imperial e Alameda Pau Brasil, conforme a figura 96.

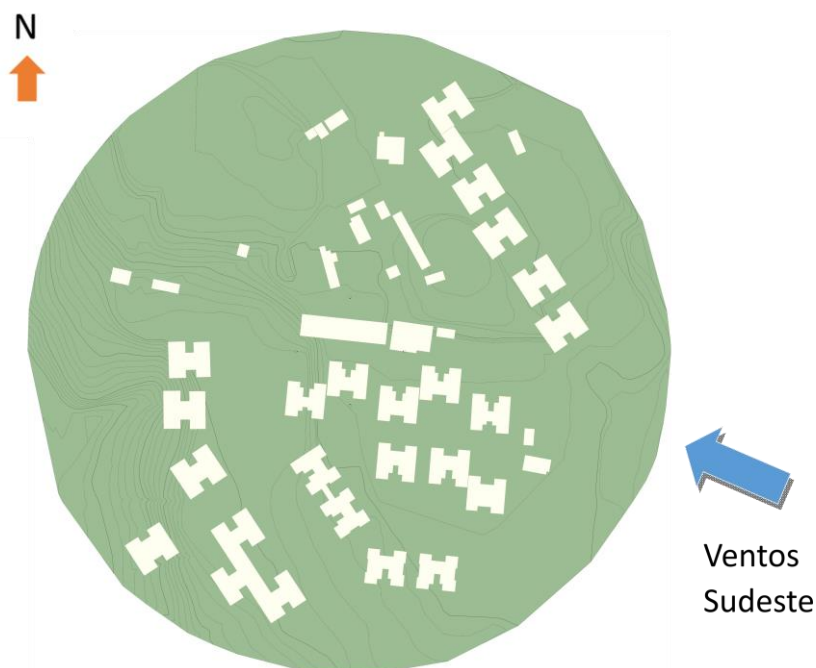
Figura 96 - Bosque Imperial: Mapa de localização



Fonte: Google Masp (2016).

O Condomínio Bosque Imperial está situado na cota de nível entre quarenta e cinco e sessenta metros de altitude, o que é relativamente alto em relação as demais áreas da cidade de Salvador, favorecendo a ventilação local. É composto por edificações com um total de 12 pavimentos, implantadas e posicionadas em diferentes posições em relação ao Norte geográfico, conforme mostra a figura 97. Essa disposição irregular foi influenciada pela topografia e, apesar de ser uma área adensada, está envolta por áreas verdes e arborizadas.

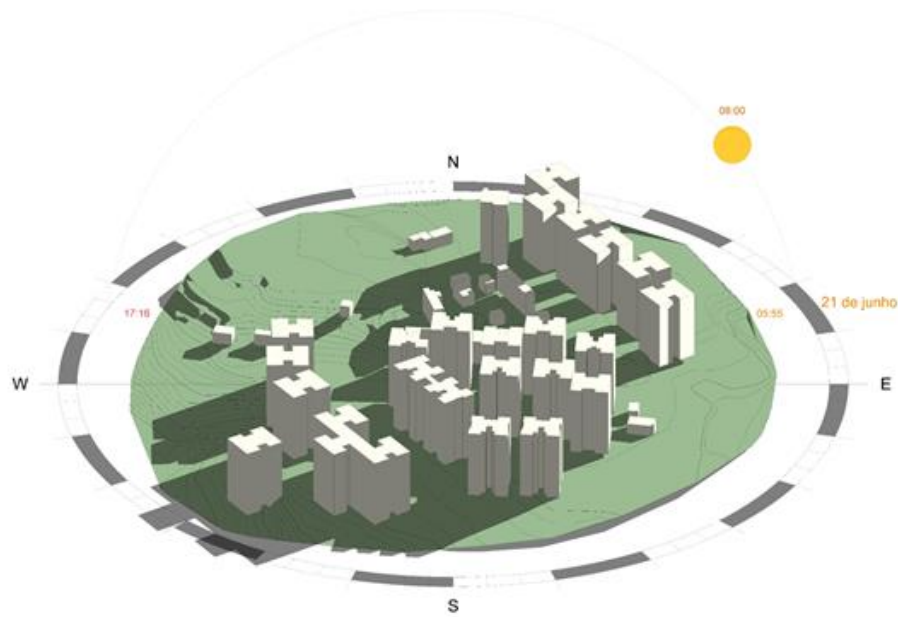
Figura 97 - Bosque Imperial: Ocupação do Solo



Fonte: Própria (2016).

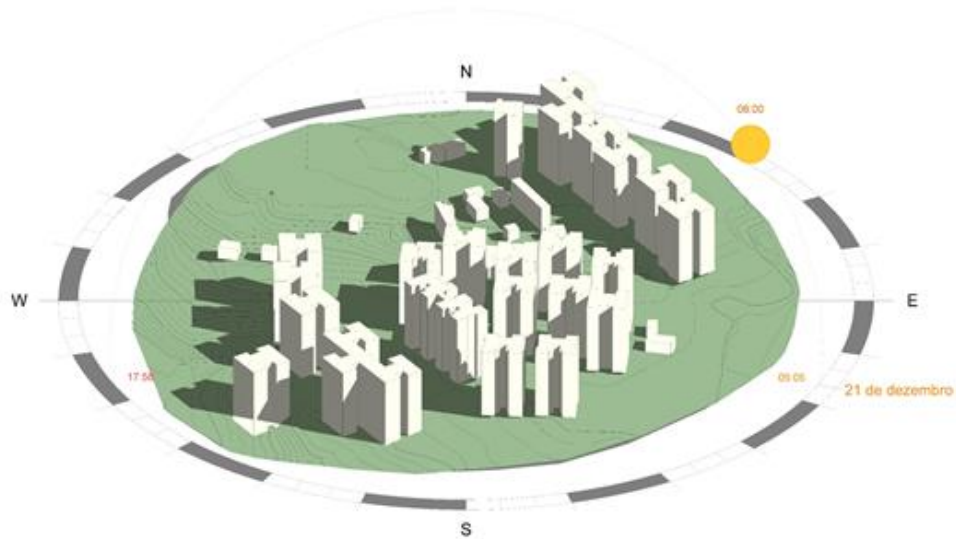
Pelo fato das edificações serem altas e próximas umas das outras, a projeção das sombras sempre irão em algum horário do dia cobrir alguma fachada das edificações que estão ao lado. No período da manhã, as oito horas, em junho, observa-se que as sombras ficam voltadas para o sudoeste, como mostra a figura 98. Neste horário, as edificações que estão a sul da área da modelagem ficam com todas as fachadas sombreadas. Mesmo com o sol nascendo no sentido nordeste – sudoeste, as fachadas nordeste e leste não tem acesso ao sol, pois neste sentido existem algumas construções impedindo os raios solares e incidirem sobre elas. Já no verão, no mesmo horário, o sol nasce no sentido sudeste - noroeste, proporcionando assim uma quantidade menor de construções sombreadas, conforme a figura 99. Como a inclinação do sol é menor neste período, as sombras também ficam menores.

Figura 98 - Bosque Imperial: Estudo de Insolação, 21 de junho as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

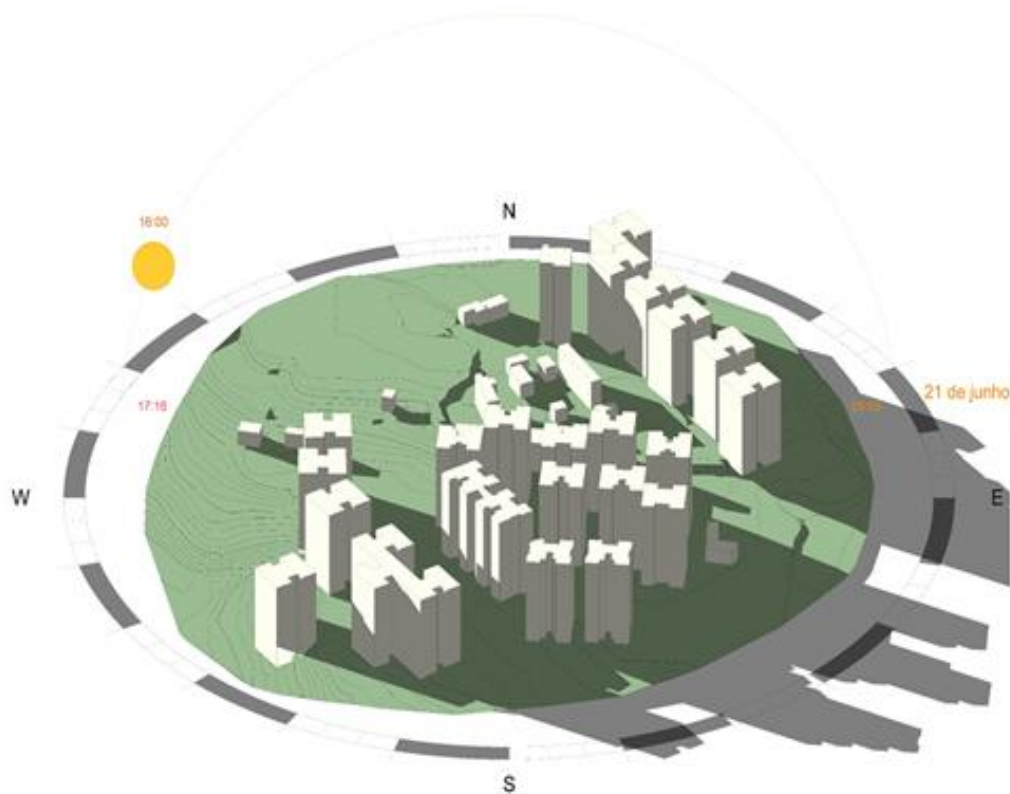
Figura 99 - Bosque Imperial: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

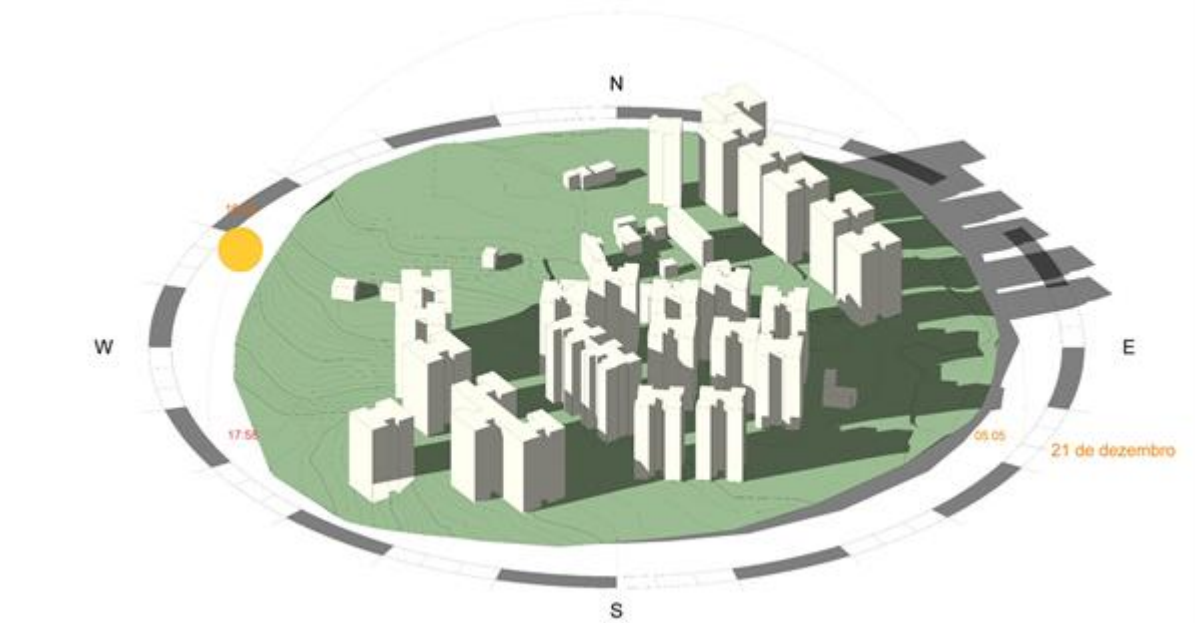
O sol, no período vespertino, incide nas fachadas voltadas para o Oeste em relação ao norte geográfico. Porém, em junho, as 16 horas, percebe-se que as edificações que estão voltadas para o sudeste, não têm acesso ao sol pois as construções que estão a oeste dessas tornam as fachadas totalmente encobertas, de acordo com a figura 100. A área de projeção das sombras no inverno é maior que no verão, tanto pela posição das edificações em relação ao sol, como pela inclinação dos raios solares neste horário. Em dezembro, todas as fachadas viradas para o nordeste não têm acesso ao sol, como mostra a figura 101.

Figura 100 - Bosque Imperial: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Figura 101 - Bosque Imperial: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas



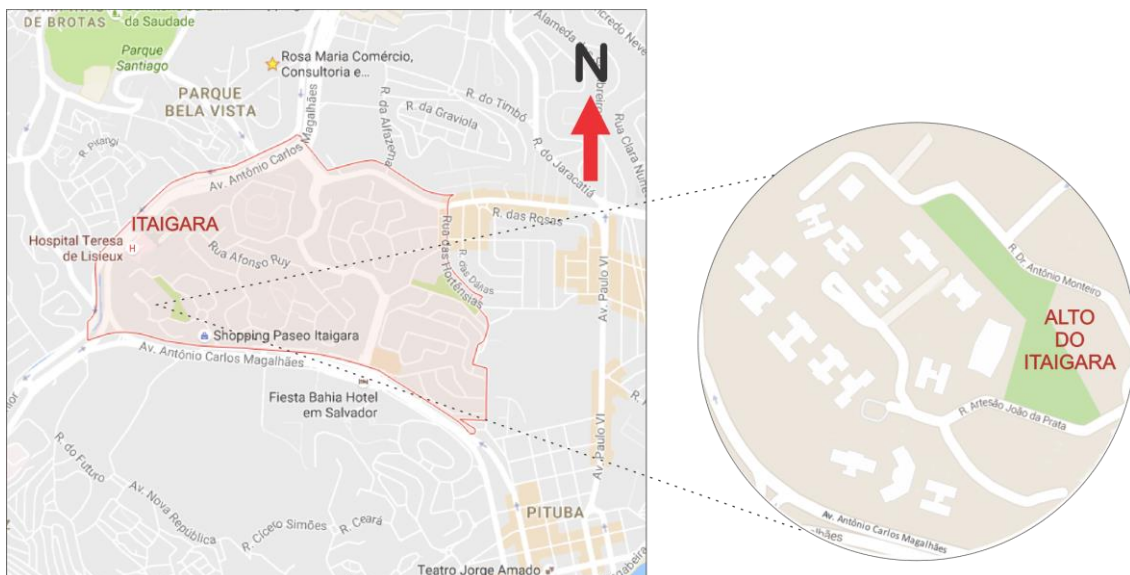
Fonte: Própria (2016).

Apesar do terreno ter cotas de níveis diferentes, e as construções terem sido implantadas em altitudes diferentes, pode-se verificar que nenhuma edificação provoca sombreamento na cobertura da outra. Neste caso, para minimizar o consumo de energia dessas edificações, deve-se utilizar os sistemas fotovoltaicos na cobertura. O uso do telhado verde ajuda a reduzir a absorção de calor, porém pela altura das edificações e por ser uma região bastante arborizada, esse tipo de cobertura não teria um efeito direto no microclima local. Neste caso, os jardins verticais seriam mais eficientes do que a própria cobertura vegetal, mas assim como em Valéria, essas edificações não têm paredes cegas onde se possa criar esse tipo de proteção. Outra solução seria a aplicação de placas solares nas paredes voltadas para o norte e nordeste. Embora existam poucas fachadas voltadas para esse lado, existe a opção em forma de brises, ajudando na geração de energia para estas construções. A energia eólica como forma de complementação da energia solar nessa região funciona, desde que os aerogeradores fiquem em uma altura maior que a dos edifícios, já que, apesar de ser adensada, o entorno dessa região não impede a ventilação local.

7.3.3 Alto do Itaigara

Na década de 1960 a Fazenda Pituba pertencia a Joventino Silva e se espraiava da Orla Atlântica à Rotula do Abacaxi. Como resultado do seu desmembramento, surgiram novos bairros, a exemplo do Itaigara e da Pituba. A região do Itaigara era uma imensa área verde, que contrastava, por exemplo, com o bairro da Pituba que, neste tempo, já se consolidava como bairro adensado. Dessa imensa área verde, pouco restou. Atualmente, os edifícios dominam a paisagem do bairro, que teve seu crescimento urbano impulsionado pela construção do Shopping Itaigara em 1980. Outros empreendimentos comerciais e de serviços nos arredores, como o Boulevard 161, o Empório Itaigara e o Max Center, também contribuíram para o desenvolvimento do bairro (SANTOS; DE PINHO, *et al.*, 2010). O bairro fica arrodado pelos bairros: Pituba, Caminho das Árvores, Brotas e Candeal. Os limites que delimitam o Bairro são: a Avenida Antônio Carlos Magalhães, a Avenida Paulo VI, Posto de combustível – Hiperposto, a Rua das Hortênsias, a Rua Padre Manoel Barbosa, a Rua Manoel Correia Garcia, a Rua Florentino Silva, a Rua Sílvio Valente e o Shopping Itaigara. O bairro é um bairro de tipologia mista, contendo construções horizontais e verticais. A região conhecida como Alto do Itaigara foi escolhida para a análise em construções verticais e adensadas, no perímetro da Orla Atlântica. O Alto do Itaigara encontra-se nas mediações das ruas: Doutor Monteiro e Artesão João da Prata, indicadas na figura 102.

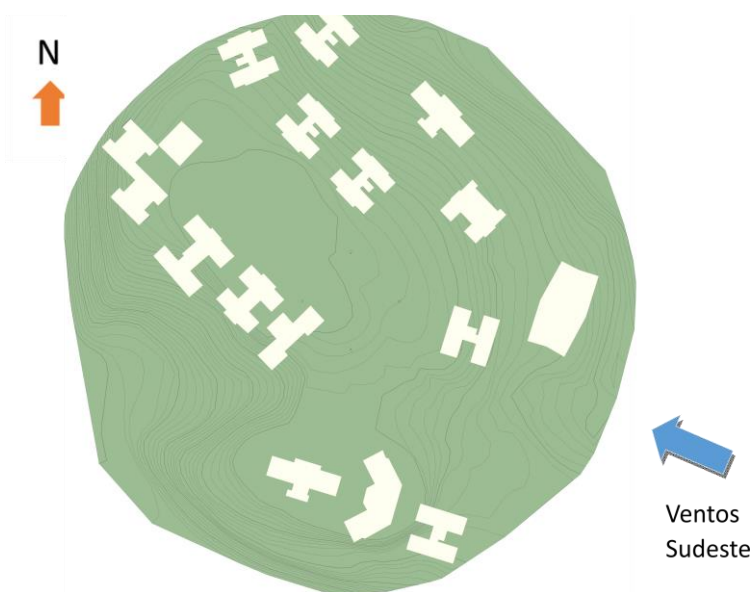
Figura 102 - Alto do Itaigara: Mapa de localização



Fonte: Google Maps (2016).

Apesar de ter havido um estudo prévio de implantação nas construções dessa região, elas foram projetadas de forma individualizada, indicadas na figura 103. As construções estão implantadas nas cotas de dez a quarenta metros de altitude, com uma topografia acidentada, o que favorece a ventilação local principalmente nos apartamentos mais elevados. A posição das maiores aberturas (janelas e varandas) das edificações estão voltadas para o sentido sudoeste–nordeste, dificultando a penetração dos ventos predominantes sudeste, na maior parte dos apartamentos. Porém, por fazer parte da faixa Oceânica Atlântica, as edificações que estão no lado oeste são beneficiadas pelas brisas que vem do mar.

Figura 103 - Alto do Itaigara: Ocupação do Solo



Fonte: Própria (2016).

Por serem prédios elevados, entre 14 e 18 pavimentos, percebe-se uma grande área de projeção das sombras, incidindo inclusive nas fachadas vizinhas. Pela manhã, as 8 horas, o sol incide nas edificações na direção Nordeste–Sudoeste, no inverno, conforme a figura 104. Nesse período, registra-se maior sombreamento, causado pelas sombras das edificações que estão situadas a leste. Pela proximidade de alguns prédios, as sombras são projetadas em parte das fachadas das edificações a oeste da área estudada. Neste período, o sombreamento evita a formação de ilhas de calor. Já no verão, as projeções das sombras são menores conforme a figura 105. O sol nasce no sentido sudeste – noroeste, incidindo nas fachadas sudeste, nordeste e sul, e mesmo com a proximidade das edificações, as projeções das sombras não chegam a tocar nas edificações vizinhas em dezembro, no mesmo horário do dia.

Figura 104 - Alto do Itaigara: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

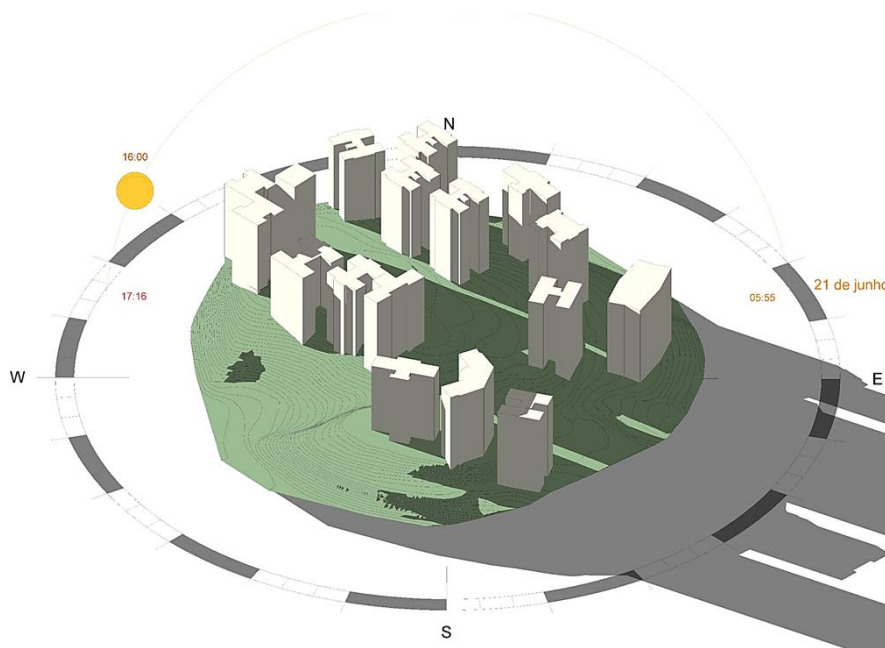
Figura 105 - Alto do Itaigara: Estudo da Insolação: 21 de dezembro as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

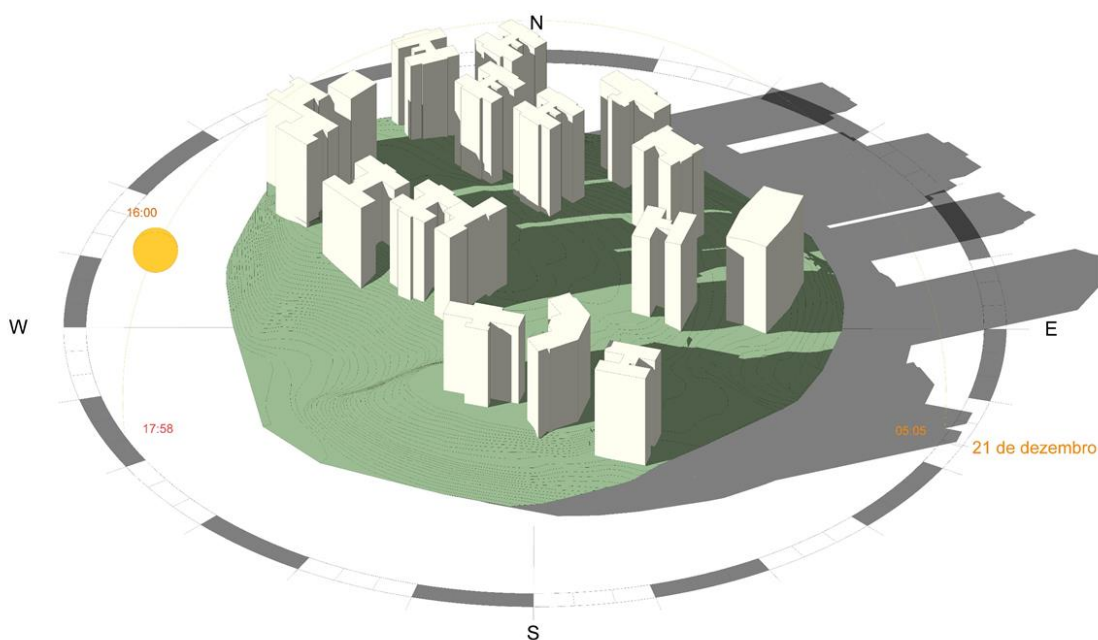
No inverno, às 16 horas, o sol se põe a noroeste das edificações, sombreando o lado sudeste das edificações, conforme indicado na figura 106. Pelo fato de suas sombras serem longas, ocorre o sombreamento na cobertura das edificações com cotas de nível mais baixas e ou em número de pavimentos inferiores. Já no verão, no mesmo horário, conforme a figura 107, a incidência do sol atinge as fachadas voltadas para o norte, noroeste e sudoeste, e a projeção da sombra neste período está no sentido nordeste – leste. Devido a sua direção, poucas são as fachadas que sombreiam as edificações vizinhas.

Figura 106 - Alto do Itaigara: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas.



Fonte: Própria (2016).

Figura 107 - Alto do Itaigara: Estudo da Insolação, 21 de dezembro, as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

A cobertura continua sendo o local de maior exposição ao sol. Nesse caso, a melhor solução é a utilização da placa solar nas coberturas das edificações. Pela posição dos prédios em relação ao norte verdadeiro, o uso de jardins verticais pode melhorar o conforto térmico local. Nas edificações onde a fachada norte permite a instalação, os jardins verticais ajudariam a evitar a absorção de calor, influenciando a temperatura dos ambientes internos. Porém, esse não é um fator essencial para melhorar a temperatura desta zona, assim como o uso de placas solares como parte da fachada, devem seguir o mesmo critério. Por ser uma região de altitude elevada, próximo ao Oceano Atlântico e voltada para os ventos predominantes, é possível a utilização da energia eólica, desde que em pontos mais elevados que as edificações existentes, com rotores dispostos no sentido vertical, e que possam estar interligados a um sistema híbrido.

7.4 ÁREAS VERTICAIS POUCO ADENSADAS

No vetor da cidade relativo à Baía de Todos os Santos não existe nenhuma região considerada vertical e pouco adensada. Isso porque a maioria da tipologia é horizontal, adensada, onde parte das suas edificações são casa antigas, da época da colonização.

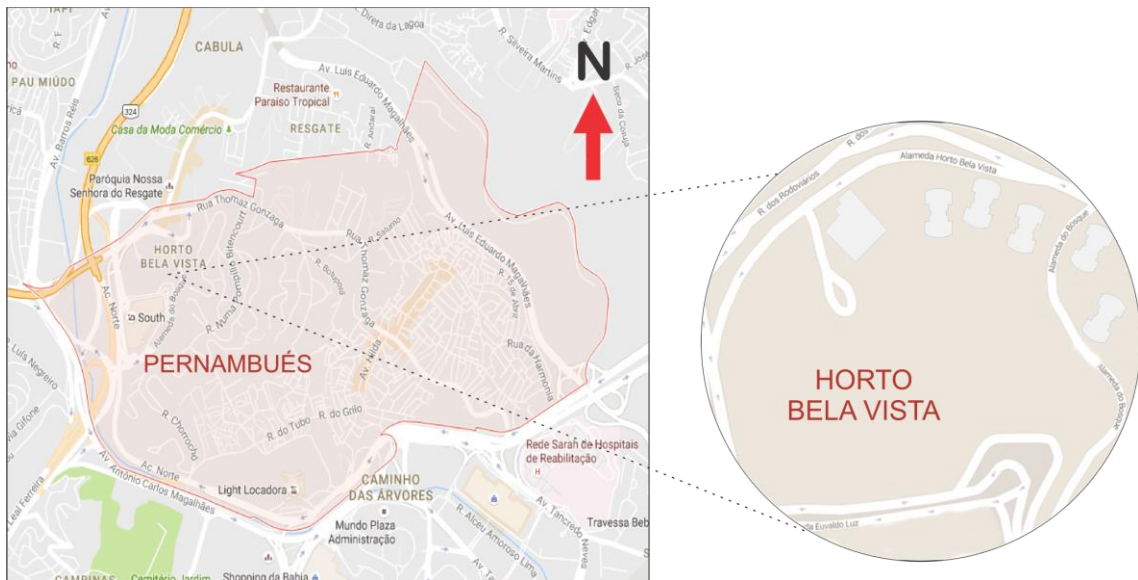
7.4.1 Horto Bela Vista

O Horto Bela Vista, está localizado no bairro de Pernambués, que faz parte da região denominada de Miolo Central de Salvador. Até a década de 1940/50 só existia o Cabula e a região de Pernambués era uma grande mata fechada. O bairro de Pernambués está localizado próximo à Estação Rodoviária, tendo como limites, a Avenida Paralela ao sul, ao leste, a Avenida Luís Eduardo Magalhães e ao oeste, o bairro de Saramandaia. O local é composto basicamente por moradias populares e pequenos comércios. A área, por possuir uma densa aglomeração humana, enfrenta muitos problemas de estrutura. A construção de conjuntos habitacionais contribuiu para a destruição da mata existente, eliminando a sua preservação. No caso específico de Pernambués, foi criada uma avenida cruzando todos os espaços, facilitando o acesso das pessoas (BISPO, 2014). Originalmente, o bairro de Pernambués surgiu de uma fazenda, na qual os seus moradores sobreviviam vendendo frutas no

Pelourinho, na Feira das Sete Portas e na Feira dos Sete (Água de meninos). Com a implantação do shopping Iguatemi, a construção da nova Estação rodoviária e a consequente mudança nos vetores de expansão da cidade, o bairro se expandiu e se consolidou. Com o tempo, a ocupação desordenada do local foi urbanizada e hoje abriga as localidades da Baixa do Manu, Baixa da Horta e Baixa da Guiné. Sua rua principal, Thomaz Gonzaga, tem o nome de um dos personagens e poetas que atuaram na Inconfidência mineira (SANTOS; DE PINHO, *et al.*, 2010).

O Horto Bela Vista está localizado no limite de Pernambués, a oeste do bairro, voltado para o Cabula. É delimitado por: Av. Norte, pela Rua dos Rodoviários, Alameda do Bosque e a Alameda Horto Bela Vista, conforme a figura 108.

Figura 108 - Horto Bela Vista: Mapa de localização

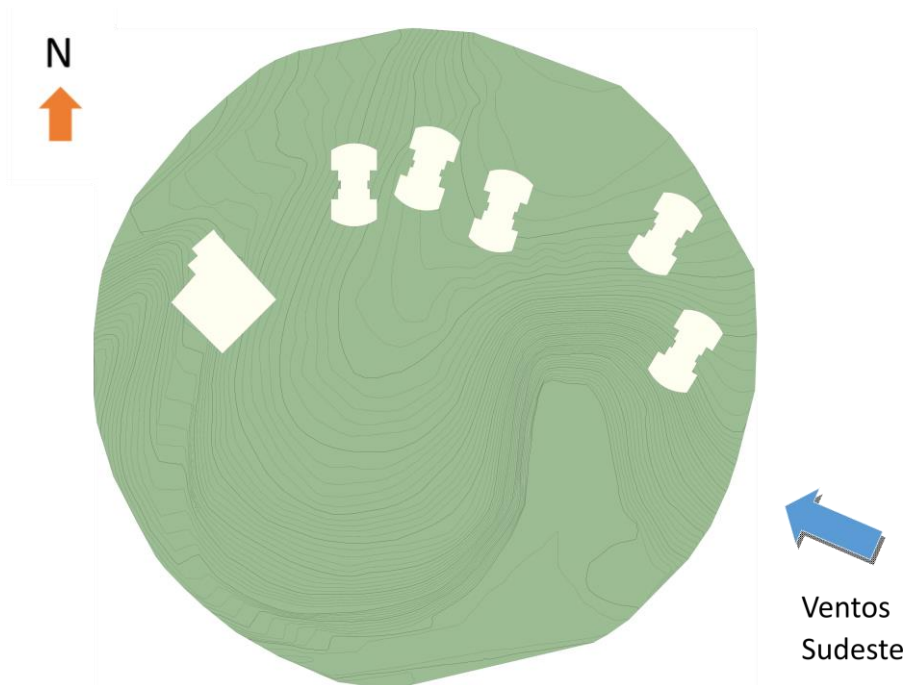


Fonte: Google Maps (2016).

O Horto Bela Vista é um local novo, totalmente planejado, inclusive com estudos ambientais analisando as consequências que seriam geradas na paisagem urbana, conforme observado na figura 109. Com a topografia acidentada, as edificações da área indicada estão entre as cotas de nível de dezoito a sessenta e três metros de altitude, o que faz dela uma região bastante elevada em relação ao seu entorno. Suas construções são altas, com uma média de noventa e seis metros de altura cada uma. Apesar de estarem em uma área pouco adensada, as edificações foram construídas próximas umas das outras. Duas estão localizadas

a leste no terreno destinado à área estudada, com suas fachadas maiores rotacionadas a 30° na direção sudeste – noroeste e as demais que estão situadas ao norte do terreno estão a com suas fachadas viradas a 60° no sentido leste – oeste em relação ao norte verdadeiro. Por estarem implantadas próximas umas das outras e com a disposição que foram localizadas no terreno, acabam impactando na ventilação. As fachadas das edificações estão voltadas para Sudoeste e Nordeste, opostas a direção da ventilação predominante da cidade, impedindo que os ventos entrem nas edificações e tornando os apartamentos pouco ventilados.

Figura 109 - Horto Bela Vista: Ocupação do Solo

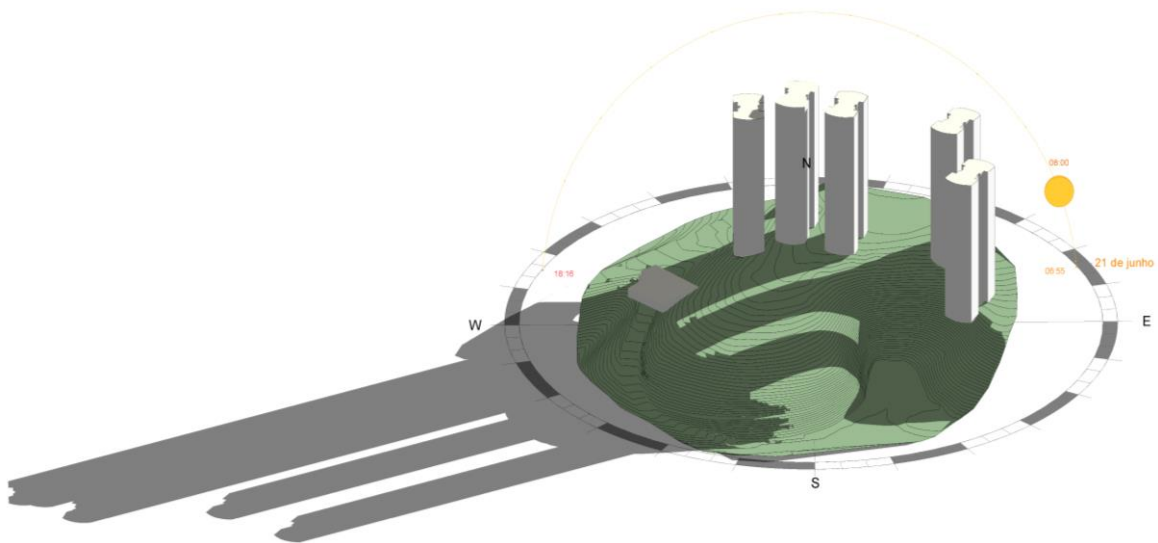


Fonte: Própria (2016).

No período de junho pela manhã, as 8 horas, as sombras se projetam na direção Sudoeste, conforme a figura 110, promovendo uma grande área de sombreamento na região que foi modelada e ajudando nesse período a minimizar os efeitos de ilha de calor. Essa sombra tem pouca interferência de uma edificação para outra, sendo projetada apenas na fachada da edificação voltada para o Sudoeste. Já no verão, como mostra a figura 111, o sol

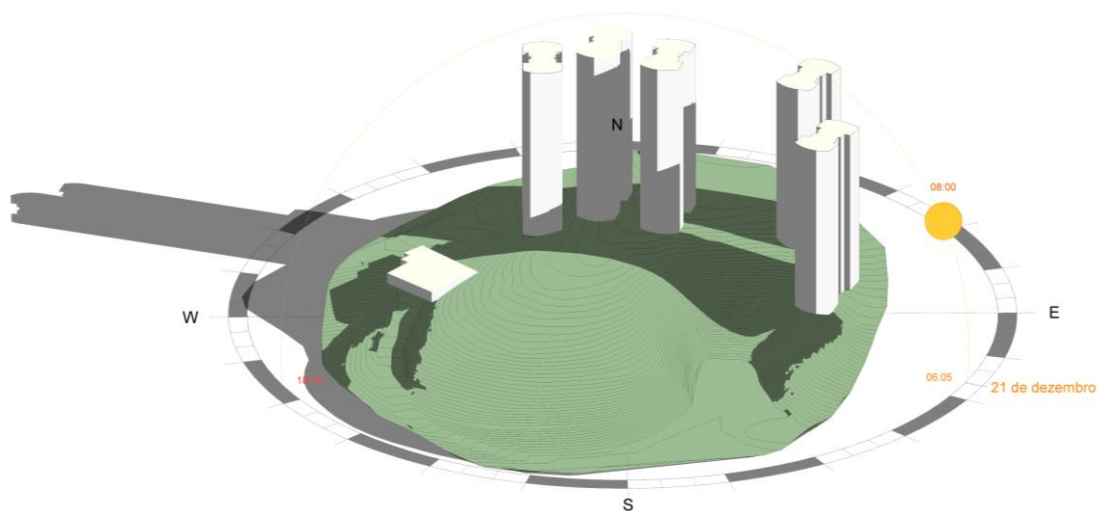
nasce no sentido sudeste – noroeste. Neste período, as projeções das sombras coincidem reduzindo assim a faixa de sombreamento projetadas pelas edificações. No inverno, no mesmo horário, as fachadas que estão sombreadas são as fachadas sul. Já no verão, as fachadas onde não incidem os raios solares são as voltadas para o sudoeste. Neste período, há sombra nas edificações ao norte da área da modelagem, tanto na fachada sudoeste, como na fachada leste, devido à proximidade das edificações.

Figura 110 - Horto Bela Vista: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas



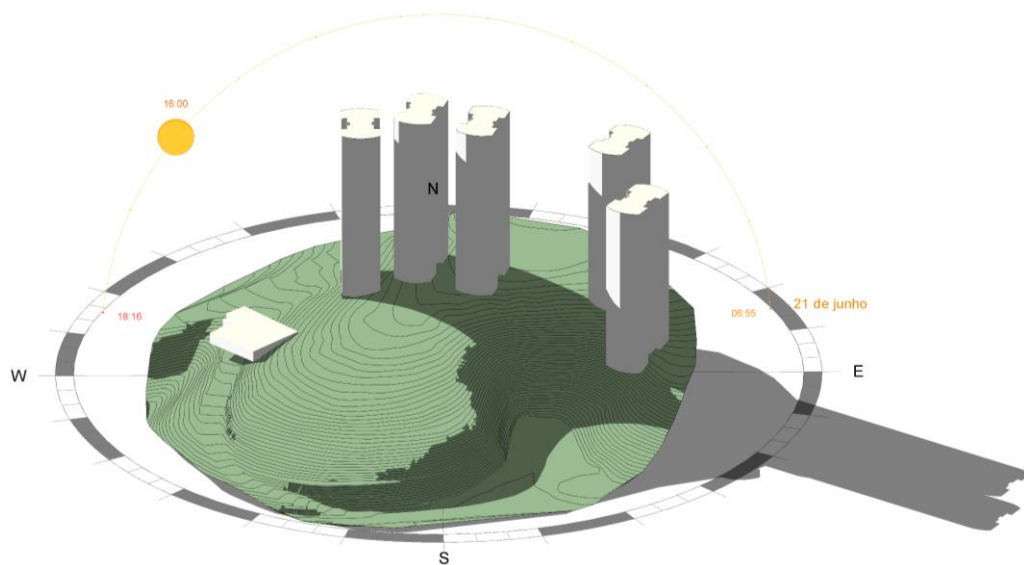
Fonte: Própria (2016).

Figura 111 - Horto Bela Vista: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

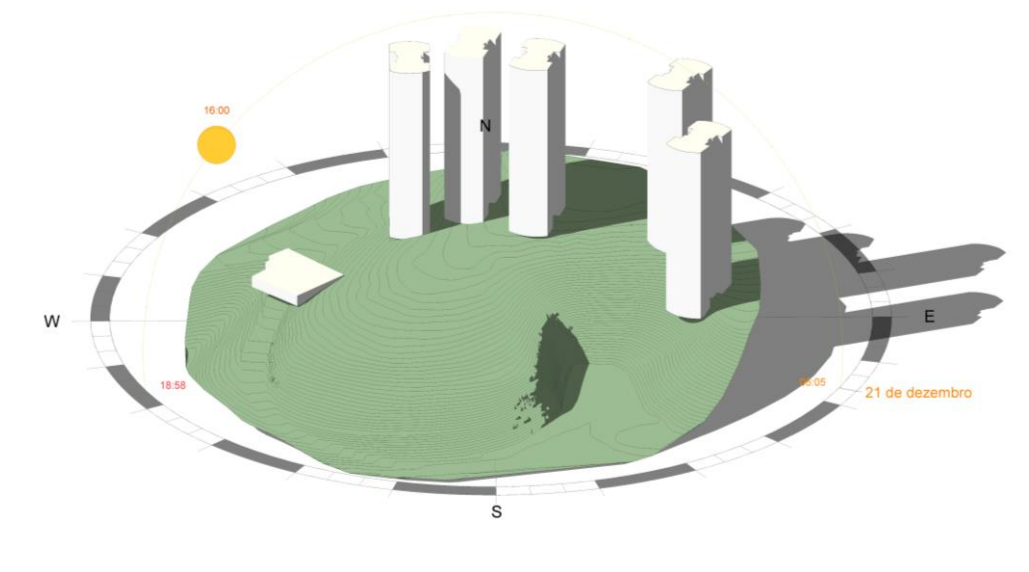
Figura 112 - Horto Bela Vista: Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

No inverno, durante a tarde (dezesesseis horas), o sol incide nas construções noroeste, direção nordeste, e nos prédios que estão com a inclinação a 60° noroeste, projetando as sombras sob as fachadas, sul e nordeste das edificações que estão inclinadas na mesma direção. Porém, mesmo que a proximidade dos prédios que estão no norte para os que estão ao leste do terreno seja relativamente pequena, neste período as sombras projetadas não cobrem a fachada sudoeste das edificações a leste do terreno, como mostra a figura 112. No verão, a incidência do sol está no sentido sudoeste – nordeste. Neste período as fachadas que estão sombreadas são as voltadas para o Leste - Nordeste e as edificações que estão ao norte do terreno projetando uma parte da sombra nas fachadas voltadas para o noroeste destas edificações, como mostra a figura 113.

Figura 113 - Horto Bela Vista: Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Mesmo sendo edificações altas, estando em uma área pouco adensada e com cotas de nível elevadas em relação ao mar, observa-se que as coberturas são os pontos de maior absorção solar. Nos horários estudados, sempre há a incidência solar nelas, transformando-as no melhor lugar para instalação das placas solares. Porém, as edificações que tem fachadas com pequenas aberturas para o norte e nordeste, poderiam fazer uma composição de placas solares ajudando a aumentar a área de captação de energia. Ou a utilização de jardins verticais, que ajudariam a reduzir a temperatura interna dos ambientes. Mesmo estando no Miolo, a região é ventilada devido a sua localização e para complementar o sistema solar fotovoltaico, o ideal seria a utilização de aerogeradores do tipo vertical, salvaguardando a geração de energia quando os dias estiverem nublados ou durante a noite.

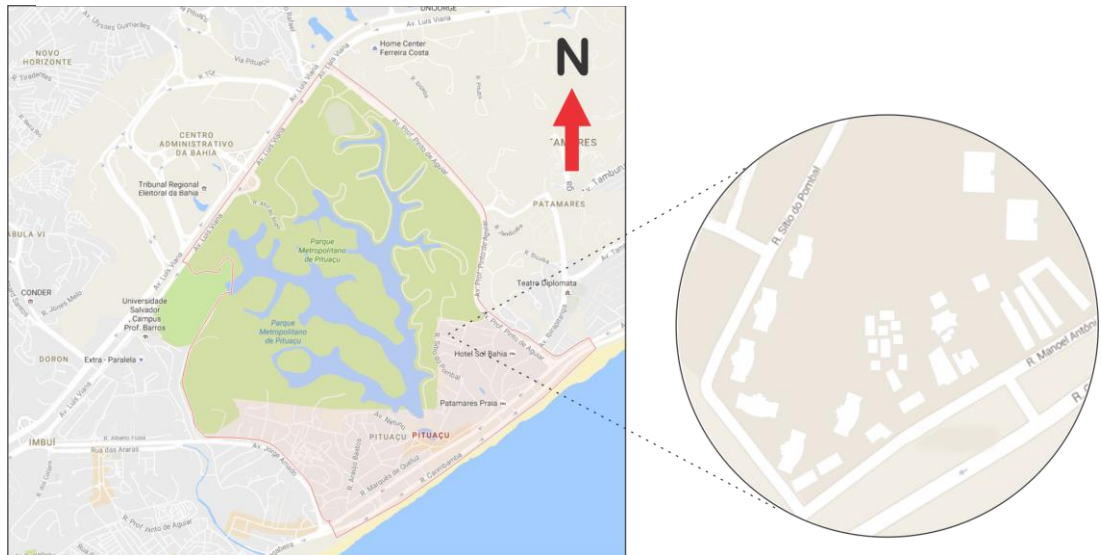
7.4.2 Pituacú

Este bairro fez parte da Fazenda Piaçabeira, conhecida também como Três Amores, onde os herdeiros desta fazenda venderam as terras a pescadores, fazendo destes os primeiros moradores do local. No início da década de 1970, centenas de casas de taipa foram erguidas às margens do rio Pituacú. Eram homens e mulheres que, em busca de moradias, fixaram-se neste local, ainda cercado por grandes dunas, animais selvagens e uma exuberante Mata Atlântica. Dessa forma, foram dados os primeiros passos para o que hoje é o bairro de Pituacú. Entretanto, há quem diga que não foi unicamente a necessidade de ter uma moradia que levou muitas pessoas a construírem casas neste local. Diversas famílias ergueram casas neste bairro apenas para veranejar. Atualmente, o bairro é composto pelas localidades: Alto do São João, Golfo Pérsico, Irmã Dulce, Selva e Bananal. (SANTOS; DE PINHO, *et al.* 2010)

Localizado na orla Atlântica de Salvador, neste bairro encontra-se a foz do rio Pituacú, situado dentro do Parque Metropolitano de Pituacú, um projeto do governo Roberto Santos, de 1978, concebido como resultado da iniciativa de preservação ambiental. O projeto do Parque contemplava o Horto Professor Alexandre Leal, um Museu de Ciência e Tecnologia, ciclovia e um complexo esportivo, incluindo o Estádio de Pituacú, recentemente reinaugurado. Hoje em dia, o Parque tem cerca de 400 hectares de extensão e desde 1995 (data da nova inauguração), se constituiu em importante área de lazer, não só para os moradores locais, mas para os habitantes da cidade em geral. Está cercado pelos bairros: Patamares, Boca do Rio e Imbui. E é delimitado por: Avenida Luís Viana, Avenida Professor

Pinto de Aguiar, pela Avenida Octávio Mangabeira, pela Rua Carimbamba com a Avenida Jorge Amado e Rua da Bolandeira. A área destinada a modelagem encontra-se nas mediações das ruas Sítio do Pombal, Rua Manuel Antônio Galvão e a Rua Júlio Rodrigues, conforme a figura 114.

Figura 114 - Pituvaçu: Mapa de localização



Fonte: Google Maps (2016).

A área da simulação em Pituvaçu encontra-se entre o Oceano Atlântico e o Parque Metropolitano de Pituvaçu, a dez metros de ambos aproximadamente. Pelo fato de estar no meio de duas áreas não construídas, essa região é bastante ventilada. Primeiro por estar voltada para a região de Salvador que recebe todo o vento predominante sudeste. Além das brisas marítimas e continental, onde é feita a troca de calor através das águas do mar com o continente e vice-versa. As brisas que vem do continente, da direção do Parque, não são tão quentes como em outras regiões onde existem construções que passam o dia absorvendo o calor local, tornando os ventos que saem da terra para o mar mais quentes. A região modelada encontra-se com cotas de nível entre 3 e 5 metros de altitude, enquanto a topografia do bairro está entre três e trinta metros de altitude em relação ao nível do mar. É uma região rodeada de vegetação, mas também com construções horizontais, que absorvem calor e consequentemente trocam calor com o meio, influenciando no clima urbano local.

A maioria das edificações são altas, com 20 pavimentos, e tem suas principais fachadas voltadas para o Sudeste, de maior abertura, onde recebem de frente toda a ventilação. A implantação das edificações no terreno facilita o acesso do vento entre elas, como identificadas na figura 115.

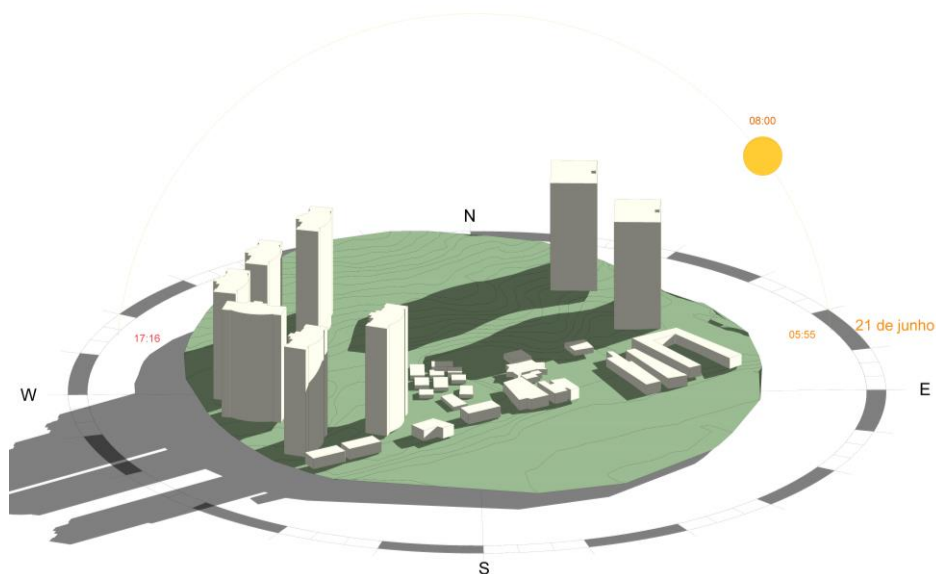
Figura 115 - Pituaçu: Ocupação do Solo



Fonte: Própria (2016).

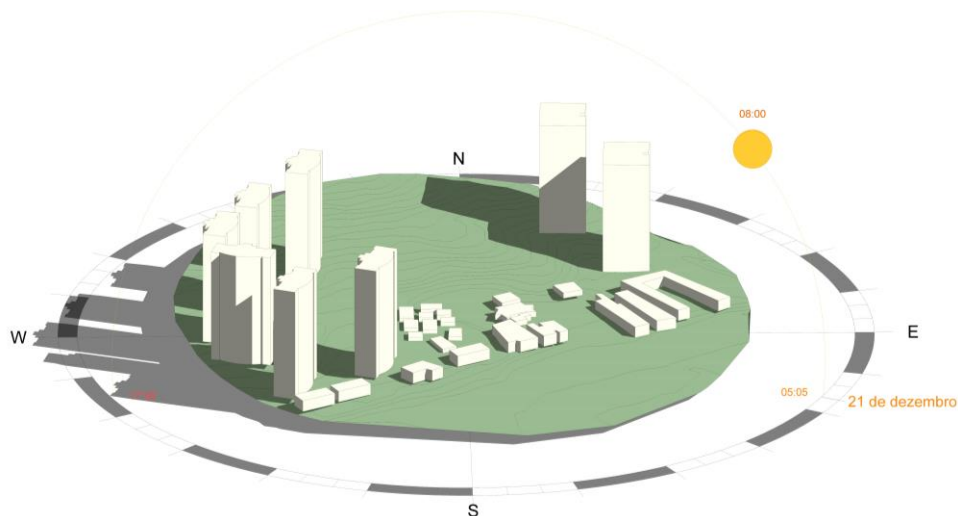
No período matutino (oito horas), em junho, o sol nasce na direção nordeste – sudoeste, conforme a figura 116. Como a maioria das edificações que se concentram nesta área estão viradas para o sudeste, são as fachadas que sofrem com a incidência solar. Além das fachadas voltadas para o nordeste, poucas são as edificações que projetam a sombra em um prédio vizinho. Apenas as construções que estão à esquerda, devido a sua proximidade. Enquanto que no verão, no mesmo horário, como mostra a figura 117 o sol nasce no sentido sudeste – noroeste. Neste período, as projeções das sombras são mais curtas, porém pela direção e altura que o sol nasce, há prédios encobertos pela sombra dos que estão próximos ao mar, tornando-os menos quentes dos que tem as fachadas recebendo a ação do sol diretamente.

Figura 116 - Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Figura 117 - Pituvaçu: Estudo da Insolação, 21 de junho as 8:00 horas

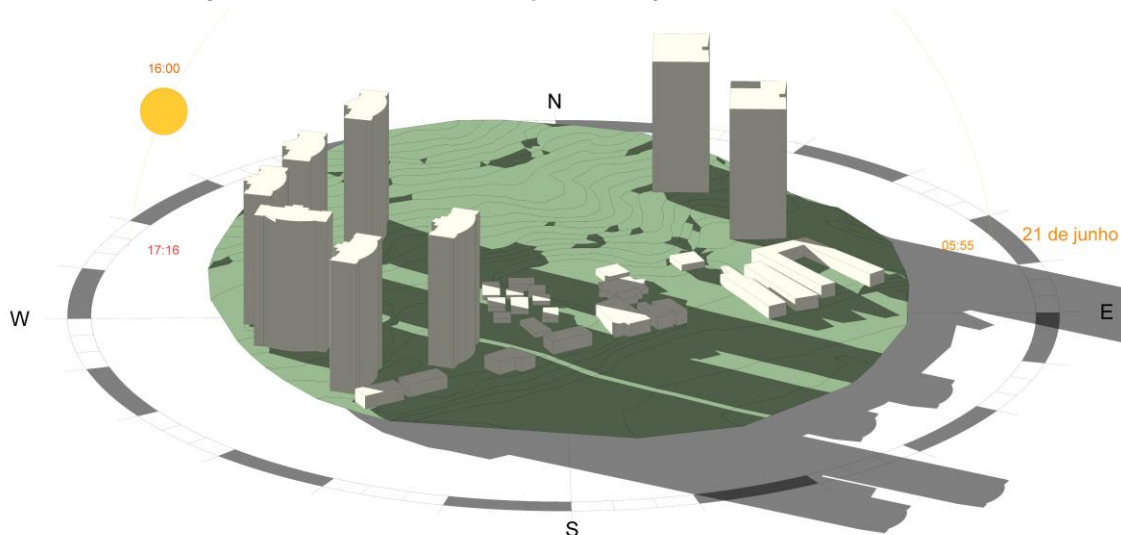


Fonte: Própria (2016).

No inverno, as dezesseis horas, o sol incide nas construções noroeste, direção nordeste. Os prédios, neste período tem as fachadas sudeste totalmente sombreadas, como indicadas na figura 118. Nesta área, além das edificações, existem algumas construções horizontais, onde uma parte delas se encontra totalmente encoberta pelas sombras, o que ajuda a reduzir a ilha de calor nesta hora do dia.

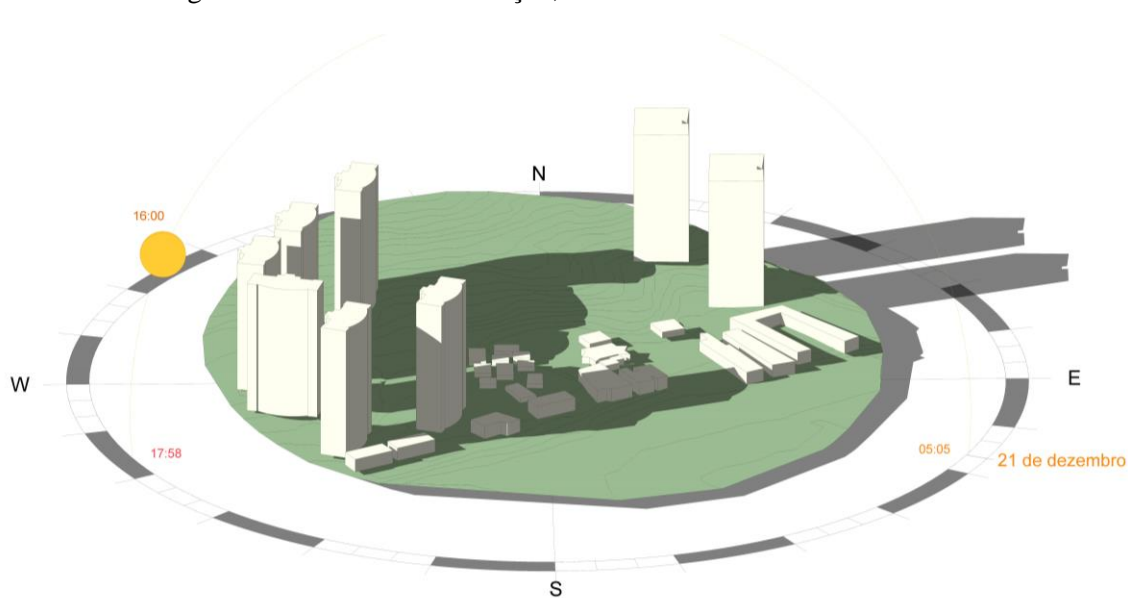
No verão, esse cenário se modifica um pouco. A área de projeção das sombras é reduzida, aumentando a possibilidade da formação de ilhas de calor, conforme a figura 119. As fachadas sombreadas, sudeste e nordeste, são as que estão no sentido oposto a direção que o sol se põe. Com isso as fachadas que estão para o noroeste, sofrem com o aumento térmico neste período.

Figura 118 - Estudo da Insolação, 21 de junho as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Figura 119 - Estudo da Insolação, 21 de dezembro as 16:00 horas



Fonte: Própria (2016).

Nesta região, assim como nas outras, a cobertura das edificações é o elemento de maior absorção térmica, o que os torna propícios a utilização de painéis fotovoltaicos. Como as edificações tem muitos apartamentos, a utilização de placa solar apenas na cobertura não será suficiente para gerar energia que venha a suprir o consumo total. Neste caso, o uso de painéis fotovoltaicos nas fachadas torna-se uma opção interessante, visando a ampliação Da captação das radiações solares, principalmente nas empenas viradas para o norte. Pela localização, o ideal é completar essa absorção através do sistema híbrido, juntamente com a energia eólica, do tipo vertical, aproveitando a ventilação em todos os sentidos dos ventos. O ideal é que os rotores sejam implantados nas coberturas, pois devido a altitude das edificações existirá menos anteparos contra os ventos, e também há a probabilidade de ventos constantes e com maior velocidade. Além das placas fotovoltaicas inseridas nas fachadas, o uso de jardins verticais nas empenas onde a incidência do sol é constante, ajudaria na redução do aquecimento térmico nos ambientes internos das edificações.

7.5 COMPARATIVO DAS ÁREAS ESTUDADAS

As ilhas de calor são frequentes nas áreas adensadas, principalmente nas que tem a tipologia das construções horizontais. A massa sólida é maior que as áreas livres e, com isso, os materiais aplicados nesses volumes são captadores e irradiadores de calor, elevando a temperatura local e a dos ambientes internos. As áreas adensadas verticais também sofrem com a elevação de temperatura, já que seu volume construtivo proporciona esse aumento. As áreas pouco adensadas sofrem menos, pois há um equilíbrio entre os cheios e vazios das massas sólidas e áreas livres, contendo menor área de absorção e irradiação de temperatura das mesmas. Além das temperaturas elevadas causadas pela quantidade de massa, observa-se outro fator que contribui para o aumento da ilha de calor: o acesso aos ventos, ao sol, à vegetação e à área de projeção das sombras. Quanto menos adensada é uma área, maior é a sua ventilação, resfriando os bolsões de calor criados pelos materiais dos volumes edificados. Por outro lado, as áreas adensadas tem uma área sombreada maior que as áreas menos adensadas, o que ocasiona um conforto térmico maior do que as áreas que tem acesso ao sol. Neste sentido, as áreas verticais proporcionam maior conforto térmico que as horizontais. As áreas poucos adensadas, pelo fato de ter mais espaços livres, tem a possibilidade de utilizar a

vegetação como agente redutor das ilhas de calor, tornando o clima urbano adequado ao corpo humano.

Dentre esses estudos, conclui-se que o consumo de energia será maior nas áreas adensadas do que nas áreas menos adensadas, pois faz-se necessário o uso de equipamentos mecânicos para atingir a temperatura ideal. Nas áreas menos adensadas, deve ser utilizada soluções passivas nas construções, como é o caso das ventilações cruzadas e tamanho das aberturas.

Comparando as áreas onde as edificações são verticais e pouco adensadas, a região de Pituvaçu tem a probabilidade de oferecer um melhor conforto térmico do que a região do Horto Bela Vista, tanto pela posição das edificações em relação ao norte verdadeiro, como pela localização no vetor da onde predominam os ventos para o sudeste. Além disso, sua área verde é maior do que a do Horto Bela Vista. Com relação ao sombreamento, as edificações do Horto Bela Vista proporcionam maior área de projeção nas fachadas das edificações vizinhas, reduzindo assim a área de acesso ao sol nas mesmas. A região do Horto necessitaria de uma área maior para aplicação das placas solares do que em Pituvaçu, assim como é mais importante nessa região o uso de aerogeradores eólicos para completar o sistema, afinal o clima urbano de Pituvaçu necessitará de uma menor ventilação mecânica do que a do Horto Bela Vista.

Já as áreas com as construções de tipologias verticais e adensadas: Valéria, São Rafael e Alto do Itagira, são equiparadas em relação ao clima urbano. Todas se encontram em uma região alta da cidade, cada uma com sua particularidade. Valéria e São Rafael tem ao redor mais áreas verdes, enquanto no Alto do Itagira está mais próximo da Orla Atlântica, onde há uma maior presença dos ventos predominantes. A região do Alto do Itagira permite que o vento permeie com mais facilidade entre as edificações do que as das demais áreas, seguida por São Rafael e logo depois a de Valéria. Quanto ao sombreamento, o Itagira tem a projeção das sombras maiores, proporcionando um maior conforto térmico local. Entretanto, as outras duas áreas apresentam uma maior proximidade entre as edificações, diminuindo o acesso ao sol, o que ajuda no controle térmico nos ambientes internos. Todas vão ter a cobertura como o elemento de maior absorção do sol, e com isso a aplicação placas fotovoltaicas nas coberturas são ideias para todas, assim como o uso de fotovoltaicas nas fachadas só serão utilizadas caso alguma delas esteja para o norte e/ou noroeste. Jardins

verticais e coberturas verdes ajudam a controlar as condições térmicas podendo amenizar o calor nas regiões do Miolo. Outra boa opção é utilizar a energia eólica como complementação na matriz energética destas edificações.

As construções horizontais pouco adensadas tem o privilégio de ter uma área de cobertura proporcional ao número de usuários. Com isso, as placas solares nestas construções serão mais eficientes para suprir a maior parte do consumo de energia, do que em regiões de áreas verticais, já que a quantidade de pessoas por metro quadrado é bem maior. Dentre as áreas horizontais poucos adensadas, a que tem melhor aproveitamento energético utilizando placas fotovoltaicas é Alphaville 2, seguida do condomínio da Base Naval e logo depois Alphaville 1, por ter o terreno mais acidentado e com sombras em períodos específicos, reduzindo o tempo de captação da irradiação solar. O ângulo azimute das casas de Alphaville 2, em relação ao norte verdadeiro, facilitam a implantação das placas na direção (norte), onde a captação do sol é ideal para a cidade estudada, Salvador. Com relação a cobertura vegetal, todas áreas são beneficiadas. Com relação a ventilação, mesmo estando em uma cota de nível inferior as demais casas, o condomínio da Base Naval, tanto pela posição das casas, como pelo local em que estão inseridas, é a região com maior potencial para o aproveitamento da energia eólica. Ajuda o fato de estar entre a BTS e a Bacia de Aratu, além de ter a água do mar como controladora da temperatura e no seu entorno apresentar mais áreas naturais. Depois aparece Alphaville 1 devido a sua proximidade com o Oceano Atlântico e por estar na direção dos ventos predominantes.

Ao fazer comparações, nota-se que as áreas adensadas e horizontais são as com maior problema em relação ao conforto térmico, pois a quantidade de massa sólida, nessas regiões são sempre maiores do que as áreas livres. Dentro das áreas horizontais e adensadas, encontramos Ribeira e Itapuã como as regiões com maior grau de calor, pois a implantação desordenada e a proximidade com as construções foram fatores que contribuíram majoritariamente para o aumento da temperatura local. Como a região de Itapuã está em uma área acidentada, as construções implantadas na cota de nível mais altas sobrepõem as que estão em cotas inferiores, resultando em menor eficiência das placas fotovoltaicas. A região de São Rafael, composta pelas residências horizontais, é a que apresenta um melhor clima urbano, tanto pela altitude do terreno em relação a cidade, como a quantidade de áreas verdes no entorno destas. O uso de cobertura vegetal é uma das melhores opções para equilibrar o

conforto térmico principalmente em Itapuã e na Ribeira, que nas regiões estudadas não possuíam áreas verdes. Todas as áreas têm potencial para instalação de aerogeradores eólicos, sendo que São Rafael (condomínio horizontal), se destaca também pelas melhores condições espaciais para a inserção da captação fotovoltaica.

O ideal em todas as regiões é utilizar o sistema híbrido, seja solar e eólico ou solar e cobertura vegetal, para obter uma maior captação de energia renovável e minimizar os custos diretos em relação ao consumo de energia de uma edificação. Esse tipo de sistema já está sendo implantado em algumas construções no Brasil, como é o exemplo de um condomínio em Florianópolis, construído com duas pequenas torres horizontais e localizado em uma região próxima de praias, montanhas e de uma extensa área verde. Foram implementadas no teto deste condomínio, duas turbinas eólicas verticais que provêm 7% da energia utilizada para aquecimento de água. Pelo fato da edificação produzir energia renovável, o morador tem um desconto prévio na conta de luz (CIDADE E SOLUÇÕES, 2016). O que prova que é possível utilizar um sistema híbrido para reduzir o custo da energia elétrica ou até mesmo gerar a sua própria energia. Em Salvador, ainda existe uma certa dificuldade para definir a velocidade média anual dos ventos, pois existem somente duas estações que disponibilizam dados relacionados à temperatura, radiação solar, velocidade e direção dos ventos: a estação meteorológica de Ondina, administrada pelo INMET e a estação meteorológica do aeroporto, ambas situadas nos dois extremos da cidade. Seria necessária uma medição precisa em todas as áreas estudadas, de maneira que se possa garantir o aproveitamento do potencial da utilização da energia solar e eólica.

Além da dificuldade de se obter dados climáticos, observa-se também que os dados físicos da cidade não possuem estudos atualizados sobre o seu adensamento e desenvolvimento urbano. Essas condicionantes dificultaram as pesquisas realizadas, entretanto se abrem como oportunidade para despertar possíveis interesses em estudos relacionados à cidade de Salvador.

8 CONCLUSÃO

Nas últimas décadas, investiu-se em um modelo energético absolutamente agressivo ao nosso planeta. Não só pesquisas e estudos apontam para isso, como alterações climáticas e graves danos ambientais ocorreram ao longo desse tempo, em decorrência desse modelo. Cada vez mais, o uso de fontes renováveis se torna fundamental na matriz energética global, ajudando a suprir as necessidades humanas, ao mesmo tempo em que reduz, ao máximo, os impactos causados à natureza. Algumas discussões que abordam o aquecimento global demonstram que o clima é matéria de grande relevância econômica, social e ambiental. Centenas de estudos científicos comprovam que os problemas climáticos estão intensificados em virtudes de ações antrópicas do uso e da geração de energias fósseis.

A depender do clima de um lugar, tornam-se necessárias soluções e tecnologias mecânicas para deixar o ambiente interno confortável. Por sua vez, o uso dessas soluções eleva o consumo de energia e aumenta o valor final nas contas de luz. No intuito de minimizar o consumo elétrico, torna-se importante o uso das energias renováveis, como a energia solar fotovoltaica e a eólica, mesmo que utilizadas de maneira híbrida e que ambos os sistemas sejam adaptáveis às mudanças ambientais. Além do uso da energia limpa, o uso de soluções sustentáveis como os jardins verticais e telhados verdes, podem auxiliar no conforto térmico interno e externo.

A cidade de Salvador, por suas características físicas e ambientais, tem um grande potencial para o uso de ambas as fontes alternativas de energia: solar e eólica. Porém, a energia solar é a que melhor se enquadra às características da cidade, justamente devido ao potencial solar aqui apresentado. Já a energia eólica, depende da topografia, da orientação e velocidade do vento e da posição geográfica na cidade onde se encontra a edificação na qual o aerogerador seria instalado. É possível utilizar turbinas de pequeno porte, considerando que esse equipamento necessita, pelo menos, de uma constante de 2,5m/s para iniciar a produção de energia. Porém, em algumas regiões, e em momentos específicos do dia, registra-se que o vento possui velocidade igual a zero, o que impossibilita o uso exclusivo da força eólica como principal fonte de captação de energia, até porque ainda não existe como armazená-la facilmente. Dentro dos estudos feitos nesta dissertação, demonstrou-se que os sistemas híbridos são ideais na maioria das regiões da cidade de Salvador, combinando sistemas Fotovoltaicos

com outras fontes de energia capazes de assegurar a carga das baterias na ausência do sol, como é o exemplo da energia eólica.

Dentro das possibilidades de uso, observa-se que ambos os modelos podem ser instalados, tanto na cobertura, quanto na composição de fachadas, mas essas escolhas dependem do contexto das construções. Mesmo que alguns estudos comprovem a viabilidade, e mesmo com o conhecimento do potencial eólico e solar das cidades, são necessários investimentos em pontos estratégicos, como equipamentos e programas específicos que possam fornecer dados e insumos, até que esses levem a criação de mapas detalhados, eólico e solar, específicos para cada cidade, no futuro.

Até que esses estudos específicos sejam realizados, cada edificação deverá ser analisada de forma individual, observando os fatores urbanos, a sua volumetria e tipologia, para definir quais soluções e tecnologias serão ideais para melhorar a eficiência energética e, conseqüentemente, a redução do consumo de energia.

Os principais fatores a serem analisados são: orientação solar e dos ventos, a forma e a densidade das edificações, características das condicionantes ambientais (vegetação, ruído, etc.) considerando o entorno imediato, tratamento das fachadas e coberturas, materiais utilizados nas vedações internas e externas de acordo com a necessidade de proteção solar e o aproveitamento da iluminação natural, contemplando o restante por meio de tecnologias energeticamente eficientes. Associado a isso, é necessária a análise das condições climáticas e urbanas locais, que serão determinantes para a independência de uma edificação em relação aos sistemas ativos de energia elétrica e climatização.

Diante da escassez das informações relacionados ao clima urbano da cidade de Salvador, evidencia-se a necessidade de análises específicas, que possam dar embasamento teórico e prático para a aplicação desses sistemas de energia renováveis dentro do perímetro da cidade. Por esse motivo, e de forma simplificada, foram realizados estudos através das modelagens de áreas distintas, através do estudo do sol e do sombreamento nessas áreas (algumas sobre os prédios). Esses estudos demonstram a importância dos elementos climáticos para os projetos de implantação de sistemas solares, com a finalidade de reduzir os custos da instalação do sistema. O estímulo à redução do consumo de energia em edificações pode ser obtido por meio de leis, normas e programas de certificação de eficiência energética.

O uso das fontes renováveis para o setor econômico de energia, busca consolidar a economia nacional ao mesmo tempo que provê o aumento da sustentabilidade dos recursos naturais. Esse princípio ambiental moderno exige que o desenvolvimento se dê de forma sustentável. Neste contexto a fomentação de uma matriz energética diversificada e determinantemente limpa é umas das ações que devem ser propiciadas pela Política Energética Nacional. Essas devem estimular a maturação do mercado brasileiro de energias renováveis.

Porém, essas fontes demandam uma grande soma de investimentos em pesquisa e tecnologia, pois ainda são consideradas como novas fontes energéticas. Desse modo, o Estado deve ter um papel regulador de promover incentivos para o acesso às energias renováveis, principalmente como um elemento de desenvolvimento econômico. Não por acaso, governos dos diversos países têm investido no aprimoramento e no estudo das fontes renováveis.

Como o clima é fator preponderante no desenvolvimento dessas matrizes energéticas, o investimento realizado tende a ser alto e de certo risco, pois a instabilidade do tempo pode gerar baixa produção de energia e prejuízos na qualidade do abastecimento. Em contrapartida, em alguns casos, eles são rapidamente recompensados através da economia feita com os gastos de energia nas edificações, através da auto-geração e compensação na rede. No Brasil, essa possibilidade se tornou ainda mais plausível após a aprovação da resolução normativa 482 da ANEEL, que estabelece regras para a microgeração e a minigeração de energia elétrica no país.

Sendo assim, a aplicação de programas de eficiência energética de edificações joga uma luz otimista sobre o futuro, seja nas projeções sobre economia de energia, seja na redução de emissões dos gases causadores do efeito estufa. E para isso alcançar o status de realidade, é necessária a participação efetiva de todos os entes envolvidos nos programas de etiquetagem: o governo, como vetor de estímulo ao desenvolvimento do modelo; a área de construção civil, como responsável pelo planejamento, desenvolvimento e aplicação desses programas; e a sociedade, como maior beneficiária de um futuro limpo e autossustentável.

Existem ainda poucos estudos sobre os dados climáticos da cidade de Salvador, principalmente sobre a ventilação (velocidade, tempo e direção), como o desenvolvimento urbanos, o uso e ocupação do solo (implantação das edificações na cidade, mapeamento dos

cheios e vazios) para a cidade de Salvador – Ba, desenvolvimento de software específicos para simulações energéticas analisando os diversos fatores climáticos que influenciam na eficiência energética de uma edificação, assim há oportunidades para novos estudos em complemento ao que foi demonstrado nesta dissertação. Cabe aos estudantes e aos pesquisadores abrir o caminho para a implantação de soluções de novas tecnologias em energia renovável aplicadas nas edificações, no intuito de reduzir o consumo e os custos, garantindo acessibilidade a todos.

REFERÊNCIAS

- ABDI - AGENCIA BRASIELIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Bancos oferecem linhas de crédito para quem optar por energia limpa**. 2015. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Paginas/noticia_detalhe.aspx?i=3598>. Acesso em: 10 maio 2016.
- ABREU, F. V. D. **Biogás de Lixo em Aterros Sanitários: uma análise de viabilidade técnica e econômica do seu aproveitamento energético**. 1. ed. [S.l.]: Blucher, 2011. 166 p. ISBN ISBN: 9788580390193.
- ACKERMAN, E. New Commercial Buildings in France Must Get Green Roofs or Solar Panels. **IEEE Spectrum**, 2015. Disponível em: <<http://spectrum.ieee.org/energywise/green-tech/buildings/allnew-commercial-buildings-in-france-getting-green-roofs-or-solar-panels>>. Acesso em: 12 abr. 2016.
- AGUILAR, H. M. C. et al. Utilização de sistemas de energia solar ativa e passiva na edificação. In: CBENS - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR - ABENS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR, 1., Fortaleza, 2007. **Anais...** Fortaleza,
- ALVES, A. C. N.; ANDRADE, T. C. Q. D.; NERY, J. M. F. G. A influência da vegetação e da ocupação do solo no clima urbano: Um exercício analítico da Avenida Paralela. In: FÓRUM PATRIMÔNIO: MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O IMPACTOS DAS CIDADES, Belo Horizonte, 4., 2011. **Anais...** 2011. p.43-52. Disponível em: <<http://forumdopatrimonio.com.br>>. Acesso em: 29 ago. 2014.
- ALVES, C. B. A. **Net metering: definição de metodologia e estudo de caso**. 336f. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores)- Lisboa, set. 2014.
- ALVES, G. et al. Energia solar no Brasil. **Revista WEB - Portal do setor elétrico**, 2014.
- ANDRADE, A. B.; BRANDÃO, P. R.. **Geografia de Salvador**. 2. ed. Salvador: EDUFBA, 2009.
- ANEEL. **Energia Solar**. [S.l.]: [s.n.], v. 3, 2005. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2016.
- ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. [S.l.], 2008.
- ANEEL. **Altera a Resolução Normativa nº.482, de 17 de abril de 2012**. Relatório de análise de contribuições análise das contribuições referentes à audiência pública Nº 100/2012, [S.l.], 2012.
- ANEEL. **Banco de Informações de Geração - BIG**. ANEEL Nacional. [S.l.], 2014.

ANUNCIACÃO, E. B. B. Utilização de um secador solar para desintoxicação da torta de mamona. 2007. Dissertação. (Mestrado)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

ANUNCIACÃO, S. Muro vivo é alternativa para conforto térmico. **Jornal UNICAMP**, Campinas, n.606, 2014. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/unicamp/ju/606/muro-vivo-e-alternativa-para-conforto-termico>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

ARQUITETURA SUSTENTÁVEL. Telhados verdes tipos e implementação. **Imagine fazer Assim**, 2013. Disponível em: <<http://imaginefazerassim.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

AUTODESK REVIT. **Software Revit® BIM ,foi desenvolvido especificamente para Modelagem de Informação da Construção (BIM)**. 2016. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/products/revit-family/overview>>. Acesso em: 10 maio 2016.

BAHIAJÁ. Prédio do SINDUSCON é o primeiro imóvel certificado com IPTU Verde. 2016. Disponível em: <<http://www.bahiaja.com.br/economia/noticia/2016/06/20/predio-do-sinduscon-e-o-primeiro-imovel-certificado-com-iptu-verde,92682,0.html>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

BARATTO, R. Recife aprova lei que torna obrigatórias as coberturas verdes em edifícios com mais de 4 pavimentos. 2015. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/765493/recife-aprova-lei-que-torna-obrigatorias-as-coberturas-verdes-em-edificios-com-mais-de-4-pavimentos>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

BARBOSA, K.; FERNANDEZ, R.N.; GONÇALVES, M. avaliando os aspectos institucionais do setor elétrico brasileiro por meio da teoria econômica de contratos. **IPEA** , Campinas - São Paulo, v. 46, jan. 2016.

BARIFOUSE, R.; SCHREIBER,. Como o Nordeste virou principal polo da energia eólica no Brasil. **BBC**, 2015. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/11/151110_energia_eolica_nordeste_rb>. Acesso em: 15 nov. 2016.

BEN. **Balanco energético nacional ano base 2013**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2014.

BEN. **Relatório Síntase Balanco Energético Nacional de Base 2014**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2015.

BEN. **Relatório Síntase Balanco Energético Nacional ano base 2015**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2016.

BERTOI, E. F. Análise dos incentivos à microgeração distribuída sob a perspectiva da viabilidade econômica dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede. 2012. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Mecânica)- Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul , 2012.

BIANCHINI, H. M. **Avaliação comparativa de sistemas de energia solar**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2013.

BICALHO, R. **A mudança da política alemã de incentivo às energias renováveis**. 2014. Disponível em: <<https://infopetro.wordpress.com/2014/09/01/a-mudanca-da-politica-alema-de-incentivo-as-energias-renovaveis/>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

BISPO, U. **Pernambúes - Salvador - História e Pernambúes. Pernambues e Salvador**. 2014. Disponível em: <<http://pernambuessalvador.blogspot.com.br/2014/08/cabula-e-pernembue.html>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

BP. **BPSTATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY**, jun 2013. Disponível em: <<https://www.imf.org/external/np/res/commod/pdf/.../BP0613.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

BRACIER. **FRANÇA QUER QUE ENERGIA RENOVÁVEL CHEGUE A 40% DA MATRIZ ENERGÉTICA. Bracier Comitê Brasileiro 50 anos**, 2014. Disponível em: <<http://bracier.org.br/noticias/brasil/5097-franca-quer-que-energia-renovavel-chegue-a-40-da-matriz-energetica.html>>. Acesso em: 20 maio 2014.

BRANCO, N. L. **Avaliação pós-ocupação e o conforto térmico nos espaços livres dos bairros do Cabula e Tancredo Neves - Salvador/Ba**. Salvador: Universidade Federal da Bahia Escola Politécnica Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana, 2014.

BRASIL, M. D. **Histórico. Base Naval de Aratu**. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/bna/?q=historico>>. Acesso em: 7 jul. 2016.

BRITO, M. F. D. et al. Transição do sistema elétrico tradicional para a implantação do sistema fotovoltaico: percepção de funcionários. **REPAE – Revista Ensino e Pesquisa em Administração e Engenharia**, São Paulo, v. 1, n. 1, jan. 2014. ISSN: 2447-6129.

CAETANO, F. D. N. O conforto que as fachadas verdes trazem. **Estadão Economia e Negócios**, São Paulo, setembro 2014. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/blogs/radar-imobiliario/o-conforto-que-as-fachadas-verdes-trazem/>>. Acesso em: 10 maio 2015.

CALDEIRA, N. D. N. B. **A concepção arquitetônica para a eficiência energética de edificações – o caso da etiquetagem no Brasil**. 234f. 2011. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

CÂMERA, P. **Encantos de Itapuã**. 2014. Disponível em: <<http://www.vereadorpaolocamara.com.br/encantos-de-itapua/>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

CAROTENUTO, A. R. D. S. **Análise do desempenho termoenergético de um prédio histórico de elevada inércia térmica**. Porto Alegre: [s.l.], 2009.

CARVALHO, K. J. S. D. **Sistemas fotovoltaicos distribuídos e integrados à rede elétrica: condições de operação e seus impactos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

CASAGRANDE, J. R. **Decreto N° 3435-R, de 20 de novembro de 2013**. Espírito Santos: [s.n.], 2013.

CASTRO, N. D. et al. **As tarifas de energia elétrica no Brasil e em outros países: o porque das diferenças**. Rio de Janeiro: CPFL - Energia, 2015.

CAVALCANTE, F. A. D. M. D. S. **Paredes trombe no Brasil: análise do potencial de utilização para aquecimento e refrigeração**. São Carlos – SP: Instituto de Arquitetura e Urbanismo - IAU, nov.2013.

CBCS. Aspectos da construção sustentável no Brasil e promoção de políticas públicas. In: AMBIENTE, C. C. B. D. C. S. D. M. **Subsídios para a promoção da construção civil sustentável**. [S.l.]: [s.n.], v. 1, 2014. p. 123.

CERNE - CENTRO DE ESTRATÉGIAS EM RECURSOS NATURAIS E ENERGIA. **Centro de Estratégias em Recursos Naturais e Energia**, 2012. Disponível em: <<http://cerne.org.br/>>. Acesso em: 7 maio 2014.

CGEE. **Energia solar fotovoltaica no Brasil: subsídios para tomada de decisão**. Brasília - DF, maio 2010. 2-10. (Série Documentos Técnicos).

CHENCHE, L. E. P. **Avaliação dos métodos de modelagem e parametrização de dispositivos fotovoltaicos mono e multi junção**. Uberlândia – MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2015.

CHENG, V. **Human perception of urban density**. Thesis (PHD) - Department of Architecture, University of Cambridge, Cambridge, 2010.

CIDADE e soluções. Como ser: condominio do futuro. Florionopolis: [s.n.], jul. 2016.

COMUNICAÇÃO CERNE. **Geração individualizada de energia: realidade cada vez mais presente no Brasil**. 2012. Disponível em: <<http://www.cerne.org.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

CONCEIÇÃO, L. A. D. **Proposta de um sistema fotovoltaico conectado à rede para eficientização do uso da energia elétrica no CT/UFRJ**. Rio de Janeiro: Escola Politécnica da Universidade, 2011.

CPFL. **Características dos sistemas elétricos e do setor elétrico de países/estados**. 2014. Disponível em: <<http://www.cpfl.com.br/energias-sustentaveis/inovacao/projetos/Documents/PB3002/caracteristicas-de-sistemas-eletricos-de-paises-selecionados.pdf#search=reino%20unido>>. Acesso em: 10 maio 2016.

CRESESB - CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO. **Potencial Solar - SunData**. 16 abr. 2016. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br>>. Acesso em: 10 maio 2016.

CUNHA, M. M. F. D. **Vãos envidraçados - geometria de insolação – otimização do dimensionamento de elementos de protecção solar**. Porto: Faculdade de Engenharia - da Universidade do Porto, 2005.

DAEDE - DEPARTAMENTO DE ALTOS ESTUDOS EM DIREITO A ENERGIA. **Fim dos leilões CESUR em Espanha**. 2014. Disponível em: <http://www.fd.uc.pt/~daede/FDUC/DaeDe_Novidades/DaeDe_Novidades.html>. Acesso em: 9 jul. 2015.

DARAYA, V. **Telha de vidro sueca aquece e produz energia solar**. 2012. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticias/telha-vidro-sueca-aquece-produz-energia-solar-690745.shtml>>. Acesso em: 28 fev. 2014.

DEMBISKI, D. **Análise da nova regulamentação de acesso ao sistema de distribuição pela micro e minigeração distribuída com fontes renováveis**. 2012. Trabalho conclusão de Curso (Engenharia Elétrica)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2012.

DUARTE, D. O clima urbano e o ambiente construído. In: GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. (Org.). **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Cap. 6, p. 153 - 174.

DUARTE, D. H. S.; SERRA, G. G. Padrões de Ocupação do Solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e proposta de um indicador. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, p. 7-20, jun. 2003.

ECOVOLTS. **Ecovolts**. 2011. Disponível em: <<http://ecovolts.webnode.pt/>>. Acesso em: Agosto 2015.

EIA - INDEPENDENT STATISTICS & ANALYSIS. **Feed-in tariff: a policy tool encouraging deployment of renewable electricity technologies**. 2013. Disponível em: <<http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=11471#>>. Acesso em: 20 maio 2014.

ELECTRIC, E. Renewable energy – feed-in tariff projects' regulations. **Egyptian Electric Utility for Consumer Protection and Regulatory Agency**, out. 2014.

EMMANUEL, M. R. **An Urban approach to climate sensitive: strategies for the tropics**. London ; New York: Spon Press, 2005.

ENEOP. **O que é a energia eólica?** 2009. Disponível em: <<http://www.eneop.pt/>>. Acesso em: 10 maio 2014.

EPE. **Demanda de energia 2050. Estudos da demanda de energia**, Rio de Janeiro, 2014.

EPE. **Plano decenal de expansão de Energia 2024**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética: MME/EPE, 2015.

EQUIPE ECOCASA. **Conheça o conceito de energia zero**. 2014. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/>>. Acesso em: 07 dez. 2014.

ESTADÃO. Economia mais poluente. Disponível em: <<http://opinioao.estadao.com.br/noticias/geral,economia-mais-poluente-imp-,1596472>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

EUROPE, S. We make solar Europe's core energy. 2015. Disponível em: <<http://www.solarpowereurope.org/>>. Acesso em: 6 abr. 2016.

EXXON MOBIL CORPORATION. **Panorama energético: perspectivas para 2040: destaques 2014**. Texas: EXXON MOBIL CORPORATION, 2014.

FACTBOOK, C. E. Who's winning the clean energy race? **Growth, Competition and Opportunity in the World's Largest Economies**, 2010. Disponível em: <<http://www.ferc.gov/legal/staff-reports/2013/dec-energy-infrastructure.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2016.

FERNANDES, M. S. D. S. Incentivos à microgeração e impacto na política climática portuguesa. Dissertação (Mestrado em Energia e Gestão do Ambiente) - Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2010.

FERREIRA, C. I. A. Implementação e estudo de um coletor solar do tipo termossifão e de um sistema de painéis fotovoltaicos. Mestrado (Integrado em Engenharia Química, Universidade do Porto, Setembro 2010. Orientadores: Fernão Magalhães; Carlos Matos.

FERREIRA, M. D. F. TETO VERDE: O USO DE COBERTURAS VEGETAIS EM EDIFICAÇÕES. **Departamento de Artes- PUC**, Rio de Janeiro, p. 11, 2007.

FGV. **O futuro energético e a geração nuclear**. FGV Projetos, 2013. ISSN 10.

FONTOURA, R. D. O. considerações à literatura e a experiências existentes.. **A arquitetura na encruzilhada da sustentabilidade:**, Brasília, 2007. 56-88.

GAVINO, N. A. Energia Eólica: uma análise dos incentivos à produção (2002-2009). **Universidade Federal do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 2011.

GAVIRIA, L. R.; PEREIRA, F. O. R.; MIZGIER, O. Influência da configuração urbana na geração fotovoltaica com sistemas integrados às fachadas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, 13, n. 4, outubro/ dezembro 2013. 7-23.

GEDAE. Grupo de Estudos de Desenvolvimento de Alternativas Energéticas. **A importância da Energia**, 2010. ISSN. Disponível em: <www.ebah.com.br>. Acesso em: 12 jun. 2014.

GÓES, G. S. **Arborização de ruas e praças em Salvador, BA: à luz da Ecologia e Permacultura**. Salvador –BA: Universidade Federal da Bahia - Instituto de Biologia; Curso de Ciências Biológicas, 2009.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. **Arquitetura sustentável**: uma integração entre o ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa prática e ensino, Porto Alegre, ago. 2006.

GONÇALVES, R. S. S. **Eficiência energética na parte comum dos edifícios coletivos**. Dissertação (Mestrado em Energias Renováveis e Eficiência Energética)– Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Bragança, Portugal, 2011.

GONÇALVES, V. C. D. S. **O caminho para a viabilidade económica e ambiental da energia fotovoltaica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente perfil Gestão e Sistemas Ambientais), Lisboa, 2014.

GOV.UK. *Electricity Market Reform: Contracts for Difference*. 2015. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/collections/electricity-market-reform-contracts-for-difference>>. Acesso em: 10 maio 2016.

GRÄTZEL, M. Fotovoltaico orgânico: primeiros produtos devem chegar ao mercado em 2018. **O frio que vem do sol**, 2013. Disponível em: <<http://ofrioquevemdosol.blogspot.com.br/2013/09/fotovoltaico-organico-primeiros.html#more>>. Acesso em: 16 set. 2015.

GUERRA, J. B. S. O. D. A.; YOUSSEF,. **As energias renováveis no Brasil**: entre o mercado e a universidade. Palhoça: Editora Unisul, v. 1, 2011. 231 p.

GWEC. Global Wind Energy Outlook 2014. Disponível em: <http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2014/10/GWEO2014_WEB.pdf, Outubro 2014. Disponível em: <http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2014/10/GWEO2014_WEB.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2016.

HELIOTROP. **Heliotrop Technologie**. 2016. Disponível em: <<http://www.heliotrop.fr/fr-technologie.php>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

HERZOG, C. P.; ROSA, Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **LabVerde**, São Paulo, p. 1-24, 2010.

IBGE. Sinopse do Censo Demográfico 2010.. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=P13>>. Acesso em: maio 2016.

IEA. **World Energy Outlook 2012**. Paris: International Energy Agency, 2012.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **INMET**, 2015. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 2015.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia - Estações e dado. **INMET**, 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

JENKS, M.; BURGESS, R. (**Compact cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries**. London: Spon Press: [s.n.], 2000. 271-284 p.

JUDY, A. Students harness vibrations from wind for electricity, 2010. Disponível em: <<http://www.news.cornell.edu/stories/2010/05/researchers-harness-energy-wind-vibrations>>. Acesso em: 21 fev. 2014.

JÚNIOR, R. O. M. et al. Energias alternativas no Brasil. **Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas**, Rio de Janeiro, nov. 2010. 39-45.

KLUPPEL, G. **O sol e o vento no traçado**. Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, 1991.

KLÜPPEL, G. P. Traçado e clima urbano em Salvador no século XIX. **Revista SHCU**, 2009. Disponível em: <<http://unuhoopedagem.com.br>>. Acesso em: 2015.

LAMBERT, R.; NARANJO, A. **Desempenho térmico de edificações**. Laboratório de eficiência energética em edificações, Florianópolis, n. 6, Maio 2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2013.

LAYTON, J. HowStuffWorks, Brasil, 13 2011. Disponível em: <<http://www.fiec.org.br>>. Acesso em: out. 2014.

LEAL, E. R. V. Aspectos comparativos do IRPF brasileiro e o IRS português. **Faculdade de Direito, Universidade do Porto, trabalho não publicado**, Porto, p. 20, Dezembro 2011. Disponível em: <<http://www.cije.up.pt/publications/aspectos-comparativos-do-irpf-brasileiro-e-o-irs-portugu%C3%AAs>>. Acesso em: 12 fev. 2014.

LOSEKANN, L. Setor elétrico na Espanha: pagando o preço do pioneirismo do pioneirismo. **Infopetro**, 2015. Disponível em: <<https://infopetro.wordpress.com/2015/08/03/setor-eletrico-na-espanha-pagando-o-preco-do-pioneirismo/>>. Acesso em: 10 set. 2015.

LUA, F. C. Vibro- wind Energy technology for Architectural Applications: Uma alternativa ao Rotary vento Sistemas. **Windtech**, 2010. Disponível em: <<http://www.windtech-international.com/articles/vibro-wind-energy-technology-for-architectural-applications>>. Acesso em: 21 fev. 2014.

LYRA, D. S. F. M. Aplicabilidade de índices de conforto térmico: um estudo de caso em Salvador - BA. **Dissertação de mestrado**, Salvador, 2007. 131.

MACEDO, E. **Conceito de densidade urbana aplicada ao processo AQUA de certificação ambiental**. Dissertação de Mestrado (Mestrado - Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura) FAUUSP, São Paulo, 2014.

MARQUES, F. M.; SALGADO, S. Artigo : Padrões de sustentabilidade aplicados ao processo de projeto. **Site da CESEC da UFPR**, 2010. ISSN 16. Disponível em: <www.cesec.ufpr.br>. Acesso em: 05 mar. 2014.

MASSAMBAN, O. Microgeração De Energia Solar Fotovoltaica. **Programa Educativo e Social JC na Escola: Luz, Ciência e Vida**, São Paulo, 2016.

MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **MCTI**, 2014. Disponível em: <<http://www.mcti.gov.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

MENDES, A. C. Renováveis ajudam Portugal a bater recorde de exportação de electricidade. **Jornal de Negócios**, 2016. Disponível em: <http://www.jornaldenegocios.pt/empresas/detalhe/renovaveis_ajudam_portugal_a_bater_recorde_de_exportacao_de_electricidade.html>. Acesso em: 15 jun. 2016.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. COORDENAÇÃO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Plano Nacional de Pós-Graduação – PNPG 2011-2020**. Tradução de 978-85-88468-15-3. Brasília: CAPES, v. 1, 2010. 251 p.

MMA. Construção Sustentável. **Ministério do Meio Ambiente**, 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 15 out. 2015.

MME. Brasil lança Programa de Geração Distribuída com destaque para energia solar. **Ministério de Minas e Energia**, 2015. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/programa-de-geracao-distribuida-preve-movimentar-r-100-bi-em-investimentos-ate-2030>. Acesso em: 20 jul. 2016.

MME. **Resenha Energética Brasileira - Exercício de 2015**. Ministério de Minas e Energia. Brasília, p. 29. 2016.

MORAIS, J. L. **Sistemas Fotovoltaicos, da Teoria à Prática**. Porto: Publindustria., 2009. 125 p.

MOURA, M. D.; MOTTA, A. L. T. S. D. O fator energia na construção. **Ix congresso nacional de excelência em gestão**, p. 14, junho 2013. ISSN 1984-9354.

MUNSEY, A. Directory:Rawlemon's Spherical Solar Energy Generator. **Peswiki**, 2014. Disponível em: <<http://peswiki.com/directory:rawlemons-spherical-solar-energy-generator>>. Acesso em: 05 out. 2015.

NEVES, P. R. F. et al. Mapeamento preliminar do potencial eólico em baixas altitudes na região litorânea. **Artigo apresentado no VII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica**, São Luís – Maranhão, 31 de julho a 03 de Agosto 2012.

NEVES, P. R. F. et al. Mapeamento Preliminar do Potencial eólico em Baixas Altitudes na região Litorânea de Salvador. **CONEN: VI Congresso nacional de Engenharia Mecânica**, São Luiz - Maranhão, 31 jul. 2012. 0-5.

NG, E. Designing for urban ventilation. In: NG, E. **Designing high-density cities: for social and environmental sustainability & environmental sustainability**. London: Earthscan: [s.n.], 2010. p. .

NUNES, C. Jardins Verticais: Vantagens e Aplicações. **SustentArqui**, 2014. Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/dicas/jardins-verticais-vantagens-e-aplicacoes>>.

OFFICE OF ENERGY PROJECTS. **Energy Infrastructure Update**. 2013. Disponível em: <<http://www.ferc.gov/legal/staff-reports/2013/dec-energy-infrastructure.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2016.

OLIVEIRA, A. G. D. **A periferia de salvador: avaliação da qualidade de vida em áreas de intervenção habitacional para população de baixa renda**. Salvador: Universidade Federal da Bahia Instituto de Geociências,, 2007.

OLIVEIRA, L. L. D. et al. Transmissão de calor: Convecção forçada e natural. Sorocoba, p. 18, novembro 2016.

ONYXSOLAR. photovoltaic transparent glass. **OnyxSolar**, 2014. Disponível em: <<http://www.onyxsolar.com/photovoltaic-transparent-glass.html>>. Acesso em: 20 out. 2014.

OPINIÃO & NOTÍCIA. Energia renovável na Espanha: o custo do sol. **Opinião & Notícia**, 2013. Disponível em: <<http://opinioenoticia.com.br/economia/negocios/energia-renovavel-na-espanha-o-custo-do-sol/>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

PDE. **Plano Decenal da Expansão de Energia 2024**. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa: MME/EPE. Brasília, 2015.

PEREIRA, Á. G. **Redução do consumo de energia de origem fóssil e da Emissão de CO2 no Sector da Construção**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-, Lisboa, 2013. 7-35.

PEREIRA, D. 14 bairros fazem de Itapagipe um pedaço encantado de Salvador. **Tribuna da Bahia**, 2013. Disponível em: <<http://www.tribunadabahia.com.br/2013/04/22/14-bairros-fazem-de-itapagipe-um-pedaco-encantado-de-salvador>>. Acesso em: 6 ago. 2015.

PEREIRA, O. L. S.; FIGUEIREDO, M. D. G. P. D. Um futuro energético. **Revista Desenharia**, Salvador, p. 147-165, mar. 2009.

PEREZ, D. R. C. **Diretrizes solares para o planejamento urbano: o envelope solar como critério para adensamento e verticalização**. 255 f. 2013. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)-Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

PEREZ, M. A. Esferas de vidro e água que através de processos de amplificação e concentração da luz captam energia até da lua. **Blogthinkbig**, 2016. Disponível em: <<http://br.blogthinkbig.com/2016/02/22/rawlemon-a-esfera-solar-que-melhora-70-a-eficiencia-dos-paineis-fotovoltaicos/>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

PETRONOTÍCIAS. Governo de São Paulo concede incentivos tributários à geração de energia renovável. **Petronotícias**, 2014. Disponível em: <<http://www.petronoticias.com.br/>>. Acesso em: 7 dez. 2014.

PILLAI, U. Drivers of cost reduction in solar photovoltaics. **Energy Economics**, NY, 50, p.286–293, jul. 2015..

PINHEIRO, E. P. Dois centros, duas políticas, dois resultados. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2008.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaica**. Ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: CEPEL _ CRESEB, 2014.

POMILIO, J. A. **Eletrônica de potência para geração, transmissão e distribuição de energia elétrica**, São Paulo, 23 jul. 2013. 1-3. Disponível em: <<http://www.dsce.fee.unicamp.br/>>. Acesso em: 8 nov. 2013.

PORTAL ENERGIA. **Vantagens e desvantagens das energia renováveis**. 2013. Disponível em: <<http://www.portal-energia.com/>>. Acesso em: 12 out. 2014.

PORTAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. Vantagens e desvantagens das energias renováveis. **Update Energético**, 2010. ISSN. Disponível em: <<http://updateenergetico.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 15 maio 2014.

PORTUGAL, B. Produção Descentralizada De Energia. **BCSD Portugal: Revista Sustenta Abilidade**, v. 19, jun. 2009. Disponível em: <<http://www.bcsdportugal.org/wp-content/uploads/2013/10/News-2009-06-19-Energia.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2014.

QUINTÃO, R. S. Edificações sustentáveis e edifícios giratórios abordam um novo cenário na arquitetura contemporânea. **Especialize - Revista Online Ipog**, Belo Horizonte, p. 1-35, Janeiro 2013. Disponível em: <<http://www.institutodeposgraduacao.com.br/uploads/arquivos/25d9dfcf65c0d83e70302abfde8dc241.pdf>>. Acesso em:04 mar. 2014.

RAMOS, A. Conheça 4 países que estão inovando em energias renováveis. **Engenhariae**, 2016. Disponível em: <<http://engenhariae.com.br/meio-ambiente/conheca-4-paises-que-estao-inovando-em-energias-renovaveis-2/>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

REI, J. M. D. S. A arquitectura solar passiva – o sol e a terra em acção de afluência. 2009. Dissertação (Mestrado Integrado em Arquitectura), Covilhã, Portugal, 2009.

REN21. **Renewables 2011 Global Status Report**. Secretariat. REN21. Paris, 2011.

REN21. **Renewables 2014 Global Status Report**. Secretariat, REN21. Paris, 2014.

REN21. **Renewables 2015 Global Status Report**. Annual Reporting on Renewables: Ten years of excellence. Paris, 2015.

RENOVAVEIS na hora. **Portaria n.º 60-E/2015, de 2 de março**. 2015. Disponível em: <<http://www.renovaveisnahora.pt/web/srm/legislacao>>. Acesso em: 12 out. 2015.

RIBEIRO, U. G. V. **Estudo de viabilidade econômica de instalação de fontes de energia renováveis baseadas em células fotovoltaicas para o uso residencial**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

RITTER, V. F. Construção sustentável e edificação eficiente: uma breve investigação sobre preço e valor. 2013. Disponível em: <<https://paulooliveira.wordpress.com/2013/04/15/construcao-sustentavel-e-edificacao-eficiente/>>. Acesso em: 5 dez. 2014.

ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS-REES, S. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável**. Porto Alegre: Bookman Editora Ltda, 2014.

ROBINSON, D.; BRUSE, M. Pedestrian confort. In: ROBINSON, D. **Computer modeling for sustainable urban design: physical principles, methods and applications**. New York: Routledge: [s.n.], [2012].

ROCHA, L. S. D.; COSTA, G. D. S. As vantagens e desvantagens das energias renováveis e não-renováveis. **Unigranrio**, 2011. ISSN. Disponível em: <<http://www2.unigranrio.br/>>. Acesso em: 1 abr. 2014.

ROCHETA, V. et al. Práticas de projecto e construtivas para a construção sustentável. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO,3., Faro, Portugal, 2007. **Anais...** 2007.

RODRIGUES, P. R. **Energias renováveis: energia eólica**. Palhoça: Unisul, 2011.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. 2. ed. São Paulo: Proeditores, 2000. 128 p.

ROSA, G. N. CÁDMIO, suas aplicações e riscos. **Biotera: inteligência sustentável nos negócios**. 2013. Disponível em: <http://biotera.blogspot.com.br/2013/11/cadmio-suas-aplicacoes-e-riscos_117.html>. Acesso em: 8 set. 2015.

ROSSI, P. H. J.; OLIVEIRA, C. P. D. Perguntas frequentes sobre energia eólica. 2010. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/>>. Acesso em: nov. 2013.

SANTOS, Antonio Marcos; FERREIRA, Diego Alvarenga. Estudo de viabilidade para implantação de um sistema fotovoltaico em edifício multifamiliar vertical. **e_RAC**, v. 5, n. 1, 2015 Disponível em: <<http://www.computacao.unitri.edu.br/erac/index.php/erac/article/view/547>>. Acesso em: 30 maio 2016.

SANTOS, E. et al. **O caminho das águas em Salvador: bacias hidrográficas, bairros e fontes**, Salvador.: CIAGS/UFBA; SEMA, 2010.

SANTOS, M. **Aula 9 - Ventos alísios e massas de ar. Clima e Água**. 2014. Disponível em: <<http://professormarciosantos3.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 23 ago. 2015.

SDE. Energia solar: um novo ciclo de desenvolvimento. **Panorama Setorial Energias Renováveis Solar**, set. 2015. 3.

SEDHAM. **Caderno das Cidades: uso e ocupação do solo**. 1. ed. Salvador: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, Habitação e Meio Ambiente — SEDHAM, 2009. v.1.

SENGE-MG. **Cartilha eficiência energética**. Minas Gerais: Sindicato de Engenheiros no Estado de Minas Gerais – SENGE-MG, 2015.

SHEN, J. et al. Numerical study on thermal behavior of classical or composite Trombe solar walls, In: **ENERGY and Buildings**. [S.l.]: [s.n.], v. 39, 2007.

SILVA, M. A. C. D. **Factores de sustentabilidade em energias renováveis**. 2012. Trabalho Final (Mestrado)-Engenharia Mecânica, Lisboa, 2012.

SILVA, N. D. C. "**Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental**". Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2011.

SILVA, T. O. D. et al. Energias alternativas, porque não levar pra casa? o design como recurso estratégico para a expansão da energia limpa no ambiente doméstico. In: **P&D DESIGN 2014**, 11., Gramado - RS, 2014. **Anais...** 1-10.

SOL-AR. **Laboratório de Eficiência Energética em Edificações: Analysis SOL-AR. LabEEE, 2010**. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

SOL-AR. **Laboratório de Eficiência Energética em Edificações: Download Analysis SOL-AR. LabEEE, 2016**. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

SOLARPOWER EUROPE. **Global Market Outlook 2015 -2019**. [S.l.]: [s.n.], 2015.

SOUZA, L. L. D.; CUNHA, B. D.; SANTOS, M. H. Análise da geração de energia eólica. 2013. Disponível em: <semanaacademica.org.br> Acesso em: 26 jul. 2016.

SUCOM. **Plano Salvador 500 - Relatório de caracterização atual**. Salvador: Prefeitura de Salvador, 2013.

SUNEARTH. Ferramentas para designers e consumidores de energia solar. **SunEarthTools**, 2009. Disponível em: <http://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=pt>. Acesso em: 26 jul. 2016.

SUSTENTARQUI. O consumo de energia elétrica nas edificações no Brasil. **Sustentarqui**, 2015. Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/energia-equipamentos/o-consumo-de-energia-eletrica-nas-edificacoes-no-brasil>>. Acesso em: 11 set. 2015.

TECNOGERA. A atuação do Produtor Independente de Energia em áreas sem interligação com o SIN. **Tecnogera**, 2016. Disponível em: <<http://www.tecnogeradores.com.br/blog/dicas/a-atuacao-do-produtor-de-energia-temporaria-em-areas-sem-interligacao-com-o-sin/>>. Acesso em: 10 set. 2015.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica**. Rio de Janeiro: EPE, 2016. 452 p.

TOPOGRAPHIC-MAP. Mapas topográficos Salvador. **Topographic-map**, 2016. Disponível em: <<http://pt-br.topographic-map.com/places/Salvador-4004668/>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

VALIATI, M. I.; RICIERI, R. P. Estimativa de irradiação solar global em cascavel, Eng. Agríc., Jaboticabal, v.25, n.1, p.76-85, jan./abr. 2005.

VALLÊRA, A. M.; BRITO, M. C. Meio Século de História Fotovoltaica. **Gazeta de Física.**, Lisboa, v. 29, n. 1 e 2, p. 110, Janeiro 2006. Disponível em: <<http://gazetadefisica.spf.pt/magazine/article/472/pdf>>. Acesso em: 14 outubro 2014.

VERDE, I. **DECRETO Nº 25.899, de 24 de março de 2015**. Município de Salvador. 2015.

VIEIRA, K. D. O. Preparação e caracterização de nanomateriais contendo pontos quânticos de CdTe e nanotubos de carbono para aplicações em dispositivos fotovoltaicos. **Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas**, Minas Gerais, v. 6, n. 3, 2014.

VILLALVA, M. G.; JONAS RAFAEL GAZOLI. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações - sistemas isolados e conectados à rede**. São Paulo: Érica, v. 1, 2012.

VILLALVA, M.; GANZOLI, J. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2012. 224 p.

WACKET, M. UPDATE 1-Germany's upper house suspends solar subsidy cuts. **REUTERS**, 2012. Disponível em: <<http://www.reuters.com/article/germany-solar-idUSL5E8GB5CZ20120511>>. Acesso em: 21 fev. 2014.

WEI, D. Dye Sensitized Solar Cells. **Int J Mol Sc**, 2010. ISSN PMC2869240. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2869240/citedby/>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

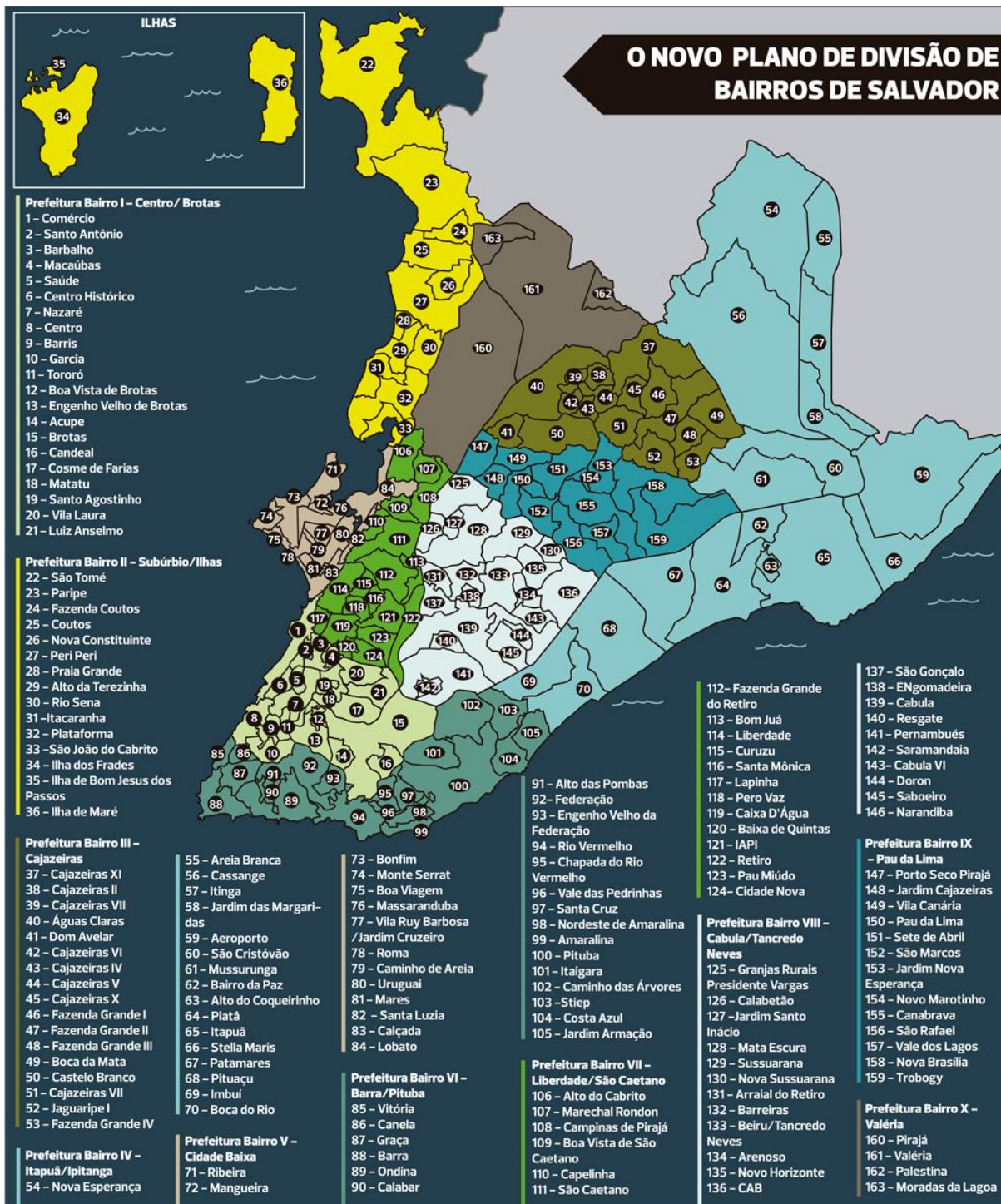
WELKER, M. Por que etiquetar um edifício? **Revista Ambiente e Energia**, Rio de Janeiro, n. 1, 2013.

WEO. **World Energy Outlook**. Agência Internacional de Energia. [S.l.]: [s.n.], 2013. p. 1-12.

WEO. **World Energy Outlook**. Agência Internacional de Energia. [S.l.]: [s.n.], 2014. p. 1-12.

XINHUA, A. **China promete reduzir indústria de carvão.** [Vermelho Portal]. 2015. Disponível em: <<http://www.vermelho.org.br/noticia/261197-9>>. Acesso em: 10 set. 2015.

ANEXO A - O novo plano de divisão de bairros de Salvador



Fonte: Correio 24 horas (2016).