

Belisa Lamac Giarola Viotti

**Matriz de aplicação para decisões de cogeração de energia no processo de
projeto arquitetônico**

Belo Horizonte
Escola de Arquitetura da UFMG
2014

Belisa Lamac Giarola Viotti

Matriz de aplicação para decisões de cogeração de energia no processo de projeto arquitetônico

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído na Escola de Arquitetura da Universidade federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído.

Belo Horizonte
Escola de Arquitetura da UFMG
2014

FICHA CATALOGRÁFICA

V799m

Viotti, Belisa Lamac Giarola.

Matriz de aplicação para decisões de cogeração de energia no processo de projeto arquitetônico [manuscrito] / Belisa Lamac Giarola Viotti. - 2015.

58f. : il.

Orientador: Grace Cristina Roel Gutierrez.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Energia- Conservação. 2. Arquitetura sustentável. 3. Arquitetura e conservação de energia. I. Gutierrez, Grace Cristina Roel. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 720.47

Monografia defendida junto ao Curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído do programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade federal de Minas Gerais, em 13 de Setembro de 2014, pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof^a Msc. Grace Cristina Roel Gutierrez, orientadora

Prof. Dr. Eduardo Cabaleiro Cortizo

MSc. Ana Carolina de Oliveira Veloso

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Grace Cristina Roel Gutierrez, pela disponibilidade, sabedoria e dedicação para me guiar neste etapa.

Ao professor Flávio Hara, pela disponibilidade de me auxiliar neste trabalho com o seu conhecimento.

Aos demais professores da Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído da UFMG, pelo conhecimento adquirido.

Aos funcionários da biblioteca da UFMG, sempre ajudando na pesquisa.

Ao meu marido Fernando Viotti, por ser sempre muito paciente, me auxiliando nas pesquisas e apresentação deste trabalho.

RESUMO

Este estudo aborda a importância da geração de energia e eficiência energética no ambiente construído e apresenta um breve panorama da evolução da sustentabilidade no mundo e no Brasil. Observa-se que cada vez mais o conceito de sustentabilidade está presente na arquitetura e atualmente, embora ainda incipiente, vem se configurando como um fator de diferencial nas edificações e concepção de projetos, mas que aos poucos se tornará uma premissa em função da crescente dificuldade de aquisição e aumento da demanda energética, assim como evitar impactos ambientais na sua produção ressaltando a importância do investimento em sustentabilidade como um todo. Este estudo tem por objetivo caracterizar as fontes geradoras de energia bem como seu emprego no processo de projeto no ambiente construído, analisando as possibilidades de geração ou cogeração de energia. Essas informações foram reunidas numa planilha que compõe uma matriz de aplicação que norteará as decisões de projeto, sendo possível sua implementação desde edificações construídas a decisão na fase de projeto.

Palavras-chave: Energia, Consumo, Sustentabilidade, Eficiência energética, Processo do projeto.

ABSTRACT

This study approach the importance of power generation and energy efficiency in the built environment and provides a brief overview of the evolution of sustainability in the world and in Brazil. It is observed that more and more the concept of sustainability is present in the architecture and although currently still in its infancy has emerged as a differential factor in building and design projects, which gradually becomes a premise due to the increasing difficulty of acquisition and growing energy demand, and also aiming to prevent environmental impacts in its production emphasizing the importance of sustainability in investment as a whole. This study aims to characterize the sources of energy and its use in the design process in the built environment, analyzing the possibilities of generation or cogeneration. This information was gathered in a worksheet that make up an application matrix which will guide the design decisions, with possible implementation buildings constructed since the decision in the design phase.

Keywords: Energy, Consumer, Sustainability, Energy efficiency, design process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tendências para o uso total de energia no Brasil	16
Figura 2 - Carta Bioclimática	21
Figura 3 - Rendimento das diferentes tecnologias das células fotovoltaicas	24
Figura 4 - Usina solar Nevada Solar One.....	25
Figura 5 - Sistema de energia Fotovoltaica Isolado	26
Figura 6 - Sistema de energia Fotovoltaica Conectado.....	26
Figura 7 - Painéis fotovoltaicos nas coberturas.....	27
Figura 8 - Painéis fotovoltaicos nas fachadas	27
Figura 9 - Sistema de aquecimento solar	28
Figura 10 - Evolução da energia eólica	29
Figura 11 - Sistema de energia eólica.....	29
Figura 12 - Mapa de Potencial Eólico no Brasil.....	30
Figura 13 - Dimensões das turbinas, comparadas ao Boeing 747.	30
Figura 14 - Modelos de aerogeradores para edificações	31
Figura 15 - Residência com aerogerador	31
Figura 16 - Turbinas de eixo vertical	32
Figura 17 - Strata Building, Londres.....	32
Figura 18 - Bahrain World Trade Center, Dubai	33
Figura 19 - Bed Zed (Biomassa)	35
Figura 20 - Tarifa horo-sazonal verde	37
Figura 21 - Tarifa horo-sazonal azul.....	37
Figura 22 - Curva de Carga Residencial CEMIG.....	38
Figura 23 - Smart Grid.....	39
Figura 24 - 24 horas limpas.....	40
Figura 25 - Consumo final de energia por fonte 2012	41
Figura 26 - Matriz Elétrica Brasileira	42
Figura 27 - Uso de Energia no Brasil em 2012.....	43
Figura 28 - Consumo de energia nas Indústrias.....	44
Figura 29 - Gráfico por uso final - comercial.....	44
Figura 30 - Gráfico por uso final - Residencial	45
Figura 31 - Selos de Eficiência Energética.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos específicos	10
2.3 Justificativa.....	11
3 SUSTENTABILIDADE.....	12
3.1 Aspectos da sustentabilidade no ambiente construído	12
3.1.1 Energia	13
3.1.2 Implantação.....	13
3.1.3 Água.....	13
3.1.4 Resíduos	13
3.1.5 Materiais.....	13
4 QUESTÕES ENERGÉTICAS.....	14
4.1 Panorama da eficiência energética Mundo x Brasil.....	15
5 A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO	17
5.1 Condicionantes do projeto arquitetônico	18
5.2 Levantamentos físicos.....	19
5.3 Legislação	19
5.4 Volumetria e função	19
5.5 Conforto Ambiental.....	20
5.6 Materiais.....	22
5.7 Certificação	23
6 ENERGIA	23
6.1 Energia renovável	23
6.1.1 Solar	23
6.1.2 Energia Eólica	29
6.1.3 Biogás de Aterros Sanitários.....	33
6.1.4 Biomassa.....	34
6.1.5 Álcool.....	35
6.1.6 Biodiesel.....	35
6.1.7 Geotérmica.....	36
6.1.8 Marés/ fluvial	36

6.2 Do abastecimento, Distribuição, Controle e Integração	36
6.2.1 Smart Grid (controle e integração)	38
6.2.2 Integração para consumo direto	39
6.2.3 Zero Energy Design.....	40
6.3 Infraestrutura Energética no Brasil	41
6.4 Consumo por uso final	43
6.5 Monitoração.....	45
6.6 Automação e Sensores	46
6.7 Equipamentos eficientes	46
7 APLICAÇÃO PARA UM PROJETO EFICIENTE ENERGETICAMENTE	48
8 RESULTADOS	49
9 CONCLUSÃO.....	54
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais fontes geradoras de energias renováveis são buscadas para suprir a necessidade da humanidade, uma vez que a dependência de energia se torna cada vez maior e se configura como um bem de consumo. No cenário mundial a maior parcela geradora de energia provém de fontes não renováveis, ressaltando cada vez mais a importância do desenvolvimento de fontes alternativas e renováveis para obtenção de energia, ressaltando assim a importância da questão de sustentabilidade.

No Brasil a demanda pela energia cresce em função do seu desenvolvimento econômico após a estabilidade do Plano Real, e a questão energética se destacou principalmente devido ao racionamento ocorrido em função do apagão energético no ano de 2001, quando ficou evidente a ausência de um planejamento energético de longo prazo e posteriormente registrou entre 2012 a 2013 um aumento de 6,8%¹, sendo considerado muito significativo.

O setor de edificações consome cerca de 48% (BEN,2013) da energia elétrica. Com isso, faz-se necessário compreender quais são as formas de geração de energias renováveis, maneiras de integrá-las à rede de abastecimento, bem como a caracterização da forma de consumo no ambiente construído e modos de se incorporar medidas de eficiência energética.

A questão da energia é apenas um dos tópicos abordados pela sustentabilidade. Assim observa-se que essa nova prática na arquitetura torna o desenvolvimento do projeto mais complexo, necessitando que os profissionais envolvidos tenham domínio desse conhecimento e trabalhem de forma integrada já no início de seu desenvolvimento, visando a redução do consumo de energias não renováveis, entendendo que quando se planeja atender estes quesitos, é possível conseguir atender ao proposto de maneira positiva, sendo este é o principal foco do processo.

¹ Adaptado de acordo com os dados do site do Estadão, seção economia, <<http://economia.estadao.com.br/noticias/economia-geral,pouca-agua-e-consumo-recorde-de-energia-explicam-apagao,163226,0.htm>>. Acesso em 12 fev. 2014.

2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

2.1 Objetivo Geral

Com a abordagem sustentável focada na eficiência energética os profissionais precisam de base, informações, e dados que lhes auxiliem a cumprir seu objetivo e incorporar essa prática ao processo do projeto.

Dessa forma, este estudo visa desenvolver uma planilha de orientação como ferramenta de projeto para incorporar soluções de sustentabilidade no processo de projeto, visando orientar os profissionais da área da construção a adotarem no seu cotidiano a prática de sustentabilidade.

2.2 Objetivos específicos

- Explanar sobre o panorama de sustentabilidade energética no Brasil e no Mundo, como se iniciou este pensamento e sua evolução até os dias atuais;
- Apresentar resumidamente como o bioclimatismo influencia na eficiência energética do ambiente construído, bem como na especificação de materiais e componentes construtivos e suas aplicações;
- Conceituar as formas de geração, economia e armazenamento de energia;
- Classificar as variáveis que interferem nas decisões de sustentabilidade no ambiente construído em relação ao porte de energia na edificação;
- Elaborar uma matriz como orientação para o processo de projeto.

2.3 Justificativa

O crescimento da economia, o aumento da renda per capita da população e o desenvolvimento tecnológico, somados implicam consumo excessivo e acentua a dificuldade de se obter a energia necessária para suporte ao desenvolvimento econômico. Observa-se que seu uso inadequado, a pressão sobre o fornecimento e o desperdício evidenciam a dificuldade de suprir a população e atinge a todos independente da localização, costumes e necessidades.

Quanto maior a procura, o pouco investimento e falhas de planejamento na geração de energia, este bem de consumo indispensável fica cada vez mais caro. Assim, minimizar a dependência de utilização de energias não renováveis é fundamental, visando inicialmente à oferta de demanda com variabilidade da matriz de energia do país, necessitando estudos e propostas para viabilizar a diversificação da geração de energia de forma que minimize o problema que estamos vivendo no país, atualmente agravado pela falta de chuvas, base da geração de energia hidrelétrica no Brasil.

É necessário então facilitar o acesso às informações que viabilizem a eficiência energética, a implementação de políticas de planejamento e infraestrutura na área de energia sendo esta uma questão necessária e indispensáveis aos projetos que serão desenvolvidos.

3 SUSTENTABILIDADE

O pensamento sustentável não é uma novidade ao que parece à muitos. As discussões sobre o assunto iniciaram em 1970, com o surgimento dos "partidos verdes" e em 1972 com a "*Conference on the Human*" em Estocolmo, o primeiro enfoque direcionado ao impacto humano ao meio ambiente com o objetivo de guiar e inspirar a humanidade para a melhoria e preservação do meio em que habitam.

Em 1987, nova Conferência da ONU dá origem ao relatório Brundtland, e propõe um novo modelo de desenvolvimento econômico incorporando a sustentabilidade: o desenvolvimento sustentável definido como "*o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro, e é ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo, e culturalmente aceito*".

Em 1992 tempos depois no Rio de Janeiro, a ECO-92 veio a consagrar o desenvolvimento sustentável deixando de ser algo teórico e passando a prática, envolvendo todos os países para avançar o mais rápido no que anteriormente teria ficado apenas no campo das ideias.

3.1 Aspectos da sustentabilidade no ambiente construído

Para alcançar uma arquitetura sustentável é necessário analisar uma série de aspectos que vários autores englobam em diferentes itens: Brian Edwards (2004) explora os materiais de construção, "las cuatro erres: reducir, reutilizar, reciclar y rehabilitar", o conforto e o desenho arquitetônico. Já Márcio Porto (2009), aborda as técnicas e materiais, a envoltória, a energia e o conforto. E por último Marian Keeler (2010), trata da qualidade interna do ar, a energia, os recursos naturais, materiais, a qualidade e conservação da água e a geração de resíduos.

O que se pode concluir na visão dos três autores, é que são quatro áreas básicas de atuação: a energia, implantação do ambiente construído, água, resíduos e materiais, que vamos desenvolver em seguida. Essas áreas também são aspectos que são analisados nos procedimentos de certificação ambiental.

3.1.1 Energia

Como explanado anteriormente, é necessário reduzir o consumo energético, evitar seu desperdício e buscar a diversificação e cogeração no mesmo local onde será empregada, como trataremos aqui.

3.1.2 Implantação

Antes de se desenvolver um projeto arquitetônico é necessário realizar um estudo detalhado do entorno onde a edificação será construída analisando os fatores ambientais internos e externos para manter sua harmonia com o meio e o conforto do usuário.

3.1.3 Água

Devemos ter uma série de cuidados no que se trata deste bem tão precioso como a água, buscando: evitar sua poluição com a emissão de substâncias tóxicas, metais pesados, óleos, etc, fazendo seu adequado armazenamento e manejo, tratar o esgoto antes de ser lançado nos efluentes, reduzir e racionalizar o consumo, reutilizar a água e a captação por águas da chuva utilizando as para outros fins.

3.1.4 Resíduos

A grande geração de resíduos durante a construção quanto pós-ocupação por parte do usuário é um grande problema que estamos vivendo com essa avassaladora expansão da construção civil. É necessário buscar o redirecionamento dos materiais de demolição possibilitando o reuso, reciclagem, adotar o plano de gestão, demolição ecológica e a organização e gestão do lixo já se tratando do usuário.

3.1.5 Materiais

Aproveitar de forma racional os recursos naturais que estão ao nosso alcance e proximidades, utilizando recursos disponíveis e adaptados ao local, minimizando o desperdício e reutilizando materiais que anteriormente tiveram outro uso. A cada dia o ecodesign surge com novos materiais e aplicações, principalmente na arquitetura, um grande auxílio no projeto sustentável.

4 QUESTÕES ENERGÉTICAS

Para começar a explorar a eficiência energética é necessário entender primeiramente o significado de eficiente. Segundo o Dicionário do Aurélio (2014) eficiência é *"s.f. Capacidade de produzir um efeito. / Rendimento satisfatório imputável a uma pesquisa voluntária sistemática: a eficiência de uma técnica, de um empreendimento. / Eficácia."*

No ambiente construído a eficiência energética está na racionalização, redução das perdas e do consumo, conseqüentemente minimizando a pressão sobre a produção e sua cogeração.

Com todos os benefícios da energia renovável e comprovação da eficiência energética ser viável no custo e implantação, por que não são utilizadas em larga escala? A resposta a esse questionamento decorre da existência de barreiras que tornam a transição do consumo de energias não renováveis para as renováveis tímida, essas barreiras devem cair à medida que tecnologias nesta área progredirem e conquistando seu espaço na sociedade.

Em alguns países em desenvolvimento e subdesenvolvidos as tecnologias para a eficiência energética não estão disponíveis, não há investimentos e incentivos acarretando em baixa produção e conseqüentemente em custos ainda altos, levando a pouca procura e demanda, permanecendo estagnados.

Devido ao uso inadequado, problemas na fabricação e instalação, manutenção ou baixa qualidade dos produtos eficientes energeticamente, acabada gerando um preconceito inibindo seu consumo.

A falta de informação é outro aspecto que faz com que o consumidor em geral desconheça o quanto e como se pode economizar energia e que certamente terá retorno financeiro adotando medidas sustentáveis.

Os projetistas também sofrem com a falta de conhecimento na área ficando impossibilitados de propor ou colocar um projeto eficiente em prática.

Como o retorno do investimento de tecnologias sustentáveis e energeticamente eficiente é longo, torna-se necessário que os bancos reduzam as taxas de juros e

prolonguem o prazo dos financiamentos para tornar-se viável a implantação destas tecnologias, incentivando este desenvolvimento.

O preço da energia originada de energias não renováveis é atualmente subsidiado no Brasil. Isso faz com que o consumidor final não arque com o valor real da energia convencional o que não ocorre com as energias renováveis.

Há um grande impasse das energias renováveis com as concessionárias que não tem grande interesse nessas tecnologias. Além de se tornar um árdua tarefa, dar seguimento aos projetos de energia renovável, que por sua vez acabam sendo onerosos e levam muito tempo para sua aprovação.

Por fim a pressão que a política brasileira sofre das concessionárias de energia, dos produtores de combustíveis fósseis, dentre outros, desacelerando assim a implantação de políticas para a energia sustentável.

As dificuldades existem e são grandes barreiras, umas mais fáceis e outras mais difíceis de serem transpostas à medida que os conceitos e necessidades forem mudando e evoluindo neste sentido, há possibilidade de ter avanços significativos.

4.1 Panorama da eficiência energética Mundo x Brasil

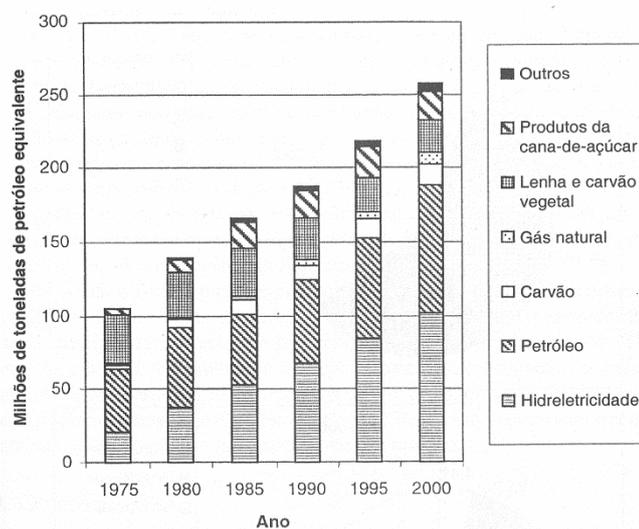
Mundialmente só foi dada a importância às questões ambientais com a crise energética que ocorreu por volta de 1973, com o aumento da população, a crise do petróleo, maior demanda de energia e conseqüente maior produção gerando assim um impacto nas fontes de energia não renováveis. Na arquitetura aflorava o *Internacional Style*, utilizavam-se materiais modernos para época como o aço e o vidro, dando origem as torres de vidro, mas este estilo arquitetônico quando importado sem critério não levavam em consideração o clima, o entorno e o ambiente em que estavam inseridos, demandando alto consumo energético climatizando os ambientes.

Em meio a tudo isso foram propostas soluções englobando desde a construção até a pós-ocupação de forma a economizar água e energia, empregando o uso de materiais sustentáveis, por meio de uma "gestão responsável" destes recursos como Marcio Porto (2009) sugere, considerando o local de implantação, não negando sua localização e interferências com o meio.

No Brasil, o primeiro passo para a eficiência energética ocorreu em 1985 quando o governo federal criou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), que "[...] *promove o uso eficiente da energia elétrica, combatendo o desperdício e reduzindo os custos e os investimentos setoriais*"² que despertou na população o interesse por adquirir produtos que fossem certificados com este selo. E principalmente, posterior ao apagão de 2001, a aprovação da lei de eficiência energética.

Com relação a matriz de geração de energia no país, pode-se observar a trajetória energética do Brasil num período de 25 anos (fig.1) onde reflete o grande investimento em hidrelétricas e aumento dos derivados de petróleo, sendo estas as fontes base de geração no país. Ocorreu o surgimento e o aumento pouco significativo de outras fontes de energia, nesta pequena parcela se encontram as energias renováveis que trataremos a seguir em decorrência disso surge uma política energética no país.

Figura 1 - Tendências para o uso total de energia no Brasil



Fonte: GUELLER, 2003, p.189

² <http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMIS0389BBA8PTBRIE.htm>

Classificado como país em desenvolvimento, o Brasil possui objetivos no setor energético que de acordo com (Geller, 2003) abrange os seguintes aspectos:

- Explorar outras fontes de energias já que hoje predominam as hidrelétricas e o petróleo;
- Reduzir os investimentos no setor energético para poder investir os recursos em outras áreas mais críticas;
- Reduzir a dependência das importações de fontes energéticas que chegam a preços elevados devido a desvalorização da moeda nacional;
- Aumento da eficiência no uso de energia evitando desperdício, aumentando a eficiência de equipamentos e processos, principalmente na indústria;
- Desenvolver e implementar fontes renováveis de energia devido a abundância de recursos para tal;
- Reduzir impactos ambientais, como a poluição da queima dos combustíveis fósseis e instalação de hidrelétricas;
- Contribuir para o desenvolvimento social, aumentar o acesso da população de baixa renda a fontes de energia modernas.

Vale a pena ressaltar que muitos dos aspectos propostos acima não são nenhuma novidade e já vem sendo abordados há décadas, mas infelizmente no Brasil ainda não são colocadas em prática. É preciso de incentivo a estas práticas, a implantação efetiva de uma política sustentável e atuante para não ficar apenas no campo das ideias.

5 A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Os profissionais da área de construção antes de iniciar o ato de projetar precisam levantar e analisar diversos aspectos reunindo todas as informações necessárias para aplicação no projeto e chegar à eficiência energética. São eles: condicionantes do projeto arquitetônico, levantamentos físicos, legislação, tipologia e volumetria, conforto ambiental, materiais, abastecimento e automação e a certificação pretendida. Depois da posse destes dados e informações, pode-se então dar início aos projetos levando em consideração o enfoque nas diretrizes bioclimáticas na arquitetura Brasileira e que cada caso é um caso.

5.1 Condicionantes do projeto arquitetônico

É preciso entender o meio em que o projeto será inserido. Existe uma série de fatores como o sol, ar, vegetação e água, que em conjunto levam a um entendimento global do ambiente e com bases nesses dados, buscar uma boa arquitetura sustentável que respeite e "converse" com o meio em que está inserido.

Começaremos com um elemento importante, o sol, é em relação a ele que se define a melhor orientação da edificação buscando por exemplo, localizar as aberturas na direção norte, de forma a se ter maior incidência de sol no inverno e menor no verão (caso da maior parte dos climas do Brasil), propiciando melhores condições de implantação visando ao conforto térmico. A luz natural é a melhor fonte de iluminação, devendo aproveitá-la, mas evitando o ofuscamento no interior dos ambientes. Existem elementos que ajudam a direcionar a luz para o interior dos ambientes como os brises, as "light shelves" (prateleiras de luz), e a iluminação zenital dentre outros. Em se tratando de eficiência energética, além da luz solar ser uma grande fonte de energia renovável, responsabilizando-se por grande parcela do fornecimento de energia no ambiente construído é também uma aliada na redução do gasto energético com iluminação artificial.

A qualidade do ar e a ventilação natural das edificações são outros aspectos a serem compreendidos, buscar a direção dos ventos dominantes, em locais mais frios, localizar o menor número de paredes na direção dos ventos, mas como o Brasil é um país tropical, na maioria de seus climas preocupamos em captar estes ventos, voltando as aberturas e paredes para o vento, criar ventilação nas coberturas, permitir a ventilação cruzada, visando a remoção de calor e umidade. Em climas tropicais, quando houver mais edificações inseridas no mesmo terreno, procurar localizá-las distante umas das outras possibilitando a circulação do vento entre elas, e proporcionar dispositivos de sombreamento, quanto melhor a relação vento e temperatura, menor ou nula será a necessidade de condicionamento artificial.

A vegetação é uma proteção natural do solo, ela permite a permeabilidade e escoamento natural das águas de chuva, auxilia na regulação térmica dos ambientes, aumentando o conforto no interior da edificação. E quando desejável, serve de barreira natural contra os ventos.

A água é outro bem importantíssimo, na arquitetura devemos buscar o uso racional da água, evitando desperdício e procurando seu reuso com a captação da água de chuvas e adequado projeto de drenagem.

5.2 Levantamentos físicos

Para o desenvolvimento do projeto é necessário ter o levantamento planialtimétrico detalhado, contendo todas as informações da condição do sítio, desníveis, locação da vegetação com espécies arbóreas, áreas de preservação, entre outros aspectos para que haja uma implantação adequada, respeitando os elementos naturais existentes.

A sondagem é de fundamental importância para o conhecimento geológico da área, sua constituição, a possibilidade da construção no local escolhido, devido às características necessárias à fundação, um dos principais itens que viabiliza ou não o projeto.

5.3 Legislação

Todo projeto precisa seguir normas e legislação sendo elas locais, regionais e federais, que fornecem os parâmetros urbanísticos para o uso e ocupação do solo urbano, controlando e ordenando o crescimento das cidades.

Estas preveem as bacias hidrográficas e áreas a serem preservadas, regiões que podem ou não serem ocupadas, definem o tipo e como realizar a ocupação, as exigências mínimas para os ambientes, os coeficientes urbanísticos, entre outras necessidades para ter o mínimo de qualidade no ambiente construído.

5.4 Volumetria e função

A volumetria da edificação influencia diretamente no conforto ambiental e seu consumo energético. Ela define a relação entre o volume e a envoltória e interfere na ventilação no interior da edificação, a quantidade e forma da incidência da luz nos ambientes e o calor recebido. A orientação é outro fator que influencia a incidência solar nas fachadas, um mesmo edifício possui comportamentos térmicos diferentes de acordo com a orientação adotada. Uma modificação no tamanho e local das

aberturas num edifício acarretam em variações na temperatura interna e conseqüentemente em seu desempenho térmico.

A tipologia se inter-relaciona com a eficiência energética. As funções comerciais, de serviços e públicas têm necessidades diferentes das funções residencial e educacional. Na grande maioria os edifícios comerciais e públicos funcionam em horário comercial, conseqüentemente períodos com maior incidência de raios solares e aquecimento das edificações, necessitando de condicionamento artificial. Frequentemente, devido a grande necessidade de equipamentos e a não previsão de uso da luz natural nestes locais, mesmo durante o dia a carga energética é muito alta. Nestes casos os arquitetos, devem considerar sistemas naturais para climatizar os ambientes sempre que possível e procurar a utilização da luz natural na maior parte da jornada de trabalho compatibilizando com a iluminação artificial demandando seu menor uso. Ser eficiente energeticamente, não significa excluir a utilização de sistemas artificiais, mas ponderar seus usos e conjugá-los com os naturais.

Já em edificações residenciais e educacionais a luz natural se torna indispensável nas residências além de gerar o bem estar, o custo desta energia é paga diretamente pelo o usuário que busca sua economia. Nos locais de ensino, a luz natural é importante para definição de cores e qualidade dos ambientes. Assim, os arquitetos tem como função alertar e apresentar aos seus clientes estratégias para o aquecimento ou resfriamento passivo e utilização da luz natural.

5.5 Conforto Ambiental

Uma arquitetura sustentável é aquela que consegue aliar seus elementos construtivos, materiais, implantação da edificação e o projeto, de forma a garantir o conforto ambiental no interior do ambiente construído, que nada mais é, tornar o ambiente habitável e compatível com as necessidades e sensações humanas, que se dividem em temperatura, umidade, ventilação, luz, acústica e aparência. Quando se consegue o conforto com elementos e estratégias arquitetônicas, a necessidade de elementos externos que consomem energia é bem menor se comparado a uma arquitetura que nega estas condicionantes.

assim, no projeto existem as soluções passivas sem o consumo de energia ou as soluções ativas como gasto energético.

5.6 Materiais

Toda edificação necessita de revestimentos, pisos, materiais de vedação, cobertura. Com um olhar mais amplo, conclui-se que cada material escolhido foi extraído de alguma fonte, passaram pelo processo de industrialização e são transportados até chegar ao local da aplicação, neste caminho em cada passo temos um gasto energético, todo este processo é o que chamamos de ciclo de vida.

Seguindo esta linha de pensamento é indicado que a escolha de materiais siga esse raciocínio, que consiga aliar o projeto com os materiais que sejam de fácil acesso e que tenha tido um menor consumo energético para sua produção e transporte. Não adianta, por exemplo, utilizar uma madeira de reflorestamento, que para chegar na obra tenha que percorrer centenas de quilômetros, pois seu gasto energético será significativo. Pesar cada fator é necessário para que obtenha o melhor resultado. Buscar os materiais nativos das regiões é uma ótima proposta.

Analisando a edificação e o comportamento da envoltória, que faz a troca de calor e luz com o meio, vamos então começar dividindo os materiais em duas categorias, os opacos que dificultam a passagem dos raios solares para o interior da edificação e os translúcidos que permitam esta troca com mais facilidade, ressaltando que o calor passa sempre da superfície mais quente para a mais fria.

Os fatores térmicos analisados na envoltória não são apenas estes citados acima, ha também a espessura, densidade, calor específico, absorvância (fração da radiação solar incidente que é absorvida pelo material), transmitância à radiação solar no caso dos transparentes, condutividade térmica (capacidade de conduzir o calor), transmitância térmica (quantidade de calor que atravessa o material, por diferença de temperatura). Hoje já existem diferentes tipos de vidros com fator solar, proteções solares nas aberturas, paredes com bom isolamento, formas de driblar estes fatores.

5.7 Certificação

A definição por certificar o projeto arquitetônico deve ser uma das primeiras decisões a serem tomadas. Existem diversas certificações e sua escolha deve ser criteriosa, pois esta será responsável por várias definições de projeto, por isso a escolha anterior ao início do processo de projeto.

Hoje no Brasil temos certificações para as edificações. Existem as certificações que tratam da sustentabilidade como um todo, sendo o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), o AQUA (Alta Qualidade Ambiental) e o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), e a certificação que trata de aspectos energéticos, como o PBE Edifica (Programa Brasileiro de Etiquetagem).

6 ENERGIA

A energia é produzida a partir de diversas fontes classificadas como renováveis e não renováveis:

- Energias renováveis são obtidas de fontes naturais capazes de se regenerar por meios naturais, e, portanto virtualmente inesgotáveis como o sol, ventos.
- Energias não renováveis são as fontes de energia que estão presentes na natureza em quantidade limitada, ou seja, não podem ser renovadas caso acabem. Por serem de origem orgânica (vegetal e animal), levam milhões de anos para se formarem na natureza, como o petróleo, carvão mineral, combustíveis nucleares.

6.1 Energia renovável

6.1.1 Solar

- Sistemas Fotovoltaicos

A tecnologia Fotovoltaica converte radiação solar em energia elétrica através de painéis fotovoltaicos com dispositivos para converter a energia da luz do sol em energia elétrica.

Os painéis solares são formados por células fotovoltaicas, na maioria usando o silício, podendo ser construída de cristais monocristalinos, policristalinos ou de silício amorfo, cujo rendimento varia.

Figura 3 - Rendimento das diferentes tecnologias das células fotovoltaicas

Tecnologia	Rendimento Típico [%]	Rendimento Típico [%]
Monocristalinas	12-16	24
Policristalinas	11-13	18,6
Amorfas	5-10	12,7

Fonte: [http://e-](http://e-lee.ist.utl.pt/realisations/EnergiesRenouvelables/FiliereSolaire/PanneauxPhotovoltaiques/Cellule/Tecnologie.htm)

[lee.ist.utl.pt/realisations/EnergiesRenouvelables/FiliereSolaire/PanneauxPhotovoltaiques/Cellule/Tecnologie.htm](http://e-lee.ist.utl.pt/realisations/EnergiesRenouvelables/FiliereSolaire/PanneauxPhotovoltaiques/Cellule/Tecnologie.htm). Acesso em 09 Junho 2014.

As células Monocristalinas representam a primeira geração. O seu rendimento elétrico é relativamente elevado (aproximadamente 16%, podendo subir até cerca de 24% em laboratório), mas as técnicas utilizadas na sua produção são complexas e caras, demandando alto consumo energético na sua fabricação.

As células Policristalinas têm um custo de produção inferior por necessitarem menos energia na sua fabricação e apresentam um rendimento elétrico inferior (entre 11% e 13%, obtendo-se até 18% em laboratório). Esta redução de rendimento é causada pela imperfeição do cristal, devido a fabricação.

As células Amorfas são as que apresentam o custo mais reduzido, mas em contrapartida o seu rendimento elétrico é também o mais reduzido (aproximadamente 5% a 10%, ou 13% em laboratório). Estas são películas muito finas e permitem a utilização como material de construção, tirando ainda o proveito energético.

Existem as usinas fotovoltaicas que são grandes áreas compostas por centenas ou milhares de painéis que geram energia em grande quantidade ao parque edificado, como a Nevada Solar One em Nevada nos Estados Unidos. Podem também ser instalado na própria edificação com o número reduzido de painéis.

Figura 4 - Usina solar Nevada Solar One



Fonte: <http://dblslv.homestead.com/ProjectProfile2.html>. Acesso em 19 Abril 2014.

Os sistemas fotovoltaicos podem ser isolados (Off-grid) ou Sistemas Conectados à Rede (Grid-tie). O sistema isolado é autônomo e não se conecta à rede, ideal para locais onde não há rede elétrica ou o custo para se conectar seja elevado. Necessitam de quatro elementos (figura 5):

1. Painel fotovoltaico: responsável por transformar energia solar em eletricidade;
2. Controladores de carga: servem para evitar sobrecargas ou descargas exageradas na bateria, aumentando sua vida útil e desempenho;
3. Baterias: que armazenam a energia elétrica para que o sistema possa ser utilizado quando não há sol.
4. Inversores: responsáveis por transformar a voltagem de 12 V de corrente contínua (CC) em voltagem 110 ou 220 V de corrente alternada (AC), ou outra tensão desejada. No caso de sistemas conectados, também são responsáveis pela sincronia com a rede elétrica;

Figura 5 - Sistema de energia Fotovoltáica Isolado

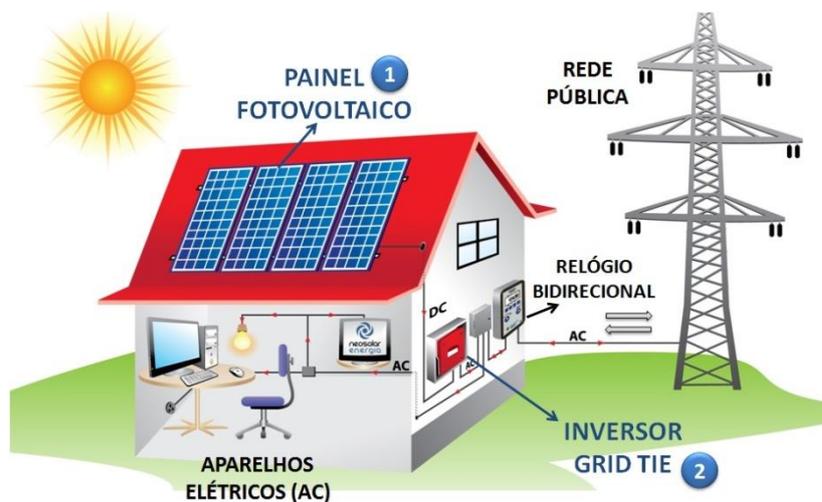


Fonte: <http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>. Acessado em 07 Abril de 2014.

Já os Sistemas Conectados à Rede (Grid-tie), substituem ou complementam a energia elétrica convencional disponível na rede elétrica e são compostos por apenas dois elementos (ver figura 6 abaixo):

1. Painel fotovoltaico: responsável por transformar energia solar em eletricidade;
2. Inversor: permitindo integrar na rede, já que por serem conectados não precisam armazenar energia.

Figura 6 - Sistema de energia Fotovoltáica Conectado



Fonte: <http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>. Acessado em 07 Abril de 2014.

Na arquitetura pode-se tirar partido destes painéis nas coberturas (fig. 7), ou locais, no caso de latitudes elevadas, nas fachadas voltadas para orientação solar (sul ou norte, depende do hemisfério) para receber mais radiação solar (fig. 8). O principal a analisar é a latitude em que a edificação encontra-se, pois nas localidades que o sol passa muito alto, ou seja, em baixa latitude como o Brasil, a incidência dos raios nas fachadas é menor e conseqüentemente seu aproveitamento também, sendo mais indicada a colocação nas coberturas, que é a superfície com maior exposição solar. Mas quando optado pelo uso, é indispensável estudar qual inclinação necessária aos painéis, que dessa forma, ele se transforma em um material de construção para vedação da edificação.

Figura 7 - Painéis fotovoltaicos nas coberturas



Fonte: <http://www.abravidro.org.br/blog/?p=1843>

Figura 8 - Painéis fotovoltaicos nas fachadas



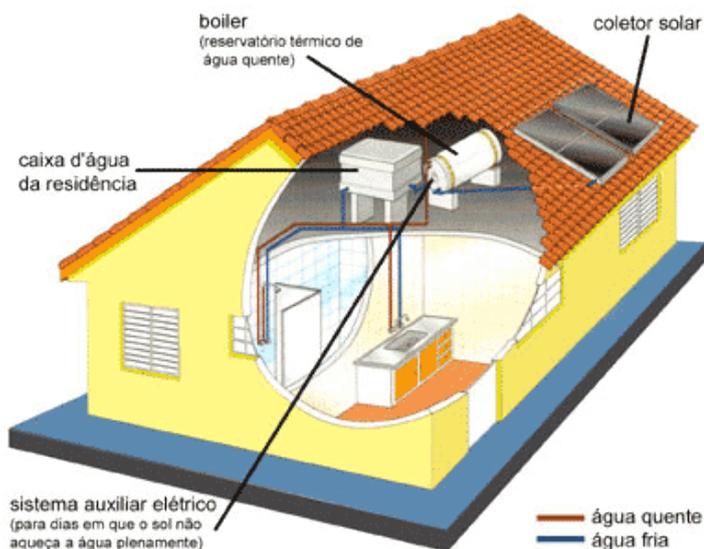
Fonte: [Http://www.aecweb.com.br/cont/n/energia-fotovoltaica-da-promessa-a-realidade_2802](http://www.aecweb.com.br/cont/n/energia-fotovoltaica-da-promessa-a-realidade_2802).

Acesso em 19 Abril 2014.

- Aquecimento Solar

Os sistemas de aquecimento solar utilizam a energia solar para o aquecimento da água. É composto basicamente por quatro elementos (fig. 9).

Figura 9 - Sistema de aquecimento solar



Fonte: <http://www.soletrol.com.br/educacional/comofunciona.php>. Acessado em 07 Abril 2014.

1. Placas solares (coletores solares): a luz incide sobre a placa por onde circula a água conseqüentemente aquecendo-a;
2. Boiler: tanque que armazena a água e mantém aquecida;
3. Caixa d'água: armazena a água fria a ser aquecida;
4. Sistema auxiliar ou back-up: pode ser composto por um sensor, termostato ou controlador de temperatura e resistência, que entra em ação, automaticamente, para aquecer a água usando a energia elétrica ou a gás em épocas de pouco sol.

O recomendável para este sistema é que a resistência de passagem (back-up) para aquecimento da água em horários ou dias que a água não estiver aquecida, fique na prumada de descida em edificações de pequeno porte, ou por unidade em edificações de grande porte, para aquecer somente a quantidade de água que for usado no momento e não todo o volume do boiler.

6.1.2 Energia Eólica

A energia eólica utiliza o vento para a geração de energia, grandes turbinas (catadores de vento) são colocadas em locais com grande incidência de ventos, que movimentam estas turbinas gerando energia. No Brasil esta fonte energética está evoluindo cada vez mais (fig. 10).

Figura 10 - Evolução da energia eólica

							em GWh	
2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	$\Delta\%$ 2012/2011	
237	663	1.183	1.238	2.177	2.705	5.050	86,7%	

Fonte: <https://ben.epe.gov.br>. Síntese do Balanço Energético Nacional 2013.

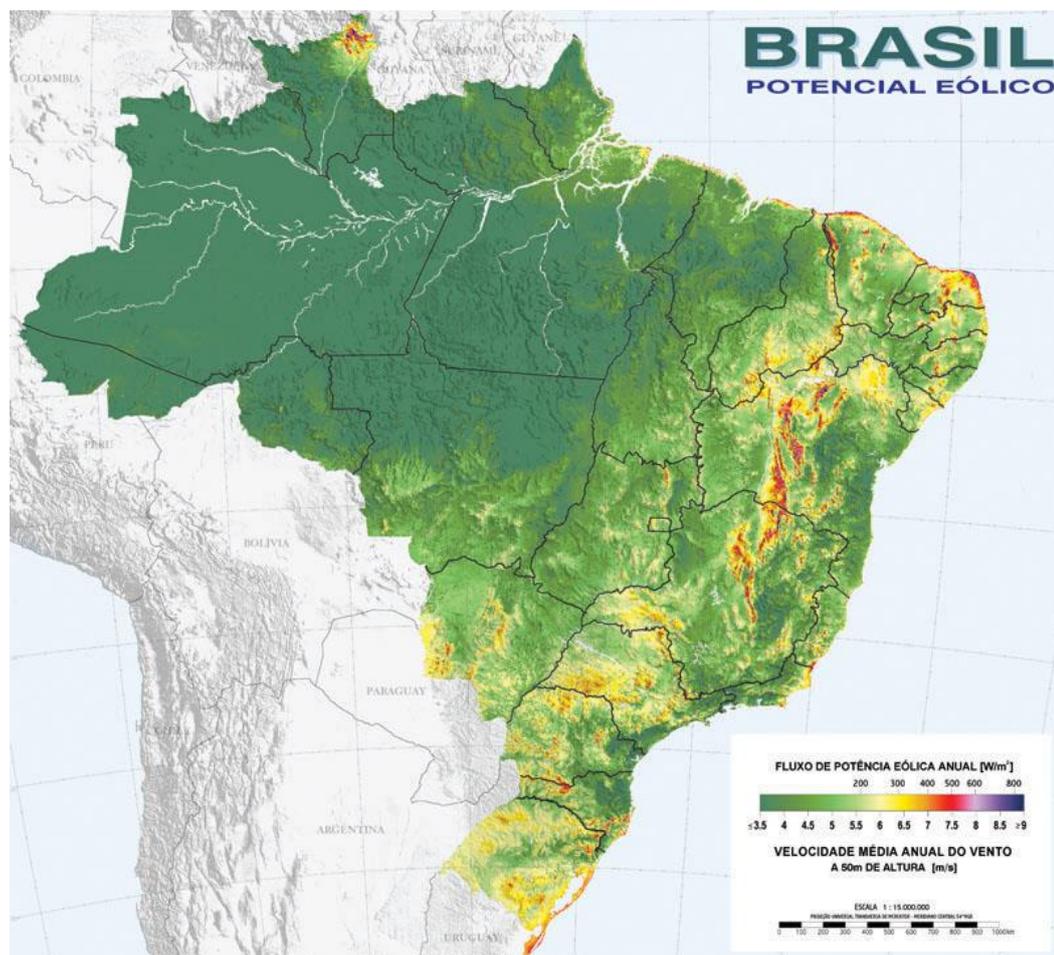
Uma usina eólio-elétrica (UEE) é um conjunto de turbinas eólicas dispostas adequadamente em uma mesma área (fig. 11). Usualmente, a geração elétrica inicia-se com velocidades de vento da ordem de 3,0 a 4,0 m/s, abaixo destes valores o conteúdo energético do vento não justifica investimento. O aproveitamento da energia eólica requer extensões de áreas adequadas, com velocidades médias anuais de vento que viabilizem a instalação de usinas (fig. 12). À medida que a tecnologia propicia dimensões maiores para as turbinas, a rotação se reduz: os diâmetros dos rotores no mercado atual variam entre 40 e 126 m, resultando em rotações da ordem de 30 rpm e 15 rpm, respectivamente (fig. 13).

Figura 11 - Sistema de energia eólica



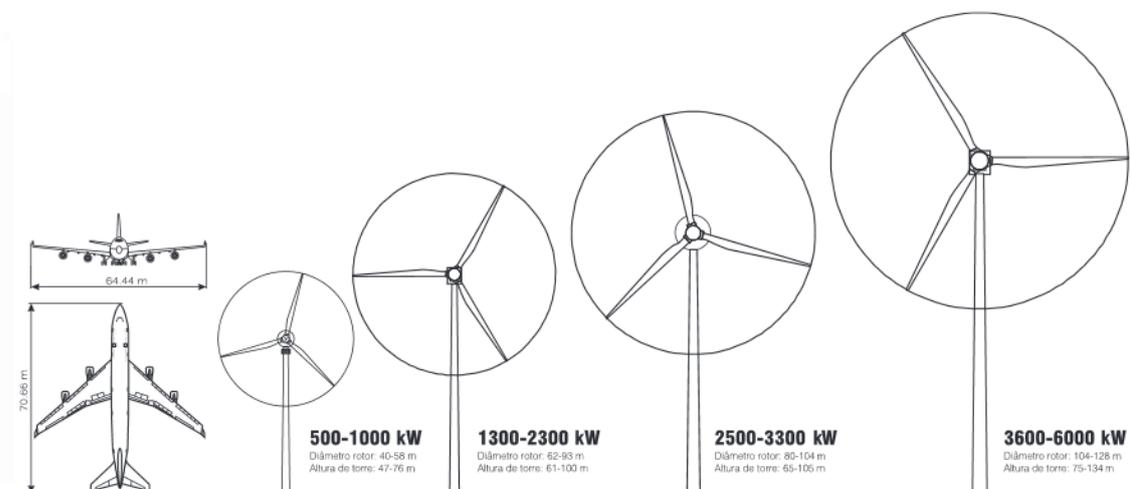
Fonte: <http://hq-pictures.ru/>. Acesso em 07 de Abril 2014.

Figura 12 - Mapa de Potencial Eólico no Brasil



Fonte: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?link=/tutorial/tutorial_eolica.htm. Acesso em 20 Abril 2014.

Figura 13 - Dimensões das turbinas, comparadas ao Boeing 747.



Fonte: http://www.cemig.com.br/atlas_eolico_MG.pdf. Acesso em 20 Abril 2014.

Na arquitetura também podemos aplicar esta tecnologia instalando um aerogerador em menor escala de acordo com a necessidade da edificação, sempre checando as informações nos mapas eólicos para viabilizar o investimento.

Figura 14 - Modelos de aerogeradores para edificações



	MAIS COMPACTO	VENTOS A MENOS	PARA A FACHADA	ECONÔMICO	MAIS POTENTE
MODELO	Notus 138 Fabricante: Enersud (Brasil)	Airdolphin Fabricante: Zephyr (Japão) Importador: Fugiwara	Nera 1000 Fabricante: Windeco (Bélgica) Importador: Windeco (Brasil)	Gerar 246 Fabricante: Enersud (Brasil)	Skystream Fabricante: Southwest Windpower (EUA) Importador: Energia Pura
CARACTERÍSTICAS	Diâmetro das pás: 1,38 m Peso: 12 kg Velocidade de partida: 2,2 m/s Potência: 350 W	Diâmetro das pás: 1,80 m Peso: 17 a 19 kg Velocidade de partida: 1,5 m/s Potência: 1 100 W	Diâmetro das pás: 1,96 m Peso: 28 kg Velocidade de partida: 3 m/s Potência: 1 200 W	Diâmetro das pás: 2,46 m Peso: 32 kg Velocidade de partida: 2,2 m/s Potência: 1 000 W	Diâmetro das pás: 3,72 m Peso: 77 kg Velocidade de partida: 3,5 m/s Potência: 2 400 W
GERAÇÃO DE ENERGIA (com ventos de 6m/s, em média)	29 kWh/mês	170 kWh/mês	200 kWh/mês	109 kWh/mês	450 kWh/mês
CONTA DE LUZ (sistema off grid, independente da rede pública)	R\$ 81,30 (desconto de 9,66%)	R\$ 39 (desconto de 56,66%)	R\$ 30 (desconto de 66,66%)	R\$ 57,30 (desconto de 36,3%)	Paga apenas os impostos
CRÉDITOS NA CONTA DE LUZ (sistema grid tie, conectado à rede pública)	—	—	—	—	150 kWh/mês ou R\$ 45, para descontar nos 36 meses seguintes
CUSTO MÉDIO DO SISTEMA	R\$ 4 mil	R\$ 30 mil a R\$ 35 mil	R\$ 13 mil	R\$ 10 mil	R\$ 35 mil

Fonte: <http://casa.abril.com.br/materia/cinco-sistemas-domesticos-de-geracao-de-energia-eolica>.

Acesso em 20 Abril 2014.

Figura 15 - Residência com aerogerador



Fonte: <http://casa.abril.com.br/materia/como-gerar-energia-eolica-em-casa>. Acesso em 20 Abril 2014.

Outra opção são as turbinas eólicas de eixo vertical que possuem um melhor desempenho em ventos turbulentos, captam ventos que não possuem uma direção predominante tão forte por volta de 2,2 m/s, suas turbinas giram com a ascensão vertical das diferenças de temperaturas, além de emitir baixo nível de ruído se comparado com as turbinas de eixo horizontal. Seu uso é mais apropriado para centros urbanos e podem ser incorporados a edificações já construídas.

Figura 16 - Turbinas de eixo vertical



Fonte: <http://blog.enerwise.pt/2012/05/07/presidente-da-republica-visita-projecto-agueda-concept/>

Figura 17 - Strata Building, Londres.



Fonte: <http://projetomelhor.blogspot.com.br/2012/07/fachadas-multifuncionais>. Acesso 28 Maio 2014.

Figura 18 - Bahrain World Trade Center, Dubai



Fonte: <http://desarq.wordpress.com/tag/luxo/>. Acesso 28 Maio 2014.

6.1.3 Biogás de Aterros Sanitários

Os aterros sanitários são amontoados de lixo, resíduos, na sua maioria matéria orgânica. À medida que vão se decompondo, transformam esta matéria orgânica em gás conhecido como Biogás (metano e outros gases), que após sua extração recebe um tratamento para ser utilizado.

Usualmente no ambiente construído este processo é utilizado em grandes condomínios ou empresas que geralmente possuem grande volume de lixo e um programa de reciclagem, possibilitando separar esta matéria orgânica para compostagem. Nestas edificações este gás pode ser utilizado como gás de cozinha e/ou geração de energia, para aquecimento da água.

6.1.4 Biomassa

A biomassa é utilizada na produção de energia através de um processo que utiliza como fonte a matéria orgânica e pode ser realizado de quatro formas:

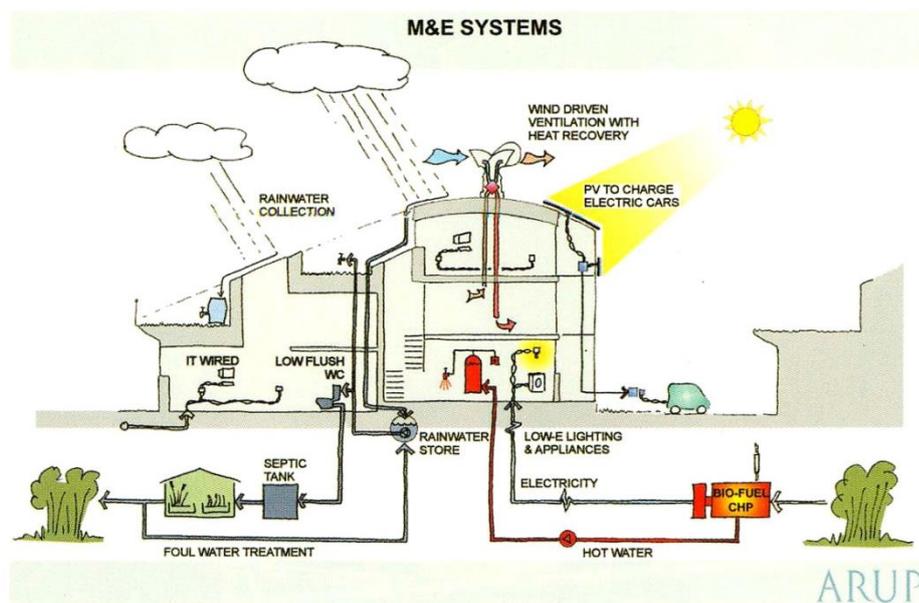
1. Na Pirólise a biomassa é sujeitada a elevadas temperaturas sem a presença de oxigênio, objetivando acelerar sua decomposição. Seu produto é uma mistura de gases, óleos vegetais e carvão vegetal;
2. A gasificação também é levada a altas temperaturas sem oxigênio, gerando gás inflamável que pode ser utilizado se filtrado para remover alguns componentes químicos residuais ha uma temperatura menor que na Pirólise;
3. Na combustão a queima da biomassa atinge altas temperaturas mas com presença abundante de oxigênio, produzindo vapor à alta pressão utilizado para mover turbinas. Essa solução atualmente muito utilizada.
4. Na co-combustão parte do carvão mineral utilizado em usinas termoelétricas é substituído por biomassa, reduzindo expressivamente a emissão de poluentes.

Resumindo, a matéria orgânica passa pelos processos descritos acima, aquecem a água que fica em uma caldeira próxima, entrando em ebulição produzindo grande quantidade de vapor que é conduzido a turbina por uma tubulação, assim a turbina é movimentada fazendo com o que o gerador produza energia, abastecendo diretamente a rede elétrica.

Podemos aproveitar neste processo a água quente para o consumo nos chuveiros, torneiras e restos orgânicos provenientes da combustão que não se tornaram em carvão como adubo.

Se tratando de ambiente construído geralmente aplicável em grandes empreendimentos como, por exemplo, o edifício Bed Zed no Reino Unido (ver figura 19), pois demanda uma área construída maior para a instalação desta usina e um grande volume de matéria orgânica, a base para esta transformação.

Figura 19 - Bed Zed (Biomassa)



Fonte: <http://saman3230.wordpress.com/2012/10/16/addington/>. Acesso em 24 Abril 2014.

6.1.5 Álcool

O Etanol conhecido como "álcool" não é encontrado na natureza e precisa ser fabricado a partir da fermentação da cana-de-açúcar ou plantas ricas em açúcar ou amido como beterraba e milho, estes são plantados pelo homem podendo ser repostos e assim considerados fonte de energia renovável.

Como a matéria prima passa pela colheita que se dividem em ciclos, depende de um período maior para a produção. Existem pontos questionáveis a essa prática, como a queima do solo para o próximo plantio, a mecanização do processo de fermentação, grandes áreas para plantio que concorrem com o plantio destinado a produção de alimentos.

Este álcool também pode ser utilizado em termoelétricas e não é usual sua aplicação para gerar energia nas edificações.

6.1.6 Biodiesel

O biodiesel é feito a partir das plantas (óleos vegetais), fabricado através de um processo químico chamado transesterificação onde a glicerina é separada da gordura ou do óleo vegetal. Usualmente não é incorporado para geração de energia nas edificações.

6.1.7 Geotérmica

Energia geotérmica é a energia obtida a partir do calor que provêm do solo. Devido a grande necessidade de energia elétrica, foi desenvolvido um modo de utilizar esse calor para a geração de eletricidade.

Nas centrais geotérmicas o vapor dos reservatórios geotérmicos fornece a energia que alimenta os geradores de turbina produzindo a eletricidade. A água geotérmica usada é depois reenviada ao reservatório através de um poço de injeção, para ser reaquecida, para manter a pressão e suportar o reservatório. Mais utilizado em usinas, se tornando inviável sua aplicação direta no ambiente construído.

6.1.8 Marés/ fluvial

A energia das marés, também conhecida como energia maremotriz, é obtida por meio do aproveitamento da energia proveniente do desnível das marés. Para que essa energia seja revertida em eletricidade é necessária. A construção de barragens, eclusas (permitindo a entrada e saída de água) e unidades geradoras de energia como as turbinas onde a fonte geradora depende de fluxo contínuo da água. Possível aplicação direta no ambiente construído, quando estiver próximo à fonte geradora.

6.2 Do abastecimento, Distribuição, Controle e Integração

- Rede de Abastecimento e distribuição

Quando a edificação não gera sua energia, é necessário ter seu abastecimento pelas concessionárias. A matriz de produção que geralmente é locada distante dos centros consumidores, e produz a energia que precisa viajar por longas distâncias pelo sistema de transmissão. Depois deste percurso a energia elétrica chega às subestações que abaixam a sua tensão para que possa ser iniciado o processo de distribuição para o parque edificado, sendo este o gargalo deste tipo de geração, pois ela vai se dissipando ocorrendo uma grande perda no caminho. Sua medição é feita por hora onde o consumidor paga pelo que foi consumido.

- Cogeração

Na cogeração a energia fornecida pela concessionária é associada com a produção na edificação ou próximo à ela, que em menor voltagem complementa a principal. As tarifas de energia se dividem em:

Horo-sazonal verde: é aplicada uma única tarifa de demanda (kW) e as tarifas de consumo (kWh) variam conforme o horário do dia e período do ano (ver abaixo).

Figura 20 - Tarifa horo-sazonal verde

TARIFA HORO-SAZONAL VERDE	DEMANDA
SUBGRUPO	(R\$/kW)
A3a (30 a 44 kV)	R\$ 8,28
A4 (2,3 a 25 kV)	R\$ 8,28
AS (Subterrâneo)	R\$ 19,76

* Tarifas sem impostos (ICMS, PIS/PASEP, COFINS e Contribuição de Iluminação Pública)

Fonte: Resolução homologatória Aneel 1.700 de 07/04/2014

Horo-sazonal azul: as tarifas de demanda (kW) variam de acordo com as horas de utilização do dia e as tarifas de consumo (kWh) variam conforme o horário do dia e o período do ano (ver abaixo).

Figura 21 - Tarifa horo-sazonal azul

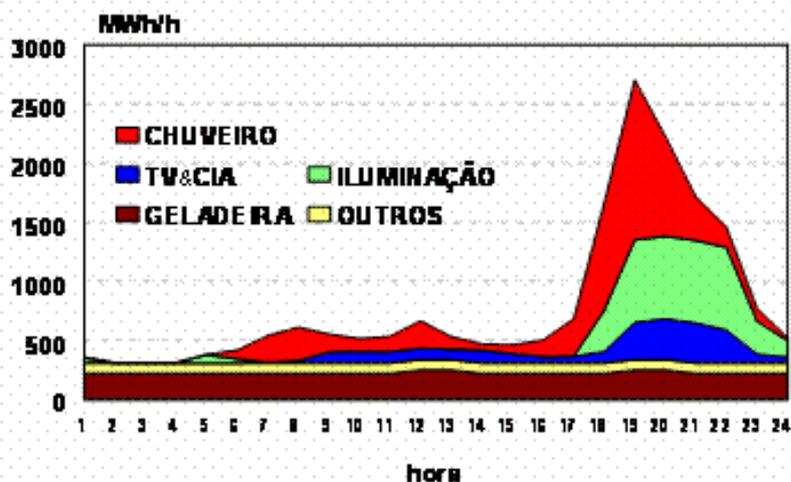
TARIFA HORO-SAZONAL AZUL	DEMANDA (R\$/kW)	DEMANDA (R\$/kW)
SUBGRUPO	PONTA	F. PONTA
A2 (88 a 138 kV)	R\$ 5,64	R\$ 1,87
A3 (69 kV)	R\$ 17,04	R\$ 4,79
A3a (30 a 44 kV)	R\$ 28,98	R\$ 8,28
A4 (2,3 a 25 kV)	R\$ 28,98	R\$ 8,28
AS (Subterrâneo)	R\$ 37,87	R\$ 19,76

* Tarifas sem impostos (ICMS, PIS/PASEP, COFINS e Contribuição de Iluminação Pública)

Fonte: Resolução homologatória Aneel 1.700 de 07/04/2014

Devido à elevada tarifa, nos horários de ponta (fig. 22) a edificação consome a energia que ela própria produziu e nos horários fora de ponta, que é mais barata consome a energia da rede. Esta energia é gerada no próprio edifício ou pequena central próxima a ele.

Figura 22 - Curva de Carga Residencial CEMIG



Fonte: http://ecen.com/eee47/eee47p/energia_solar_domestico.htm. Acesso 28 Maio 2014

Utilizada mundialmente é uma alternativa para a energia limpa. Permite produzir e fornecer energia térmica e elétrica na edificação, podendo ser implementada em qualquer local que tenha esta demanda simultaneamente.

6.2.1 Smart Grid (controle e integração)

A forma como a energia elétrica é distribuída hoje pelo ponto de vista de alguns especialistas é tida como obsoleta. Na maioria das vezes a energia vem de uma única fonte geradora e quando ocorrem falhas na distribuição os usuários ficam sem abastecimento. Os equipamentos de medição podem ser considerados defasados já que nem sempre refletem o consumo real.

O Smart Grid é considerado uma rede inteligente que leva em consideração a necessidade do mercado onde será inserido, tende a modificar a relação: usuário, mercado e redes de energia elétrica, em via de duas mãos.

Figura 23 - Smart Grid



Fonte: <http://www.ecnmag.com/articles/2011/04/smart-grid-and-beyond> . Acesso em 15 de abril 2014.

Esta solução proporciona a automação integrada e segura das redes através de sistemas de medição, monitoramento de entrada e saída, geração e armazenamento distribuídos de energia, possibilitando que a rede identifique problemas, crie análises e diagnósticos que podem ser reparados automaticamente aprimorando o desempenho e atendendo com mais qualidade a necessidade dos usuários e do próprio sistema elétrico.

Quando a edificação produz energia acima do necessário, este sistema permitirá lançar na rede a energia gerada e não utilizada, com medidor de consumo entrada/saída ficando com o saldo e em momentos que não produz quando necessário consumir da rede. O usuário poderá controlar seu consumo tornando-se ciente da relação horário, consumo e tarifa facilitando adequar-se, permitindo economia.

6.2.2 Integração para consumo direto

A integração ocorre no meio ambiente construído principalmente nas edificações, quando esta produz energia para consumo próprio a cogeração é sua principal fonte de abastecimento, quando a necessidade extrapola o produzido é necessário consumir da rede como complementação. Sua produção visa especialmente consumo próprio sem o objetivo de lançá-la na rede externa.

6.2.3 Zero Energy Design

Existem edificações autossuficientes que racionalizam o uso de energia ao mínimo possível, sendo necessário então produzi-las em pouca quantidade para consumo permitindo desvincular-se da rede das concessionárias.

Um projeto ZED (Zero Energy Design) necessita de uma equipe de profissionais que interajam entre si, esta medida é essencial para que atenda as necessidades do proprietário como usuário e integração com os métodos necessários para atingir o objetivo de energia zero.

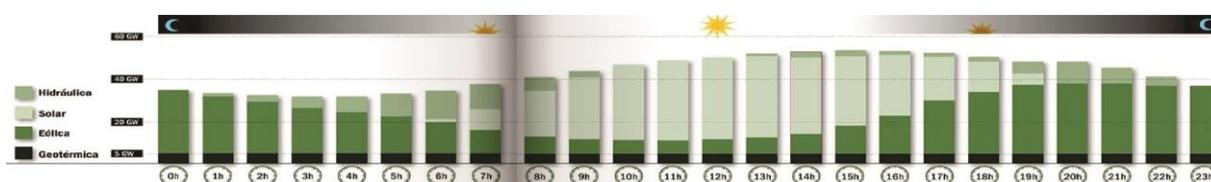
Assim, este projeto deve levar em conta como abordado anteriormente, sua interação com o meio no âmbito macro e micro. Criar uma relação de custo benefício em uma edificação nestes parâmetros exige atenção para tratar as questões que surgiram tratadas de maneira eficaz. Essa arquitetura busca opções mais rentáveis, novas ideias e ambientes mais salubres e confortáveis.

6.2.4 Integração das modalidades de geração de energia

É necessário sempre analisar a disponibilidade da fonte geradora de energia e combiná-la com outras fontes, pois cada uma delas se encontra em maior abundância em diferentes horários do dia ou estações do ano.

Baseado neste princípio a Universidade de Stanford nos Estados Unidos calculou como o uso de quatro fontes renováveis de energia, em 2020, pode gerar 100% da eletricidade na Califórnia em um típico dia de verão no hemisfério norte, em julho (2009, Revista VEJA).

Figura 24 - 24 horas limpas



Fonte: <http://veja.abril.com.br/acervodigital/home.aspx>. Revista veja 30 dezembro 2009. Pg 242 e 243

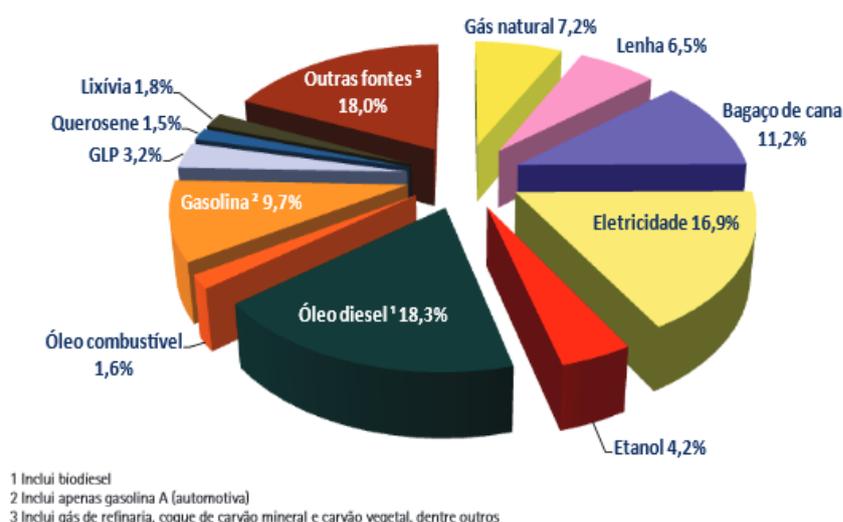
Quando compensamos os sistemas, sejam eles hidráulica, solar, eólica, geotérmica, etc., é possível combiná-las chegando à autossuficiência.

6.3 Infraestrutura Energética no Brasil

A localização do terreno onde o projeto será implantado influencia na análise da infraestrutura necessária para o funcionamento da edificação. Quando localizada nos centros urbanos o abastecimento de água, luz, esgoto já está disponível, mas em zonas rurais todos estes itens precisam ser planejados e implementados, demandando mais equipamentos, materiais, transporte, mão de obra, conseqüentemente maior consumo energético e investimento.

A energia elétrica no Brasil é principalmente originada em hidrelétricas, um dos aspectos mais complicados é a distribuição. A energia que viaja centenas ou milhares de quilômetros em linhas de transmissão e vai se perdendo ao longo do Caminho.

Figura 25 - Consumo final de energia por fonte 2012



Fonte: <https://ben.epe.gov.br>. Síntese do Balanço Energético Nacional 2013.

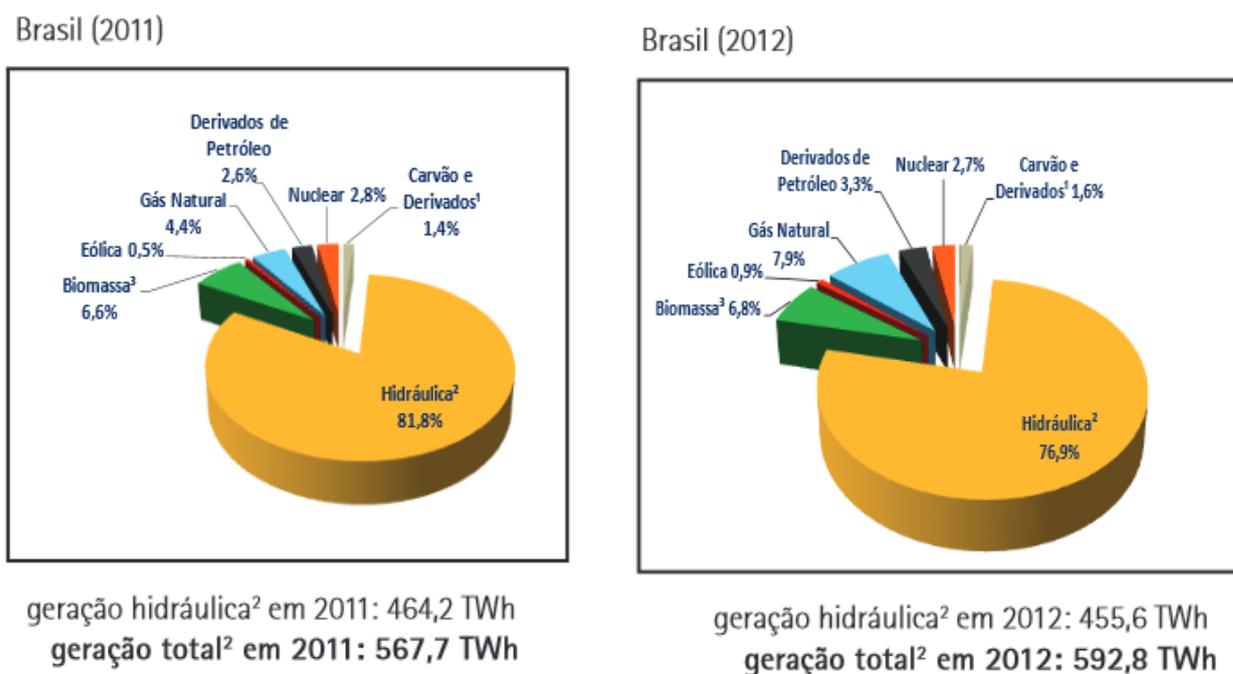
Nas edificações ela chega das concessionárias em forma de corrente alternada, no caso de alimentar as cargas que necessitam de corrente contínua, a fonte de alimentação transforma esta energia, de alternada para contínua, e no caso de diferentes níveis de tensão é possível aumentar ou baixar o nível de tensão da rede que chega.

O governo criou a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para realizar estudos e pesquisas com o objetivo de financiar o planejamento do setor energético, como

energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

A EPE elabora todos os anos o relatório consolidado do Balanço Energético Nacional (BEN) que apresenta a extensa pesquisa e a contabilidade relativas à oferta e consumo de energia no Brasil, contemplando as atividades de extração de recursos energéticos primários, sua conversão em formas secundárias, a importação e exportação, distribuição e o uso final da energia.

Figura 26 - Matriz Elétrica Brasileira



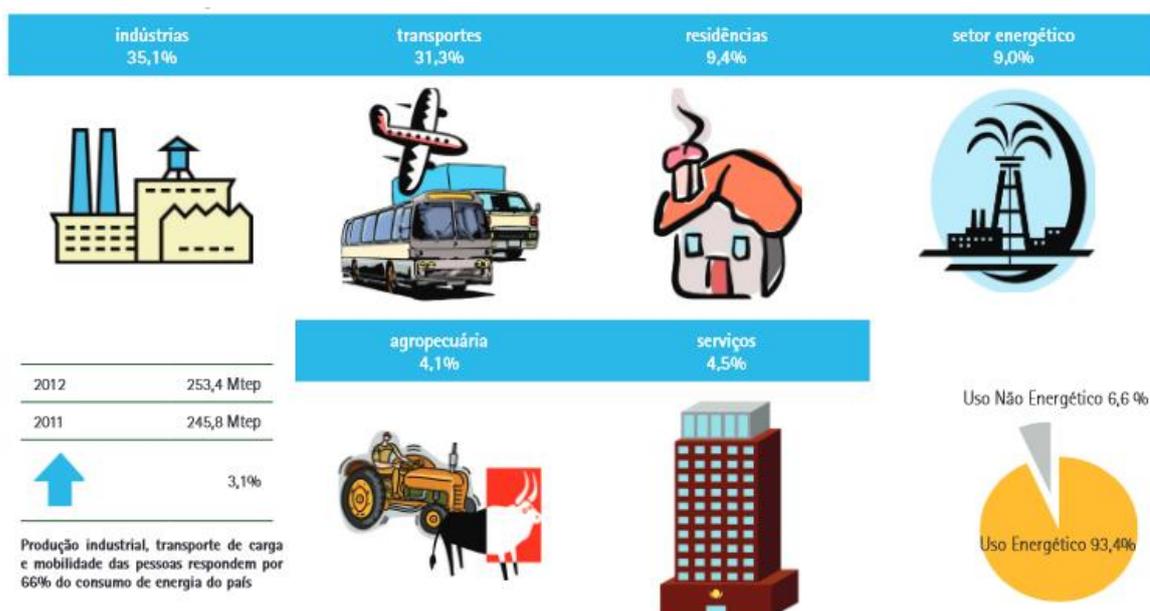
Fonte: <https://ben.epe.gov.br>. Síntese do Balanço Energético Nacional 2013.

De acordo com a Matriz acima podemos perceber que as porcentagens vão se alterando e são estes percentuais aliados as pesquisas que norteiam a infraestrutura energética no País.

6.4 Consumo por uso final

Podemos destacar que o consumo energético no Brasil se classifica basicamente em seis setores como a figura abaixo. A partir de então como foco deste trabalho o ambiente construído (indústrias, residências e serviços) tem um consumo energético de 49% no total.

Figura 27 - Uso de Energia no Brasil em 2012

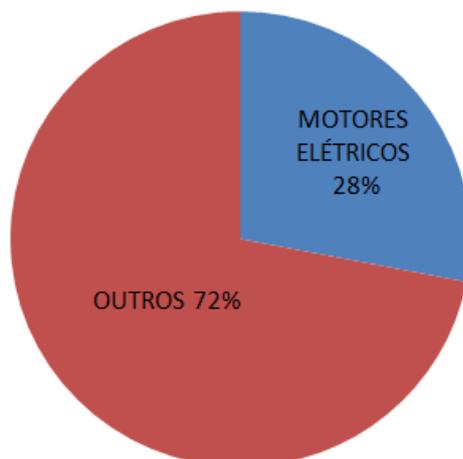


Fonte: <https://ben.epe.gov.br>. Síntese do Balanço Energético Nacional 2013.

Nas edificações, consideramos que a alta tensão (>2,3kv) é destinada para uso industrial, que precisa ser rebaixada (<2,3kv) nas estações possibilitando o uso de equipamentos nas edificações de uso residencial, comercial/ serviços. Nestas três situações o perfil de consumo é bem distinto.

As edificações de uso industrial possuem a maior demanda do consumo energético, devido aos equipamentos, iluminação, ventilação mecânica, e grandes jornadas de produção.

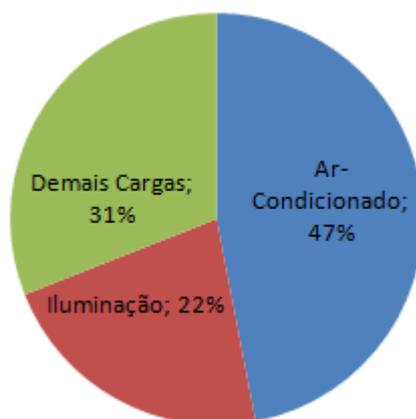
Figura 28 - Consumo de energia nas Indústrias



Fonte: Adaptado de Eficiência energética em edifícios, 2012, P.155.

Os edifícios comerciais/ serviços não possuem o maior peso na matriz energética, mas demandam boa parcela de energia para iluminação, climatização dos ambientes por meio de ar condicionado e equipamentos, que passam grande parte do dia em funcionamento.

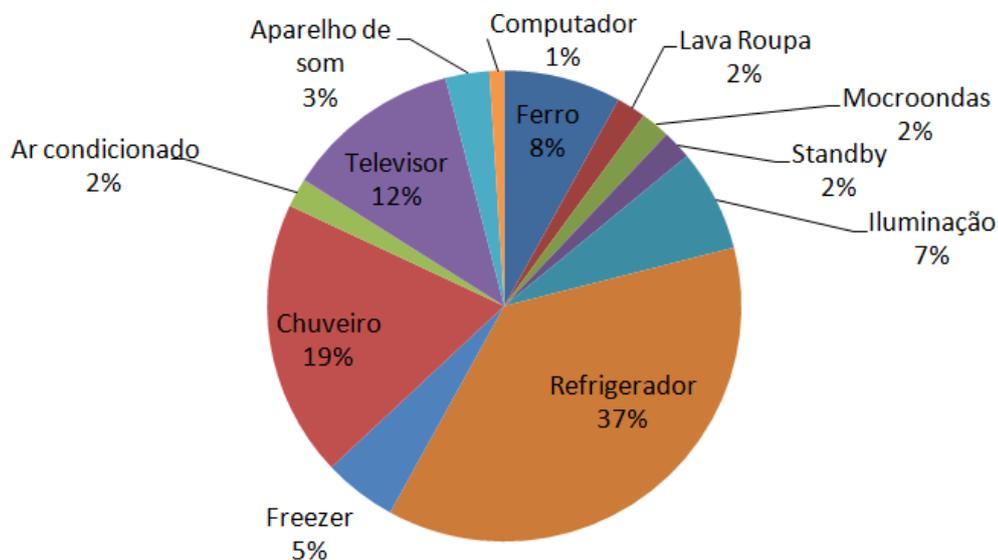
Figura 29 - Gráfico por uso final - comercial



Fonte: Adaptado de Lamberts et al, 2009

Já nas residências o gasto energético acontece em horário reduzido, mas em picos basicamente para aquecimento de água, eletrodomésticos e ar condicionado.

Figura 30 - Gráfico por uso final - Residencial



Fonte: Adaptado de Lamberts et al, 2009

Nos setores comerciais e residenciais são os que apresentam maior relação entre gasto energético e o projeto de arquitetura, pois os gastos com iluminação e ar condicionado ficam entre 45 e 70% e com projetos que trazem no seu conceito a eficiência energética, pode-se amenizar este gasto.

6.5 Monitoração

Diversos dispositivos e tecnologias foram desenvolvidos e estão sendo aprimorados possibilitando o monitoramento do consumo energético que atualmente pode ser feito via internet em qualquer lugar que tenha acesso a rede. Assim, o consumidor terá como medir seu consumo e saber o gasto real de cada aparelho permitindo maior controle sobre seu gasto e onde a economia pode ser mais eficaz.

Outra forma de monitorar o consumo seria criar circuitos distintos para tomadas, iluminação, chuveiros de modo a controlar seu consumo. Mas de nada disso serve se o usuário não tiver consciência da necessidade desta economia de energia e procurar mudar seus hábitos. O comportamento do usuário é o aspecto mais importante, é indispensável que ele próprio se monitore para cumprir com o objetivo.

6.6 Automação e Sensores

Em se tratando da automação e do princípio que a energia é usada onde e quando for necessária, a tecnologia vem se desenvolvendo e facilitando muito o controle do consumo de energia nas edificações que agora não necessariamente é feita pelo usuário, podem ser monitorados ou acionados de um local remoto, evitando deslocamentos de ambiente. Hoje existem sensores de ocupação, sistemas por controle, sistemas de programação de tempo, dentre outros que agregam nesta busca de economia.

Os sistemas de controle de luz podem proporcionar uma economia significativa, existem métodos de controle que se adequam para cada situação, com função de fornecer a luz, pelo tempo e local demandado. São eles:

- Os sensores de ocupação ou detectores de presença: dispositivos que detectam por ondas os movimentos e respondem a ausência ou presença de pessoas controlando a potência da luz;
- Os sistemas de controle possuem sensores fotossensíveis: detectam a presença de luz natural e calibram ou até bloqueiam a luz artificial, dependendo da relação indireta da quantidade de luz natural para artificial.
- O sistema por programação de tempo: é projetado para reduzir o desperdício, gerenciado por temporizadores/ alarmes, definindo o tempo que a luz permanecerá ligada ou diminuição de sua potência.

Já os sistemas de ar condicionado podem ser programados para serem ligados apenas nos horários que pessoas estão no local, ou em horários específicos conforme demanda.

6.7 Equipamentos eficientes

A etiquetagem de produtos tem como objetivo informar ao comprador/ usuário que o produto apresenta melhores níveis de desempenho energético em sua categoria, ou seja, menor consumo energético que acaba por estimular e comercializar produtos mais eficientes, este aspecto de qualidade agrega um diferencial ao produto que aos poucos passa a ser exigência de mercado, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico neste seguimento.

Existem no Brasil dois selos para etiquetar equipamentos domésticos. O Selo Procel instituído em 1993 para aparelhos elétricos e o Selo Conpet em 2005 para aparelhos a gás.

Figura 31 - Selos de Eficiência Energética



Fonte: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbeSelo.asp>. Acesso 13 Maio 2014.

- PROCEL

O Selo Procel etiqueta equipamentos elétricos como: bombas, coletores solares, condicionadores de ar, lâmpadas a vapor de sódio, lâmpadas fluorescentes compactas, lavadoras de roupa, módulos fotovoltaicos, motores, reatores, refrigeradores, reservatórios térmicos, televisores e ventiladores de mesa/ teto.

Os equipamentos passam por testes e análises em laboratórios seguindo critérios que basicamente se dividem em: avaliação das características do produto, requisitos mínimos, critérios para concessão do selo, níveis de eficiência, comprovação dos resultados e a reavaliação das características do produto, com validade de doze meses.

- CONPET

O Conpet etiqueta equipamentos domésticos com consumo a gás como: fogões, cooktop, fornos, aquecedores de água a gás.

Os equipamentos passam por testes e análises em laboratórios para avaliar os queimadores, economia de combustível, rendimento, consumo para aquecimento, com validade de doze meses.

7 APLICAÇÃO PARA UM PROJETO EFICIENTE ENERGETICAMENTE

Todas as informações exploradas nos itens anteriores serão a base para uma edificação eficiente energeticamente ou se o objetivo for apenas economia de energia.

Para aplicação é necessário distinguir a fase que as opções de geração de energia podem ser inseridas ou instaladas como: concepção/ projeto, obra em andamento ou em edificações existentes/ construídas, pois cada uma das situações demanda um estudo e a viabilidade. Abaixo foram divididas nestas etapas e os sistemas que possibilitam a eficiência energética, levando em consideração quando podem ser adotados:

	PROJETO	OBRA	EXISTENTE
Sistema Fotovoltaico	X	X	X
Aquecimento Solar	X	X	X *
Energia Eólica	X	X	X
Biogás	X	X **	X ***
Biomassa	X	X **	X ***
Cogeração	X	X *	X *
Smart Grid	X	X	X
Integração	X	X	X
Zero Energy Design	X		
Monitoração	X	X	X
Automação/ Sensores	X	X	X

* depende de reforma na edificação, não apenas a instalação do equipamento, principalmente em relação às instalações hidráulicas.

** depende da fase em que a obra se encontra.

*** Apenas como consumo de gás direto (cozinha), se a edificação possuir espaço para a instalação.

8 RESULTADOS

Para colocar em prática todo o estudo realizado foram desenvolvidas tabelas, fluxogramas e uma matriz onde são apresentadas todas as informações para que possam ser seguidos, chegando aos dados necessários para desenvolvimento de um projeto sustentável.

Abaixo temos uma tabela para ser preenchida com os dados gerais da edificação, sendo a base inicial para dar seguimento na definição das atribuições energéticas a serem preenchidos pelo profissional da área:

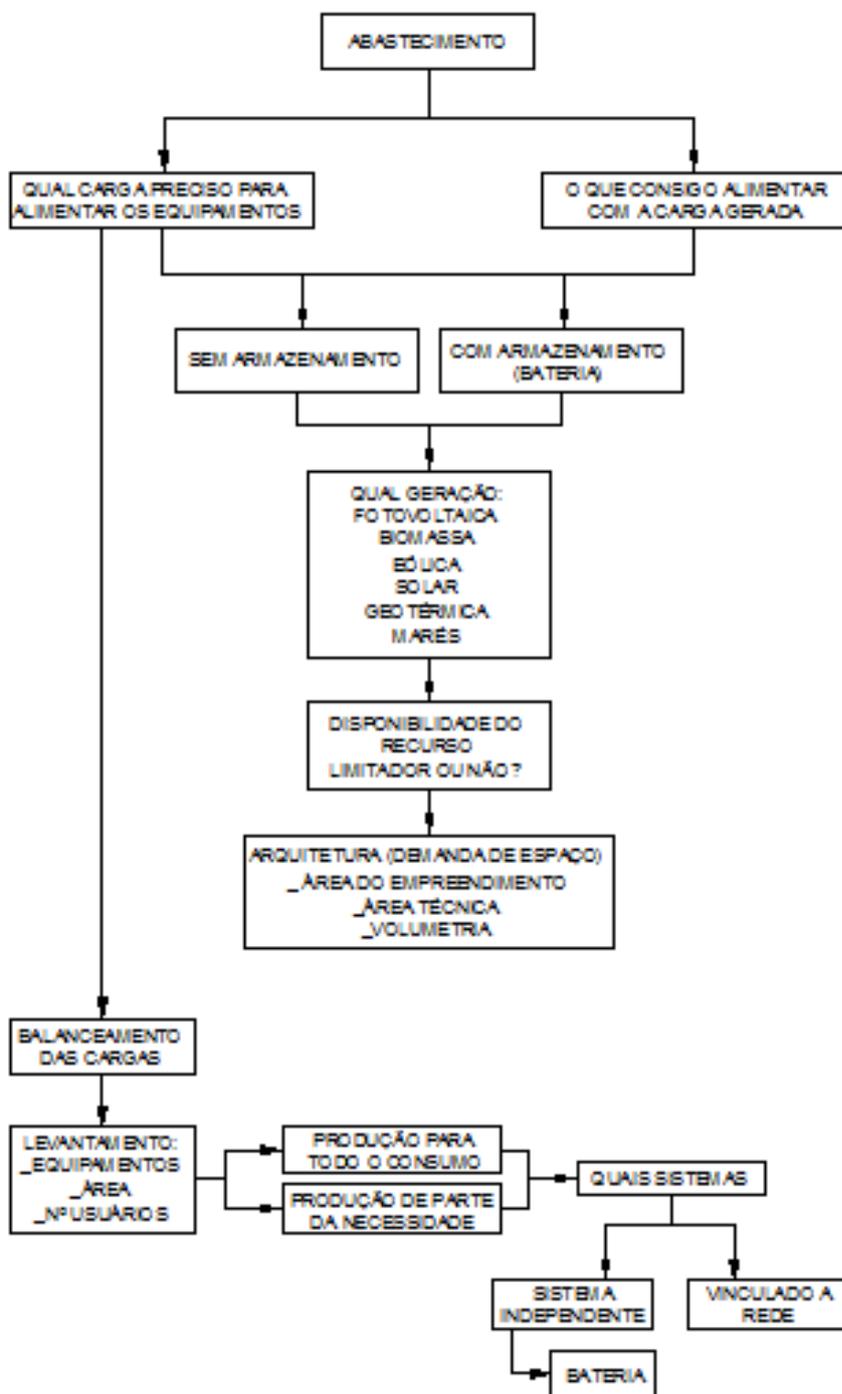
DADOS GERAIS DA EDIFICAÇÃO

1. Tipologia da edificação	
2. Localização	
3. Volumetria	
4. Orientação	
5. Ventos	
6. Legislação	
7. Abastecimento	
8. Metragem construída (m ²)	
9. Número de usuários	
10. Padrão construtivo	
11. Patrocinador do projeto	

Continuando, o fluxograma abaixo apresenta qual caminho seguir a partir de dois questionamentos determinantes para a tomada de decisão:

1. Se a carga gerada será independente da necessária para o funcionamento da edificação, assim não será autossuficiente energeticamente, ainda necessitando da energia disponível pela concessionária, apenas complementar com uma carga x gerada.
2. Outra possibilidade é levantar qual a necessidade energética da edificação e produzir o total necessário, não necessitando de complementação da concessionária, sendo autossuficiente energeticamente.

Dando então seguimento para a opção escolhida avaliando se terá ou não o armazenamento da energia gerada ou se já será consumida em seguida. Qual a fonte de geração será escolhida, levando em consideração a disponibilidade do recurso, a área construída do empreendimento, a disponibilidade de área técnica para implementação e o impacto na volumetria.

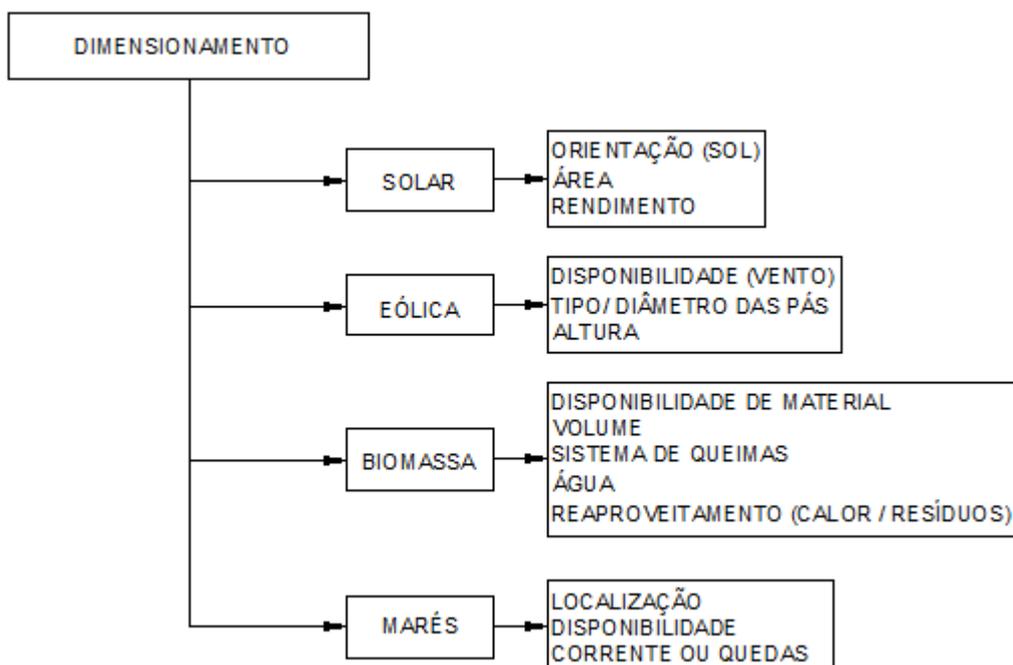


Na tabela abaixo temos os principais equipamentos que consomem energia, podendo ser acrescentados de acordo com cada caso, devemos inserir informações do consumo energético e a forma de automação ou controle para minimizar este consumo final.

DEMANDA/ PRODUÇÃO DE ENERGIA

	ENERGIA	AUTOMAÇÃO/CONTROLE
Iluminação		
Equipamentos		
Climatização		
Aquecimento da água		
Elevador		

E por último as fontes geradoras de energia e a partir da sua escolha, quais os principais itens e variáveis a serem considerados para a implementação:



Para ilustrar melhor o objetivo da matriz, iremos exemplificar de forma genérica os itens da tabela acima para fundamentar melhor e tornar mais compreensível.

1. Tipologia da edificação: Residencial unifamiliar

2. Localização: Belo Horizonte/ MG

3. Volumetria: casa pré-fabricada de madeira

4. Orientação: Ver localização

5. Ventos: ver localização

6. Legislação: Prefeitura de Belo Horizonte

7. Certificação escolhida: não definido

8. Metragem Construída (m²): 210,00m²

9. Número de usuários: 6 pessoas

10. Abastecimento, dimensionamento e variáveis:

Aplicação: Projeto

Controle/ Integração: integração

Demanda/ carga: com armazenamento

Tipo de abastecimento: aquecimento solar

Dimensionamento: aquecimento de aproximadamente 9.000 litros/ mês (equivalente a um banho de 15min por pessoa durante um mês com chuveiro vazão média de 3,5 Litros por minuto)

Controle: automação

Investimento: R\$ 5.600,00

Retorno:

$R\$5.600,00(\text{custo total do sistema}) / 80,00(\text{ total economizado por mês}) = 70$ meses (número de meses para chegar no valor gasto).

$70 \text{ meses} / 12 \text{ meses (ano)} = \text{aproximadamente } 6 \text{ anos.}$

OBS: valores aproximados

9 CONCLUSÃO

Finalizando este trabalho conclui-se que o desenvolvimento sustentável sofre interferências econômicas e sociais. O Brasil um país em desenvolvimento caminha de forma lenta neste sentido se comparado a países desenvolvidos, mas aos poucos está assumindo a importância de se poupar e gerar energia renovável juntamente com a mudança de comportamento e entendimento dos usuários visando à abrangência plena da sustentabilidade.

A eficiência energética no ambiente construído constitui-se de condicionantes essenciais para iniciar e desenvolver o projeto, tais como: levantamentos físicos, legislação, volumetria, conforto, materiais construtivos, a escolha pela certificação dentre outros.

É necessário compreender as fontes geradoras de energia renovável e suas aplicações no ambiente construído como: a energia solar, eólica, biogás, biomassa, geotérmica e de marés. A necessidade de entender sua distribuição e integração com as concessionárias e uma das peças mais indispensáveis, o usuário, que em busca da economia de energia passa a monitorar e reduzir seu consumo com equipamentos eficientes, automação e sensores, alcançando uma nova mentalidade.

Cumpra-se então com o objetivo de levantar, explicar e auxiliar aos profissionais da área, como arquitetos, engenheiros dentre outros a entender o panorama da eficiência energética como aplicá-la no projeto, tornando este assunto mais claro e alcançável. Nortear em quais etapas torna-se aplicável a eficiência, despertando um novo olhar, agora mais claro e consciente da missão destes profissionais com sua responsabilidade de pensar em um mundo mais Como resultado deste estudo, foi desenvolvida uma planilha, como matriz de orientação visando decisões a serem consideradas para incorporar soluções de cogeração de energia no ambiente construído. Trata-se, portanto, de uma ferramenta para auxiliar o processo de projeto, visando orientar os profissionais da área da construção a adotarem no seu cotidiano a prática de sustentabilidade, minimizando os problemas hoje encontrados no processo para a aplicação da sustentabilidade.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando dar seguimento no assunto abordado, espera-se futuramente desenvolver outros trabalhos para testar a planilha em um estudo de caso para validação de sua aplicabilidade. Para reforçar que a sustentabilidade prova ser viável e rentável aos poucos desejada pelos usuários que com esse novo caminhar cada vez mais darão valor a este bem a energia.

REFERÊNCIAS

DICIONÁRIO DO AURÉLIO. Disponível em: <<http://www.dicionariodoaurelio.com/Eficiencia.html>>. Acesso em: 07 fev. 2014.

ESTADÃO. Economia e negócios. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/economia-geral,pouca-agua-e-consumo-recorde-de-energia-explicam-apagao,163226,0.htm>>. Acesso em 12 fev. 2014.

ELETOBRAS. Programa PROCEL. Disponível em: <<http://www.eletobras.com/elb/data/Pages/LUMIS0389BBA8PTBRIE.htm>>. Acesso em 26 fev.2014.

EDWARDS, Brian. Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2004.

PORTO, Marcio. O processo de projeto e a sustentabilidade na produção da arquitetura. São Paulo: Cris Corrêa Editorial Ltda., 2009.

KEELER, Marian. Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis. Tradução técnica: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2010.

GELLER, Howard Steven. Revolução energética: Políticas para um futuro sustentável. Rio de Janeiro: Relume Dumará, USAid, 2003.

SALUM, Luciano Jorge Barreto. Energia Eficaz. Belo Horizonte: CEMIG, 2005.

ROMÉRO, Marcelo de Andrade; REIS, Lineu Belico dos. Eficiência energética em edifícios. Barueri: Editora Manole Ltda., 2012.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento. São Paulo: Edusp, 2008.

ARQUITECTURA Y ECOSISTEMA. Disponível em: <<http://www.arquitecturayecosistema.com/estar-a-gusto-x-y/>>. Acesso em: 22 março 2014.

LAMBERTS, Roberto; Dutra, Luciano; Pereira, Fernando. Eficiência Energética na Arquitetura. São Paulo: PW, 1997.

SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. Disponível em : <<http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>>. Acesso em: 07 Abril 2014.

SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR. Disponível em: <<http://www.soletrol.com.br/educacional/comofunciona.php>>. Acesso em 07 Abril 2014.

PRODUÇÃO DE ENERGIA. Disponível em: <<http://www.engenhariae arquitetura.com.br/noticias/137/Cogeraçao-e-alternativa-viavel-para-edificacoes.aspx>>. Acesso em 08 Abril 2014.

SMART GRID. Disponível em :<<http://smartgridlight.com.br>>. Acesso em 14 Abril 2014.

CONTROLE DA LUZ. Disponível em: <<http://www.lighting.philips.com.br/> >. Acesso em 15 Abril 2014.

ATLAS EÓLICO CEMIG. Disponível em:< http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/atlas%20eolico%20MG.pdf>. Acesso em 20 Abril 2014.

FORNECIMENTO DE ENERGIA. Disponível em:<<http://www.eletrabras.com>>. Acesso em 29 Abril 2014.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2013. Rio de Janeiro: EPE, 2013

BIOMASSA. Disponível em <<http://energiasalternativas.webnode.com.pt/energias-renovaveis/biomassa/>>. Acesso em 04 Junho 2014.

TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA. Disponível em < <http://www.sapa-solar.com/portugal/fotovoltaicas/que-factores-influenciam-o-desempenho-da-tecnologia-fotovoltaica.html>>. Acesso em 09 junho 2014.

TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA. Disponível em <<http://e-lee.ist.utl.pt/realisations/EnergiesRenouvelables/FiliereSolaire/PanneauxPhotovoltaiques/Cellule/Technologie.htm>>. Acesso em 09 Junho 2014.

TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA. Disponível em <<http://www.portal-energia.com/principais-tipos-de-celulas-fotovoltaicas-constituintes-de-painéis-solares/>>. Acesso em 09 junho 2014.

ENERGIA GEOTÉRMICA. Disponível em
<<http://energiasalternativas.webnode.com.pt/energias-renovaveis/energia-geotermica/>>. Acesso em 09 junho 2014.

ENERGIA DAS MARÉS. Disponível em <
<http://www.brasilecola.com/geografia/energia-das-mares.htm>>. Acesso em 09 junho 2014.