

**INSTITUTO FEDERAL**  
Sertão Pernambucano  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO**  
**SERTÃO PERNAMBUCANO**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE FÍSICA**  
**CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

**JOSÉ RILDOMAR PEREIRA DE ALENCAR**

**A ENERGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: MELHORIA DE USO E REDUÇÃO DE**  
**CONSUMO A PARTIR DA PRODUÇÃO DE APOSTILA PARA O CURSO DE**  
**TECNICO EM EDIFICAÇÕES**

**SALGUEIRO**

**2019**

JOSÉ RILDOMAR PEREIRA DE ALENCAR

**A ENERGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: MELHORIA DE USO E REDUÇÃO DE  
CONSUMO A PARTIR DA PRODUÇÃO DE APOSTILA PARA O CURSO DE  
TECNICO EM EDIFICAÇÕES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a coordenação do curso de licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro, como requisito parcial à obtenção do título de licenciatura em Física.

Orientador(a): Prof. Getúlio E. R. Paiva

SALGUEIRO

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

A368 Alencar, José Rildomar Pereira de.

A energia na construção civil : melhoria de uso e redução de consumo a partir da produção de apostila para o curso de técnico em edificações / José Rildomar Pereira de Alencar. - Salgueiro, 2019.  
55 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, 2019.  
Orientação: Prof. Msc. Getúlio E. R. Paiva.

1. Física. 2. Construção Civil. 3. Energia-Consumo. 4. Material didático. I. Título.

CDD 530

---

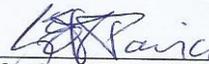
JOSÉ RILDOMAR PEREIRA DE ALENCAR

A ENERGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL MELHORIA DE USO E CONSUMO  
PRODUÇÃO DE APOSTILA PARA O CURSO DE TECNICO EM  
EDIFICAÇÕES

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado a Coordenação do curso  
de Licenciatura em Física do Instituto  
Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Sertão Pernambucano,  
campus Salgueiro, como requisito  
parcial à obtenção do título de  
graduado em licenciatura em física.

Aprovado em: 18/12/2019

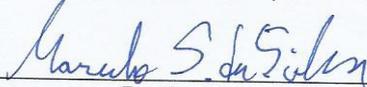
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Getúlio E. R. Paiva  
IF SERTÃO-PE/campus Salgueiro



Prof. Thiago Sette Santos  
IF SERTÃO-PE/campus Salgueiro-Edificações



Prof. Marcelo Souza da Silva  
IF SERTÃO-PE/campus Salgueiro

SALGUEIRO

2019

Dedicatória.

Dedico esse Trabalho a minha mãe.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, primeiramente, por ter me sustentado com vida, disposição e saúde para executar minhas atividades até o presente momento.

A minha família pelo apoio, base familiar e forças motivadoras para persistir na conquista profissional.

Ao Prof. Cicero Jailton, pela excelente orientação e colaboração, por ter me orientado e sugerido meios viáveis para elaboração deste trabalho.

Aos professores participantes da banca examinadora Getúlio E. R. Paiva, Thiago Sette Santos e Marcelo Souza da Silva, pelo tempo, pelas importantes colaborações e sugestões.

Aos colegas da turma, pelas reflexões, experiências compartilhadas, críticas, sugestões recebidas, laços de amizade e convivências que tivemos durante o curso

Aos professores da graduação pelo empenho e dedicação em executar suas tarefas com muito profissionalismo acadêmico e boa condução das atividades educacionais dentro da instituição.

A coordenação do curso de Licenciatura em Física, formada por profissionais competentes no âmbito da condução dos processos administrativos do curso e ágeis na elaboração de soluções para os problemas surgidos no cotidiano com procedimentos disciplinares da graduação.

Ao programa de bolsas de iniciação a docência (PIBID), do qual participei e desenvolvi várias atividades decentes e científicas que muito contribuíram na minha formação.

Aos diretores das escolas que estagiei e as professoras supervisoras dos meus estágios

A todos os funcionários do IF Sertão PE Campus Salgueiro, que contribuíram, direto e/ou indiretamente, com a minha formação acadêmica na instituição.

“É preciso tomarmos as atitudes corretas hoje, para amanhã não nos depararmos nos reclamando das consequências das atitudes erradas.”

José Rildomar

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo propor a redução no consumo de energia na Construção Civil com a produção de uma apostila atualizada intitulada “**a energia na Construção Civil: melhoria de uso e redução de consumo**” para ser utilizada pelos professores do curso de técnico em Edificações ministrado no IF Sertão-PE, Campus Salgueiro. Para tanto, realizou-se uma entrevista com docentes do referido curso para identificar a importância de um material didático com o tema em questão, e, em geral, as respostas foram centradas na relevância para o entendimento e aplicação prática pelos profissionais. Destaca-se que, o consumo de energia, nas últimas décadas, tem sido discutido em nível mundial com muita frequência por se tratar de um termo retirado da natureza e essencial a atividade humana, preocupando os indivíduos quanto à exposição ao risco de esgotamento das fontes não renováveis. Na construção civil, o consumo de energia inicia antes de se realizar as primeiras instalações nos canteiros de obras, uma vez que considera-se o gasto de energia desde a industrialização dos materiais utilizados na construção e transporte do material até os locais de aplicação. Nesse contexto, os mecanismos dos processos executivos das obras de construção civil precisam ser dinamizados para evitar gastos desnecessários de energia, sendo que após a conclusão das obras o uso destas precisa se adequar as condições naturais e ambientais da região. Como estratégia de sensibilizar os profissionais e as empresas, pesquisas são realizadas e apontam que a maior parte da energia elétrica consumida no Brasil é atribuída ao setor da construção civil, ressaltando o quanto é fundamental que os profissionais técnicos deste setor sejam cientes da necessidade de buscar materiais alternativos em que a fabricação e aplicação consumam menos energia, bem como inovações para a melhoria nos mecanismos de máquinas e trabalhadores na execução das obras. Dessa forma, o conteúdo proposto neste trabalho aborda a energia e seus aspectos históricos e socioeconômicos, considerando as fontes presentes na natureza, produção, transporte e consumo. Ademais, trata dos processos executivos da construção civil, nos quais pode-se utilizar de conceitos técnicos da física para diminuir esforços mecânicos e reduzir o consumo energético. A apostila pode ser utilizada pelo professor como complemento de uma das disciplinas técnicas do curso e/ou servir de base para uma nova disciplina na grade curricular.

**Palavras-chave:** Construção Civil. Energia-Consumo. Apostila.

## ABSTRACT

This paper aims to propose the reduction of energy consumption in Civil Construction with the production of an updated booklet entitled "Energy in Civil Construction: use improvement and consumption reduction" to be used by the teachers of the Technician in Buildings taught at IF Sertão-PE, Campus Salgueiro. To this end, an interview was conducted with teachers of the referred course to identify the importance of a didactic material with the subject in question, and, in general, the answers were focused on relevance for the understanding and practical application by professionals. It is noteworthy that the energy consumption in the last decades has been discussed worldwide very often because it is a term taken from nature and essential to human activity, worrying individuals about the exposure to the risk of depletion of sources. not renewable. In civil construction, energy consumption starts before the first installation on the construction site, since energy consumption is considered from the industrialization of the materials used in the construction and transport of the material to the application sites. In this context, the mechanisms of the executive processes of the construction works need to be streamlined to avoid unnecessary energy expenditures, and after the completion of the works their use needs to be adapted to the natural and environmental conditions of the region. As a strategy of sensitizing professionals and companies, research is conducted and shows that most of the electricity consumed in Brazil is attributed to the construction sector, highlighting how essential it is that technical professionals in this sector are aware of the need to seek alternative materials in which manufacturing and application consume less energy, as well as innovations for the improvement of machinery and worker mechanisms in the execution of works. Thus, the content proposed in this paper addresses energy and its historical and socioeconomic aspects, considering the sources present in nature, production, transportation and consumption. In addition, it deals with the executive processes of civil construction, in which technical concepts of physics can be used to reduce mechanical efforts and reduce energy consumption. The workbook can be used by the teacher as a complement to one of the technical subjects of the and / or as a basis for a new subject in the curriculum.

**Keywords:** Construction. Energy-Consumption. handout

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Alteridade-a-matéria prima do bem estar no pensar a cidade.....	16
Figura 2- Ciclo da energia na terra.....	18
Figura 3- Hidrelétrica de Belo Monte.....	19
Figura 4- Parque eólico.....	20
Figura 5- Plataforma de Petróleo.....	21
Figura 6- Geração de energia elétrica.....	26
Figura 7- Geração de energia solar ou fotovoltaica.....	27
Figura 8- Linhas de transmissão.....	28
Figura 9- Subestação elétrica.....	29
Figura 10- Transformador de baixar tensão de corrente.....	29
Figura 11- Processos da energia da produção até o consumo.....	30
Figura 12- Corrente contínua.....	31
Figura 13- Corrente Alternada.....	32
Figura 14- Revestimento deteriorado.....	35
Figura 15- Aplicação de Força Inclinação.....	41
Figura 16- A componente da força Inclinação que realiza Trabalho.....	41
Figura 17- Deslocamento na Vertical para baixo.....	42
Figura 18- Deslocamento na vertical para cima.....	43
Figura 19 - Casas sem recuo.....	45
Figura 20 - Planta baixa de uma casa projetada com recuos.....	46
Figura 21- Planta baixa de uma casa projetada sem recuos.....	46
Figura 22- Ação dos beirais em relação aos ventos.....	47
Figura 23 - Ação dos beirais em relação aos raios solares.....	48
Figura 24 - Planta de instalações elétrica.....	49

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 Consumo de energia no Brasil em relação as fontes energéticas...24

Gráfico 2 Consumo de energia no mundo em relação as fontes energéticas...25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Peculiaridade das fontes energéticas.....	22
<b>Tabela 2</b> – Fontes energéticas com o mesmo tipo de transformação de energia. 25	
<b>Tabela 3</b> – Dimensionamento de condicionadores de ar .....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
SI	Sistema Internacional
CC	Corrente Contínua
CA	Corrente Alternada
BTU	Unidade Térmica Britânica
EV	Expansão vertical
EH	Expansão horizontal

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	14
2 - A ENERGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: MELHORIA DE USO E REDUÇÃO DE CONSUMO.....	15
2.1 - FONTES DE ENERGIA.....	18
2.2- VIABILIDADE DAS FONTES ENERGÉTICAS E PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	21
2.3 -ENERGIA ELÉTRICA: EXTRAÇÃO, TRANSFORMAÇÃO, ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE.....	25
2.4 - ENERGIA SOLAR OU FOTOVOLTAICA.....	27
2.5 - CAMINHO PERCORRIDO PELA ENERGIA ELÉTRICA DESDE A PRODUÇÃO ATÉ O DESTINO DE USO.....	28
2.6 - A CORRENTE ELÉTRICA.....	30
3- ETAPAS E MODALIDADES DA CONSTRUÇÃO CIVIL E O CONSUMO DE ENERGIA.....	33
3.1- AS REFORMAS PRECOSES E O IMPACTO NO CONSUMO DE ENERGIA.....	34
3.2 A EXPANSÃO VERTICAL DAS CIDADES E O CONSUMO DE ENERGIA.....	37
3.3- AS EDIFICAÇÕES SEM RECUO E O IMPACTO NO CONSUMO DE ENERGIA.....	45
4- CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

## 1- INTRODUÇÃO

Este trabalho terá como objetivo propor Uma Redução no consumo de energia na Construção Civil e auxiliar os professores do curso **Técnico em Edificações** de nível médio, oferecido no Instituto Federal de Pernambuco, Campus Salgueiro. Apesar de o tema abordado neste instrumento ser de grande relevância socioeconômica em todo o mundo, procurou-se simplificar ao máximo a linguagem utilizada, a fim de evitar complicações relacionadas aos termos científicos que são poucos conhecidos no ensino básico.

Na instituição para a qual este trabalho está direcionado, existe o curso **Técnico em Edificações**, na modalidade médio-integrado e na modalidade PROEJA e subsequente, em que há o ensino de jovens e adultos que ficaram distante do sistema escolar por muito tempo. Ressalta-se que, existindo o interesse por parte dos professores, este trabalho pode ser reproduzido e utilizado em sala de aula.

A fundamentação desse trabalho partiu de uma entrevista realizada com os professores do curso de técnico em edificações do IF, Campus Salgueiro, para compreender a necessidade e importância do material didático com o tema “a Energia na construção Civil” para ser utilizada como complemento em uma das disciplinas técnicas do curso, e em geral, as respostas representaram a significância do projeto.

O consumo da energia nos últimos tempos tem sido discutido em nível mundial com muita frequência por se tratar de uma temática essencial a atividade humana. Na construção civil, o consumo de energia começa bem antes de se concretizar as primeiras instalações nos canteiros de obras, uma vez que a industrialização de materiais utilizados em construção e o transporte do material até o local de aplicação consomem energia de modo considerável. Diante disso, percebe-se que os mecanismos dos processos executivos das obras de construção Civil precisam ser dinamizados para reduzir os gastos desnecessários de energia, sendo que após construídas as edificações, o uso destas terá que se adequar as condições naturais e ambientais da região para evitar desperdícios de energia.

Segundo (ABREU, 2012; MEDEIROS, 2009) em torno de 50% da energia elétrica consumida no Brasil é atribuída ao setor da construção civil, expressando o quão é fundamental que os profissionais formados nas áreas técnicas deste

setor sejam sensibilizados para buscar inovações técnicas, como melhoria no mecanismo de máquinas e trabalhadores na execução das obras, bem como optar por materiais de construção alternativos cuja fabricação e aplicação consumam menos energia.

## **2 - A ENERGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: MELHORIA DE USO E REDUÇÃO CONSUMO**

A construção civil deveria ter como fundamento a OTIMIZAÇÃO do consumo de energia no processo de produção, execução e manutenção pós-obra] Na execução das obras, é possível a otimização do consumo de energia escolhendo materiais alternativos cujo processo de fabricação e transporte consuma menos energia, não empregando materiais advindo de longas distancias, dinamizando o funcionamento no canteiro de obra em relação as maquinas utilizadas. Além disso, na utilização das edificações é provável a redução do consumo de energia elétrica a partir da adequação aos recursos naturais espontâneos, tais como: a luz natural nos ambientes internos e o vento natural circulando em todos os cômodos.

Vai-se primeiramente tentar deixar claro o que de fato é a energia, citar suas fontes e seus mecanismos físicos, e depois associá-la à construção civil, Assim como o vento que não é possível visualizar e só é perceptível por suas ações, a energia não é algo visual. Dessa maneira, para entender o que é energia é necessário a observação do funcionamento de todos os objetos, máquinas e pessoas, e para tudo que tem movimento. Seja esse movimento causado por ações mecânicas, elétricas ou químicas, certamente existe energia envolvida.

O termo “energia” deriva do grego e significa “trabalho”. Quando o indivíduo consegue entender um trabalho realizado por uma força, facilita a compreensão do que significa energia. Na física, a energia está associada a capacidade de ação que um corpo possui em realizar trabalho para seu próprio movimento ou de corpos vizinhos.

Corpos que possuem energia armazenada podem ceder parte de sua energia para outros corpos, mas não podem criar energia a partir do nada. A energia obtida por eles veio de outros corpos, através de processos de equilíbrios naturais (princípio de conservação da energia). A energia em diversas formas, ou tipos, como na forma potencial, por exemplo. A soma de *energia potencial* com a

*energia cinética* nos dá a *energia mecânica*. As águas de uma barragem possuem *energia potencial* que se transforma em *energia cinética* que gira as turbinas de uma hidrelétrica. A *energia química* armazenada nos combustíveis fósseis, também chamada de *energia potencial*, se converte em *energia cinética* ao se queimar os combustíveis, formando a combustão que movimenta os motores, por exemplo.

Nas transferências ou transformações de energia existem muitas perdas, o desperdício nesses processos se dá pelas imperfeições dos sistemas, nos quais se submete a energia que não consegue aproveitar cem por cento dessa para o objetivo desejado, tal problema se agrava pelo fato da energia desperdiçada além de gerar prejuízo nos custos vai para o meio ambiente em forma de poluição. Na imagem a seguir, pode-se perceber grandes quantidades de fumaça sendo liberadas de fábricas e menores quantidades saindo do escapamento dos carros. A fumaça é parte da energia contida no combustível submetido a queima para movimentar os motores dos carros e aquecer os fornos das fábricas, a qual se perde para a atmosfera e se transforma em poluição.

Figura 1 alteridade-a-matéria prima do bem estar no pensar a cidade



Disponível em: <https://domtotal.com/noticia/1177894/2017/09/alteridade-a-materia-prima-do-bem-estar-no-pensar-a-cidade/> acesso em 25/07/2019

A energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada ou transferida.

A energia mecânica de um sistema é a soma de todas as energias cinética e potencial desse sistema

O princípio geral da conservação de energia diz que a energia total de um sistema isolado é sempre constante. Quando mencionamos a palavra, **isolado**, estamos querendo dizer que o sistema não interage com outros sistemas, pois interações entre sistemas costumam ser efetuadas por meio de troca de energia entre eles. (SILVA, 2019).

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/principio-conservacao-energia-mecanica.htm>. Acesso em 07 de novembro de 2019.

Matematicamente fica:

$$E = E_{C1} + E_{P1} = E_{C2} + E_{P2} = \text{constante}$$

E - energia mecânica

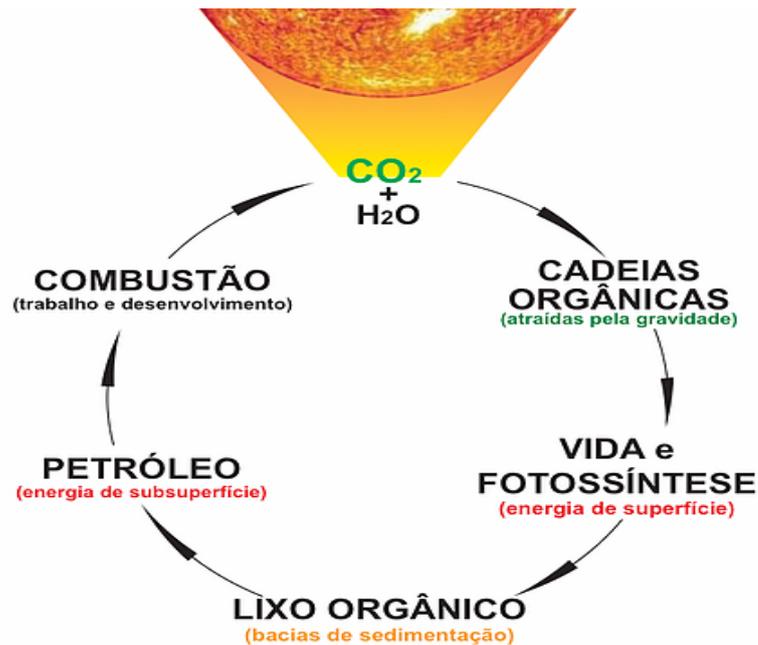
$E_C$  - energia cinética

$E_P$  - energia potencial

A transformação ocorre quando um tipo de energia se transforma em outro, como é o exemplo da *energia cinética* nas turbinas que é transformada em *energia elétrica* nos cabos condutores. Já a transferência acontece quando um corpo é energizado por outro, como por exemplo a energia que é transferida de uma placa fotovoltaica para uma bateria através de cabos condutores.

Com a ideia de que nada se cria e nada se perde, tudo se transforma ou se transfere, é possível pensar em produtos e objetos de características diferentes, porém com a mesma equivalência da coisa original da qual se transformou. Para melhor compreensão, pode-se imaginar um indivíduo gritando e durante um pequeno intervalo de tempo escuta-se o som desse grito, no entanto, após instantes não é possível ouvir mais, tal situação não quer dizer que o grito se acabou, mas que a energia sonora foi transformada em outros tipos de energia, como na energia mecânica, por exemplo, e pode até voltar a gerar energia sonora novamente. Dessa maneira, podemos imaginar a energia formando um ciclo, na imagem a seguir está esquematizado um ciclo da energia na terra em seus aspectos gerais.

Figura 2 ciclo da energia na terra



Disponível em: <https://www.petroleoeecologia.com.br/ciclo-da-energia-na-terra> acesso em 25/07/2019

## 2.1- FONTES DE ENERGIA

Embora existam as chamadas fontes energéticas, não se pode dizer que são estas fontes que criam, de fato, a energia. A energia produzida por tais fontes é obtida em processos de transformação ou transferência. Na hidrelétrica, por exemplo, a energia não é criada no momento em que a água gira as turbinas, na verdade, essa energia já existia na água armazenada na forma potencial. Na imagem a seguir, observa-se ao lado esquerdo a água armazenada em um nível com maior elevação quando comparado com a situação do lado direito, contendo energia potencial devido a altura existente entre a posição de armazenamento e a posição onde esta vai cair do lado direito.

Figura 3 Hidrelétrica de Belo Monte.



Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Usina\\_Hidrel%C3%A9trica\\_de\\_Belo\\_Monte](https://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_Hidrel%C3%A9trica_de_Belo_Monte) acesso em 25/07/2019

O aumento da população humana e o desenvolvimento tecnológico ao longo do tempo implicaram no aumento do consumo de energia e, com isso, surgiu a necessidade de se obter mais fontes energéticas, além de se explorar cada vez mais as já existentes. Cientificamente, pode-se classificar as fontes de energia em **fontes primárias** e **fontes secundárias**. As fontes primárias são conjuntos naturais encontrados em diversos locais do universo, dos quais pode-se extrair energia. São elas: **Fósseis, Petróleo, Gás natural, Água, Vento e o Sol**. As **fontes secundárias** são produtos obtidos das fontes primárias, prontos para alimentar os variados sistemas que são dependentes de energia. São elas: **Gás, Gasolina, Diesel, eletricidade** e outros derivados.

Ainda é possível classificar as fontes de energias como **renováveis** e **não renováveis**. **Fontes renováveis** são consideradas aquelas que não se esgotam na natureza com a exploração porque se recompõem continuamente, são exemplo deste tipo de fonte a *radiação solar*, os *ventos*, *águas* e as *marés*, entre outras. Os ventos presentes em quase todos os lugares do planeta, com maior intensidade em locais de longos planos sem obstrução, são um exemplo de fonte renovável que nunca se esgotará no planeta.

A imagem a seguir representa um parque eólico, em que as torres são posicionadas de modo a receberem o máximo de impacto das correntes de vento e as turbinas serem giradas com a máxima velocidade possível.

Figura 4 Parque eólico



Disponível em:

<https://www.folhape.com.br/economia/economia/economia/2018/03/11/NWS,61506,10,550,ECONOMIA> energia eólica gerada em Pernambuco. Acesso em: 25/07/2019

**Fontes não renováveis**, por serem fontes que dependem de milhares de anos pra se recomporem, vão se esgotando na natureza a medida que são exploradas. Como exemplo destas fontes tem-se o *Gás natural*, o *Carvão natural* e o *Petróleo*, sendo este último o de maior destaque. Começou a ser explorado por volta de 1930 na Venezuela e no mar do golfo no México

A Royal DutchShell Group, de capital anglo-holandesa e apoiada pelo governo britânico, expandiu-se rapidamente no início do século XX, e passou a controlar a maior parte das reservas conhecidas do Oriente Médio, mais tarde, a empresa passou a investir na Califórnia e no México, e entrou na Venezuela

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ" LEB 244 – RECURSOS ENERGÉTICOS E AMBIENTE, PÁGINA 6, PIRACICABA, 2013

Disponível em:

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2599294/mod\\_resource/content/1/Petroleo.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2599294/mod_resource/content/1/Petroleo.pdf) acesso em 05/08/201

Cada país extrai respeitando suas fronteiras marítimas nacionais. Esta fonte de energia formada por restos de animais e vegetais marinhos unicelulares, a mistura que a forma possui, quimicamente, os seguintes elementos: hidrocarboneto, enxofre, nitrogênio e oxigênio que resultam em um líquido escuro.

O Petróleo é uma substância viscosa, mais leve que a água, composta por grandes quantidades de Carbono e Hidrogênio (hidrocarboneto) e quantidades bem menores de Oxigênio, Nitrogênio e Enxofre. A natureza complexa do Petróleo é resultado de mais de 1200 combinações diferentes de hidrocarbonetos. USBERCO, João & SALVADOR, Edgard. Química - Química Orgânica (Volume 3), páginas 159 a 163. São Paulo; Editora Saraiva, disponível em [http://www.ursula.com.br/arquivos/arquivo\\_1368710553.pdf](http://www.ursula.com.br/arquivos/arquivo_1368710553.pdf)

Figura 5 - Plataforma de Petróleo



Disponível em:

<https://www.google.com/search?q=imagem+de+plataforma+de+petróleo&tbm=isch&source=hp&sa=X&ved=2ahUK> acesso em 25/07/2019

No Brasil, tem-se, atualmente, as seguintes fontes principais de energia: *energia hidroelétrica, petróleo, carvão mineral* e os *biocombustíveis*. Além destas, existem outras com menor utilização, como é o caso do *gás natural* e a *energia nuclear (Urânio)*. Atualmente, observa-se uma expansão da energia eólica no nordeste brasileiro com destaque para os estados de Rio Grande do Norte e Pernambuco.

Nos últimos anos, surgiu, também, a tentativa de se viabilizar a exploração da energia solar em algumas regiões ensolaradas, porém, mesmo sendo abundante nas áreas de grande incidência dos raios solares, existe um grande obstáculo para se tornar viável o uso da energia solar, sendo tal desafio centrado no preço elevado dos materiais e da mão de obra especializada.

## **2.2 -VIABILIDADE DAS FONTES ENERGÉTICAS E PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

As diversas fontes de energia encontradas na natureza têm suas explorações consideradas viáveis em cada região, estado ou país, conforme condições geográficas, políticas e sócio econômicas do lugar. Antes de explorar uma determinada fonte energética, as condições ambientais do local e os riscos

que podem ser causados ao meio ambiente contam muito na decisão de explorá-la ou não. A seguir, na tabela 1, veremos aspectos peculiares de cada fonte:

**Tabela 1** – Peculiaridade das fontes energéticas

<b>Fonte energética</b>	<b>desvantagem</b>	<b>vantagem</b>
Energia das marés	Essa energia depende de avanços tecnológicos ainda não disponíveis para que seu uso seja viabilizado economicamente.	É uma fonte de energia limpa, pois quase não agride o meio ambiente.
Biomassa	Sua produção pode impactar os recursos hídricos em decorrência da demanda por água. Pode provocar também a expansão do desmatamento para ampliação da agricultura.	A exploração e uso dessa fonte são pouco poluentes, e seus recursos são considerados renováveis.
Energia hidrelétrica	Provoca danos ambientais ao causar impactos a biodiversidades e desapropria populações residentes no local pelo alagamento das barragens, fazendo desaparecer até cidades.	Fonte limpa, com geração de energia a baixo custo, grande potencial em armazenamento e é uma fonte renovável.
Energia solar	A tecnologia ainda está avançando no que diz respeito à fabricação de materiais fotovoltaicos e os custos ainda são bastante elevados, razão pela qual este tipo de fonte ainda não é tão viável.	É uma fonte de energia limpa, encontrada em abundância na natureza e apresenta bom custo-benefício.

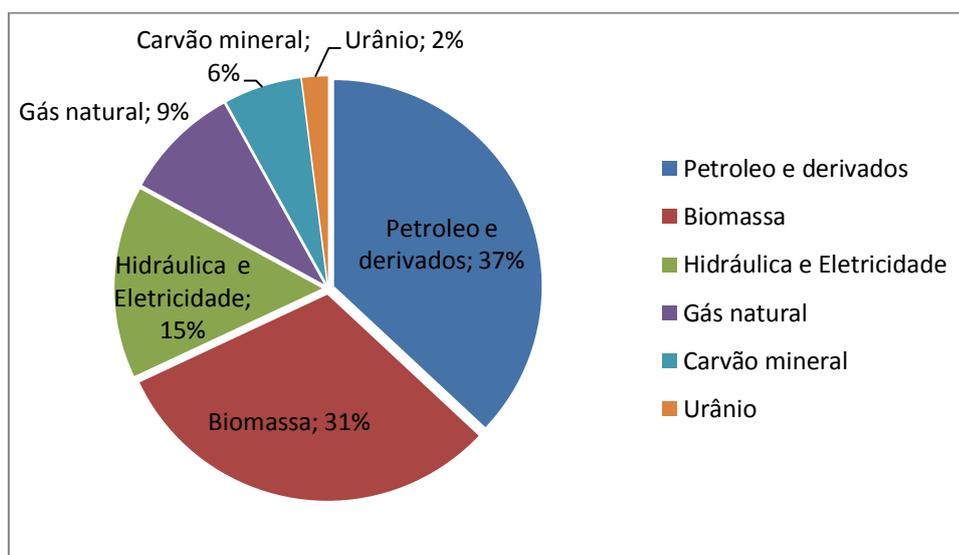
Energia eólica	A instalação de aerogeradores eólicos provoca modificação na paisagem e prejudica a rota migratória de aves. A manutenção se torna cara por conta da altura elevada dos aerogeradores. O seu funcionamento causa ruídos, podendo ser prejudicial a pessoas e animais por depender dos ventos e não funciona em regiões cercadas por montanhas.	É uma fonte limpa por não emitir gases poluentes a atmosfera.
Combustíveis fósseis	O uso intenso dessa fonte de energia tem provocado altas reduções dos reservatórios e isso a torna uma fonte não renovável. A queima desses combustíveis libera gases poluentes prejudiciais à camada de ozônio e à intensificação do aquecimento global.	Possui alta eficiência energética, por liberar grandes quantidades de energia através da queima. É de fácil localização na natureza, e de fácil extração e processamento. Por isso, são mais baratos do que as fontes alternativas de energia.
Energia nuclear	Tem um custo muito elevado em relação às outras fontes, o processamento gera alto grau de riscos de acidentes nucleares.	A produção dessa energia não libera gases de efeito estufa e não é alterada pelas diferenças climáticas das regiões, o que de fato viabiliza seu uso.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (epe) disponível em:

<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia#TOPO> acesso em 05/08/2019

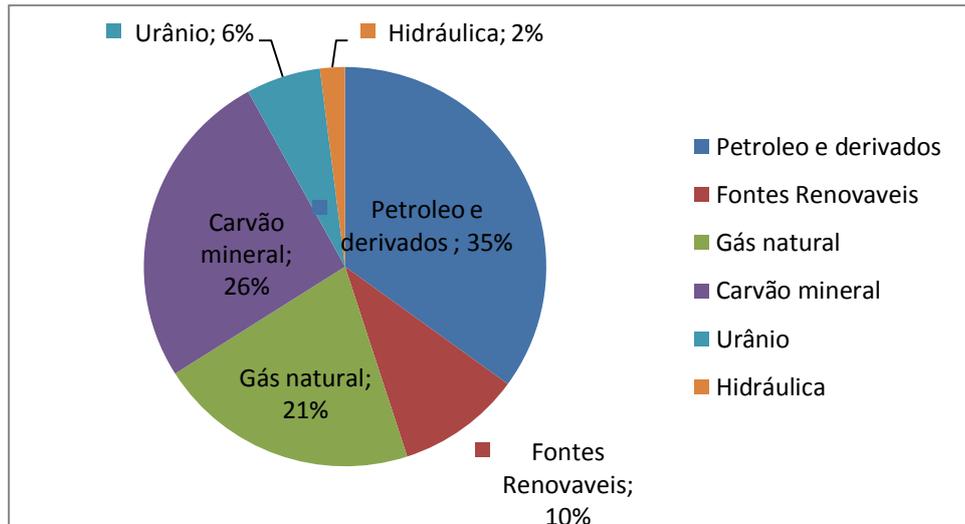
O mapeamento do consumo de energia no Brasil, com relação aos tipos de fontes energéticas, se mostra em uma distribuição diferente da distribuição energética mundial, com disparidades mais acentuadas nas fontes de *Carvão mineral* e *Hidráulico*. Os gráficos a seguir mostram uma distribuição do consumo de energia a nível brasileiro e a nível mundial em relação as fontes energéticas encontradas no planeta.

**Gráfico 1** – Consumo de energia no Brasil em relação as fontes energéticas.



Fonte: O FATOR ENERGIA NA CONSTRUÇÃO MARIANGELA DE MOURA ANA LUCIA TORRES SEROA DA MOTTA (UFF) disponível em <http://www.inovarse.org/filebrowser/download/15525>

**Gráfico 2** – Consumo de energia no mundo em relação as fontes energéticas.



Fonte: O FATOR ENERGIA NA CONSTRUÇÃO MARIANGELA DE MOURA ANA LUCIA TORRES SEROA DA MOTTA (UFF) disponível em <http://www.inovarse.org/filebrowser/download/15525>

### 2.3 - ENERGIA ELÉTRICA EXTRAÇÃO, TRANSFORMAÇÃO, ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE

A produção de energia elétrica ocorre com a retirada da energia primária da natureza, sendo que está passando por um processo de transformação e é transportada para o destino de uso, podendo ser armazenada em quantidades diferentes e em etapas diferentes do processamento, a depender do tipo de fonte. Na maioria das fontes renováveis de energia, o processo de extração da natureza e de armazenagem é diferente, porém, o de transformação é o mesmo, com exceção da energia solar. Na tabela 2 abaixo apresenta-se a correlação das fontes que tem o mesmo tipo de transformação.

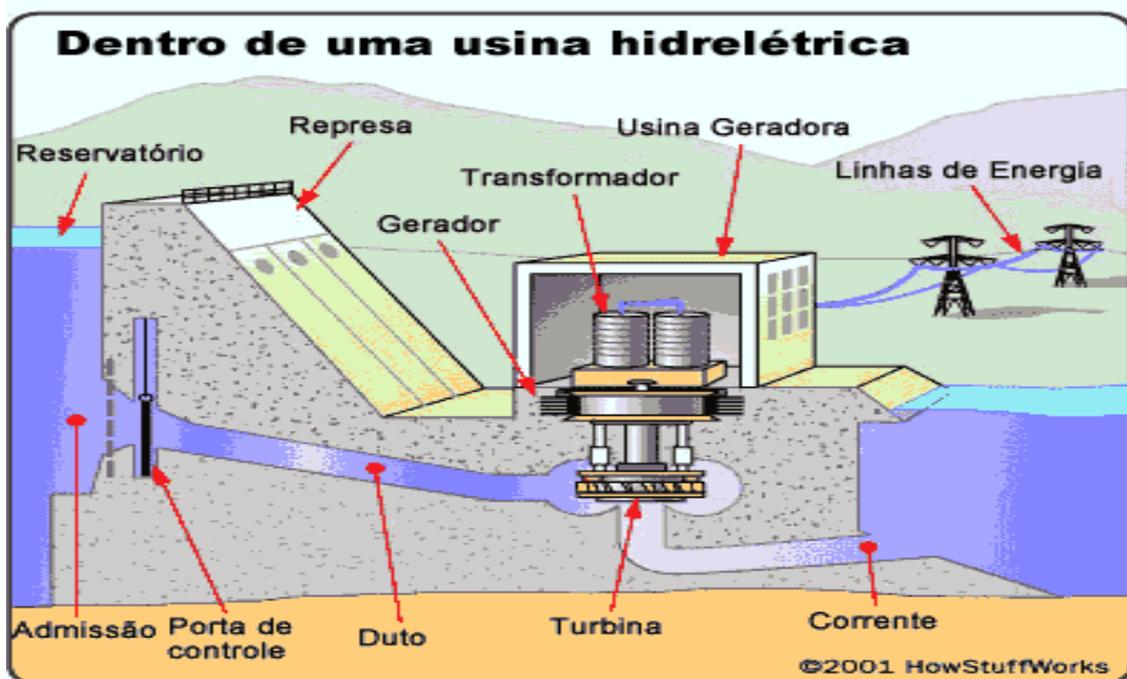
Tabela 2 Fontes energéticas com o mesmo tipo de transformação de energia

Fonte	Processo de extração da natureza	Processo de transformação	Período de armazenagem	transporte
Hidrelétrica	Força da água	Energia mecânica em energia elétrica	Nas barragens antes da transformação (produção)	Por cabos condutores de eletricidade
Eólica	Força dos ventos	Energia mecânica em energia elétrica	Não tem armazenamento definido	Por cabos condutores de eletricidade
Energia solar	Força das ondas eletromagnéticas	Energia elétrica	Não tem armazenamento	Por cabos condutores de eletricidade

das maré	marés	mecânica em energia elétrica	armazenamento definido	condutores de eletricidade
Energia térmica	Força do calor	Energia mecânica em energia elétrica	Na usina termelétrica antes da transformação (produção)	Por cabos condutores de eletricidade

A imagem a seguir mostra o conjunto esquemático de geração de energia de uma hidrelétrica.

Figura 6 - Geração de energia elétrica



Disponível em: <https://azeheb.com.br/blog/como-e-gerada-a-energia-hidreletrica/> acesso em 16/08/2019

No esquema de geração de energia em uma usina hidrelétrica mostrado na imagem, os elementos Turbina, Gerador e Transformador, tem o mesmo funcionamento correspondente nas usinas das outras fontes da tabela 2, o que difere no processamento de geração de energia na usina de cada uma das fontes citadas na referida tabela é a força motriz que gira a turbina, na energia Eólica por exemplo, esta força vem do vento.

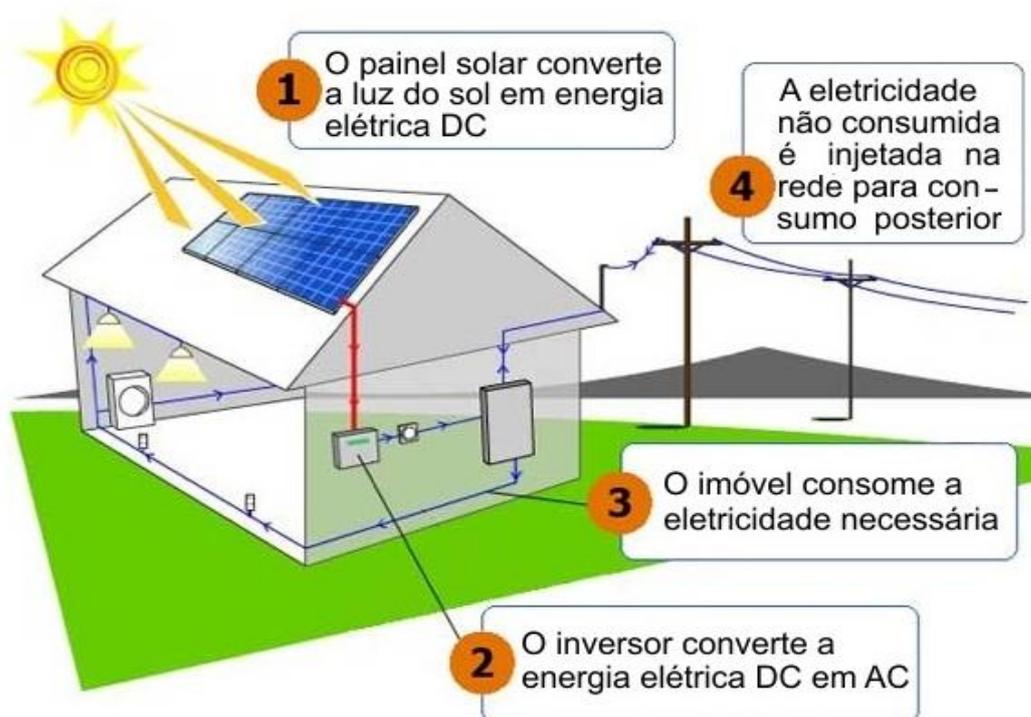
Para os processos da eletricidade pode-se afirmar que a energia não é encontrada na natureza em forma elétrica, assim como não é armazenada e nem consumida na forma elétrica. A eletricidade está atrelada ao transporte da energia que é a melhor forma encontrada para conduzir a energia por longas distâncias.

A transformação de energia mecânica em elétrica é iniciada quando os processos atrelados à elementos naturais como: vento, água e calor, movimentam uma turbina no qual está acoplado um rotor com dínamo que pela rotação gera um campo magnético induzido por um ímã penetrando em uma bobina produzindo assim uma tensão nos seus terminais.]

## 2.4- ENERGIA SOLAR OU FOTOVOLTAICA

Essa fonte energética utiliza células fotovoltaicas que captam a energia da radiação solar. Os raios ultravioletas do Sol incidem nas placas solares, geralmente fabricadas de silício ou outro material semicondutor, as quais são expostas à radiação solar e a incidência sobre esses materiais gera a movimentação dos elétrons que são transportados para uma bateria produzindo uma diferença de potencial (ddp) e, conseqüentemente, uma corrente elétrica, conforme o esquema abaixo:

Figura 7 geração de energia solar ou fotovoltaica



Disponível em:

<https://portalrhema.com.br/index.php/news/ShowNews/14360?catid=3&pagetitle=Investimento%20em%20energia%20solar%20gera%20economia%20financeira%20e> acesso em 25/07/2019

No modelo esquemático acima é possível perceber que a energia fotovoltaica sai da bateria em corrente contínua(CC ou DC) e passa por um

inversor para ser convertida em corrente alternada (CA ou AC), tipo de corrente que alimenta os circuitos elétricos.

## **2.5- CAMINHO PERCORRIDO PELA ENERGIA ELÉTRICA DESDE A PRODUÇÃO ATÉ O DESTINO DE USO**

Depois de produzida, a energia elétrica vai para as cidades através das linhas e torres de transmissão de alta tensão.

Figura 8 - Linhas de transmissão



Disponível em: <http://revista.algomas.com/noticias/pe-entre-os-estados-com-linhas-de-transmissao-de-energia-eletrica-em-leilao-pela-aneel> acesso em 18/08/2019

Quando a eletricidade chega às cidades, ela passa pelos transformadores de tensão nas subestações, que diminuem a voltagem. A partir daí, a energia segue pela rede de distribuição, onde os cabos – NBR/NM 280 instalados nos postes conduzem a energia até os circuitos dos edifícios, prédios e casas. Para ser transportada a energia precisa passar por um transformador que eleva sua tensão a uma alta voltagem, isso se faz necessário para evitar percas no caminho que podem ser causadas por aquecimentos dos cabos condutores e fatores externos que possam interferir, ao passar pelas subestações a tensão é diminuída para uma voltagem compatível com os circuitos finais de maneira que seja consumida sem danificar condutores, aparelhos e/ou causar riscos as pessoas.

Figura 9 - Subestação elétrica



Disponível em: <http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2013/03/subestacao-eletrica-da-arena-pernambuco-ja-esta-pronta.html> acesso em 18/08/2019

Por fim, antes de chegar nas casas, a energia elétrica passa por transformadores de distribuição instalados nos postes, que baixam a tensão para 110 ou 220 volts.

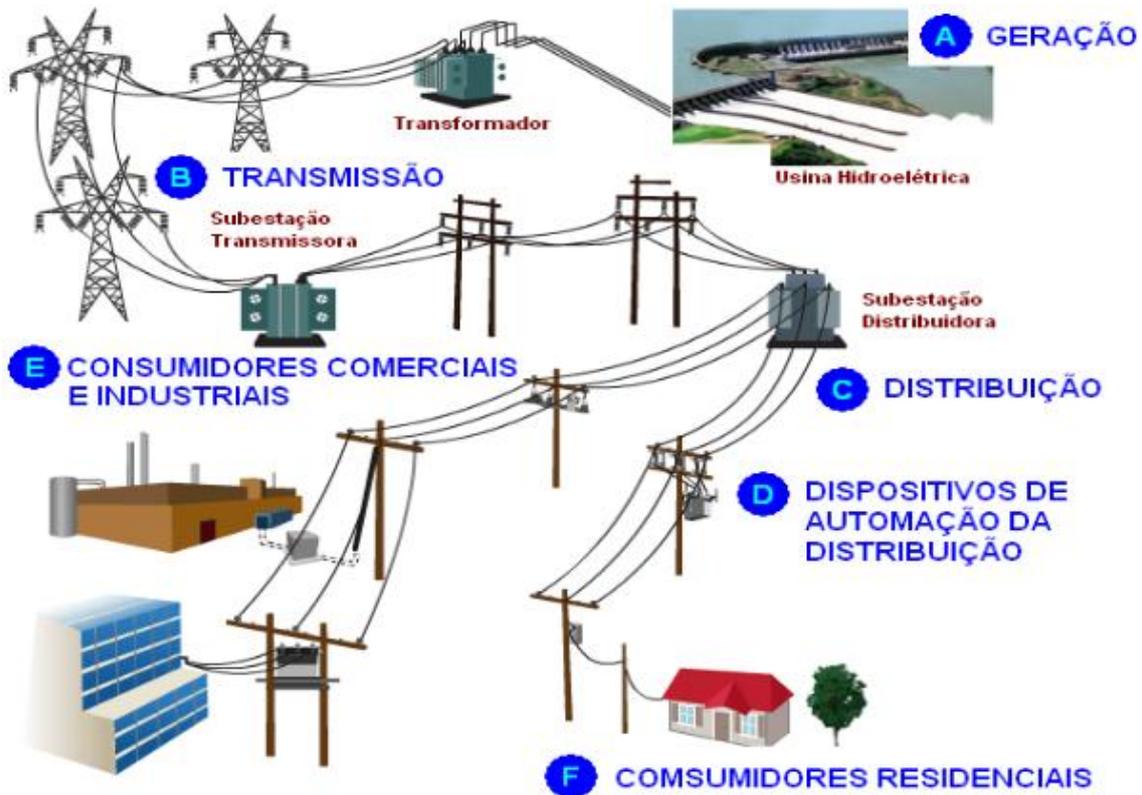
Figura 10 - Transformador de baixar tensão de corrente



<https://www.leonardo-energy.org.br/noticias/transformadores-eficientes-sao-indispensaveis-na-distribuicao-de-energia-eletrica/> acesso em 18/08/2019

Na imagem a seguir, é apresentado um diagrama correlativo representando o caminho percorrido pela energia elétrica desde a usina de produção até o destino final de uso. Como não existe sistema perfeito, infere-se que há perdas de energia pelo caminho, quanto maior a distância entre a usina e a cidade a ser abastecida, certamente mais energia pode ser desperdiçada devido aos processos de transformação, aumento de tensão e diminuição de tensão pelos quais a corrente elétrica passa.

Figura 11 - Processos da energia da produção até o consumo



Disponível em:

<https://capacitacao.ead.unesp.br/conhecerc/h/bitstream/ana/214/1/Equipamentos%20EI%C3%A9tricos%20em%20Sub-esta%C3%A7%C3%B5es.pdf> acesso em 18/08/2019

## 2.6 - A CORRENTE ELÉTRICA

A Lei de Ohm: Ohm estabeleceu que a corrente em um circuito é diretamente proporcional a voltagem estabelecida através do circuito e inversamente proporcional a resistência do circuito. Em notação matemática temos:

$$\text{corrente} = \frac{\text{voltagem}}{\text{resistencia}}$$

OU:

$$\text{amperes} = \frac{\text{volts}}{\text{ohms}} \quad V = I \times R \quad I = \frac{R}{V} \quad R = \frac{V}{I}$$

Onde,

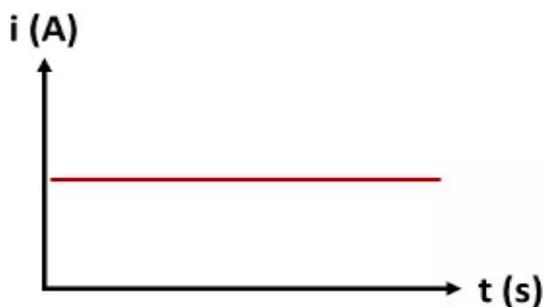
- V é a diferença de potencial elétrico (ou tensão, ou ddp) medida em volt (V);

- $I$  é a intensidade da corrente elétrica medida em ampère (A);
- $R$  é a medida da resistência elétrica em ohm ( $\Omega$ ).

### Corrente contínua (CC):

Na corrente contínua, o fluxo de carga se transporta em um único sentido do circuito. Uma bateria, por exemplo, produz uma corrente contínua porque cada terminal dessa bateria tem sempre o mesmo sinal, o terminal positivo é sempre positivo e o negativo é sempre negativo, sendo que os elétrons se movem sempre do terminal negativo que os repelem para o terminal positivo que os atrai:

Figura 12 corrente contínua



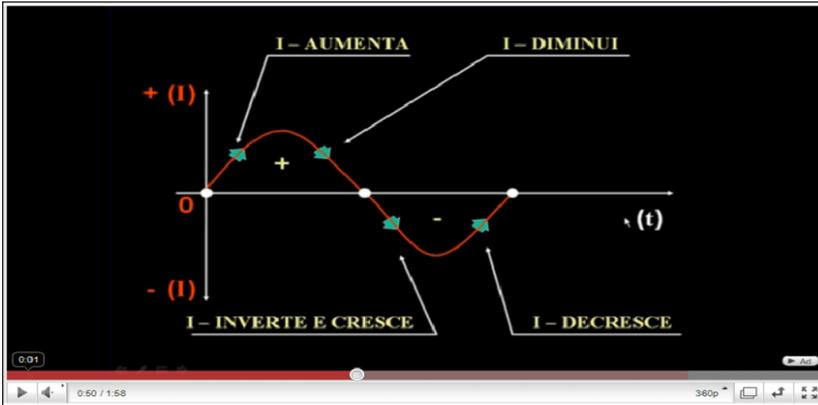
Disponível em: [https://www.kuadro.com.br/resumos-](https://www.kuadro.com.br/resumos-enem-vestibulares/fisica/eletrodinamica/corrente-eletrica?id=203&topicId=4040)

[enem-vestibulares/fisica/eletrodinamica/corrente-eletrica?id=203&topicId=4040](https://www.kuadro.com.br/resumos-enem-vestibulares/fisica/eletrodinamica/corrente-eletrica?id=203&topicId=4040) acesso em 18/08/2019

### Corrente alternada (CA):

Na corrente alternada os elétrons se movem no circuito primeiro em um sentido e depois no sentido oposto, oscilando em torno de posições fixas. Um exemplo dessa corrente é a energia transportada das hidrelétricas para as residências. No Brasil, a oscilação dessa corrente é de 60 ciclo por segundo, isso dá origem a uma corrente de 60 hertz.

Figura 13 Corrente Alternada



Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Video-instrucional-sobre-corrente-alternada\\_fig1\\_314471546](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Video-instrucional-sobre-corrente-alternada_fig1_314471546) acesso em 18/08/2019

### Potência elétrica

A potência elétrica é a rapidez com a qual se gasta energia. Ao ligar um motor elétrico durante um intervalo de tempo ele consumirá certa quantidade de energia, com isso, para conhecer a potência desse motor basta dividir a energia gasta pelo tempo que esse motor passou funcionando,  $P = \frac{\Delta E_n}{\Delta t}$  considerando que a energia é igual ao trabalho realizado pelo motor temos que:

$P = \frac{J}{s}$ , e o Joule dividido por segundo é chamado de “Watt” (W), Unidade de medida em homenagem a James Watt (1736-1819) engenheiro mecânico e matemático escocês que aperfeiçoou a máquina a vapor na Inglaterra

No circuito elétrico a tensão é a energia fornecida para cada carga então a energia é  $U \cdot \Delta Q$  e assim a potência elétrica fica  $P = \frac{U \Delta Q}{\Delta t}$ , mas a carga dividida pelo tempo  $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$  é a corrente elétrica ( $i$ ), então a potência para circuitos elétrico fica  $P = i U$  (1). Assim, da lei de Ohm tem-se que a tensão elétrica ( $U$ ) é o produto da resistência pela corrente  $U = R i$  (2), substituindo (2) em (1):

$$P = i R i \text{ (3)}$$

$$P = R i^2 \text{ (*)}$$

Tomando (2)

$$R i = U$$

$$i = \frac{U}{R} \text{ (4)}$$

Substituindo (4) em (1):

$$P = \frac{U}{R} U$$

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (**)$$

Desse modo, tem-se as três formulas para a potência, (\*) depende da corrente e a resistência, (\*\*) depende da tensão e a Resistencia e a (1) relaciona corrente e tensão.

### 3- ETAPAS E MODALIDADES DA CONSTRUÇÃO CIVIL E O CONSUMO DE ENERGIA

O consumo de energia se inicia antes de se fazer as primeiras instalações no canteiro de obras. A industrialização de materiais utilizados em construção, como cimento, cal e aço na qual se utiliza máquinas pesadas, são de elevado impacto na energia consumida nesse setor. O transporte desses materiais da indústria até o local de consumo também demanda grande consumo de combustível, conseqüentemente, provocando a emissão de gases poluentes para a atmosfera.

O setor da construção civil é reconhecido como um dos ramos de atividade de maior pegada ecológica no planeta. Além de gerar 25% de todos os resíduos sólidos, consumir 25% da água disponível e ocupar 12% das terras do planeta, é o setor que mais extrai materiais do meio natural, 30%, gerando um consumo de energia entre 40% a 50% da energia total consumida. (BENITE, 2011; ABREU, 2012).

No plano mundial de consumo de energia na construção civil, consta que de 40% a 50% de toda energia produzida no mundo é consumida nesse setor, (BENITE, 2011; ABREU, 2012). Do total da energia consumida na construção civil, 10 a 20% é oriunda do processo que corresponde as etapas de extração da matéria: processamento da matéria, fabricação dos produtos, transporte dos produtos, demolições e construções dos edifícios. O restante, que varia de 80 a 90 %, é consumido na utilização dos edifícios após construídos. (BENITE, 2011).

No segmento de edificações, as emissões são prioritariamente provenientes do uso de energia. 10 a 20% dessas emissões estão ligados à extração e ao processamento das matérias-primas, à fabricação de produtos e à etapa de construção e demolição. Os 80 a 90% restantes são geradas na etapa de operação e uso do edifício, em função do aquecimento (no caso de países do hemisfério norte), condicionamento de ar, iluminação e equipamentos. (BENITE, 2011)

Em um primeiro destaque, aponta-se que o **crescimento desordenado dos Aglomerados Urbanos no Brasil** implica em construções irregulares que são mal projetadas e construídas de forma desordenada resultando em habitações

com baixo conforto térmico e pouca luminosidade onde se emprega. Além disso, evidencia-se que outro fator que contribui para o alto consumo de energia nas duas últimas décadas é o **aumento do acesso da população à eletrodomésticos**, como aparelhos condicionadores de ar por exemplo.

No Brasil, o cenário não é diferente do que ocorre no plano mundial. A construção civil é o setor que mais consome os recursos naturais extraídos no País. A operação de edifícios (residenciais, comerciais e públicos) é responsável por aproximadamente 18% de todo o consumo brasileiro de energia e 50% do consumo de energia elétrica, a maior parte advinda dos sistemas de climatização e iluminação artificial. (ABREU, 2012; MEDEIROS, 2009)

Quanto mais rápido se consome na construção civil, mais ligeiramente aumenta a extração de matéria prima da natureza através de procedimentos ilegais, a areia, por exemplo, um agregado utilizado em grandes quantidades, é comercializado por caçambeiros que exploram jazidas próximas das cidades e em muitos casos sem licença ambiental, expressando a real necessidade de um estudo de risco ambiental e autorizações dos órgãos responsáveis.

A busca por materiais de construção em Posse cresceu bastante depois que uma enorme empresa se estabeleceu nesta localidade. Não só a procura das cidades circunvizinhas, mas agora contamos com quatro novos loteamentos, com capacidade entre 1500 a 2500 lotes cada um. Dois deles já estão quase vendidos, a procura de areia branca proveniente das extrações de areia, dos cerrados próximo ao Ribeirão Jose da Silva e Água Quente, aumentaram bastante, e fica a pergunta até quando ou quanto se pode retirar desses locais de extração? E se existe um limite correto? Gostaria que o ser humano se sensibilizasse, para que pudesse limitar regular e administrar os recursos naturais dessa região. (GUEDES, 2013).

A consequência disso é uma grande margem de desobediência as normas administrativas, jurídicas e ambientais pré-estabelecidas pelos órgãos públicos que fiscalizam ações ambientais.

### **3.1- AS REFORMAS PRECOSES E O AUMENTO NO CONSUMO DE ENERGIA**

O Excesso do consumo de energia está diretamente ligado às reformas precoces das edificações que causam impacto no consumismo dos materiais. Esse fator se dá devido aos materiais de má qualidade aplicados nas construções e também pela falta de planejamento do que se quer construir, gerando as demolições. Por outro lado, os revestimentos das partes externas dos prédios

expostas ao contato direto com os intempéries, se deterioram com mais rapidez quando são mal executados.

A infiltração de água nos revestimentos feitos de argamassa de cimento e areia provoca o desprendimento destes da face da alvenaria e isso ocorre com maior frequência quando em cômodos abaixo do nível do solo os chamados subsolos, um dos motivos é que nesses ambientes o ar é mais úmido, impurezas na areia utiliza também são fortes agentes contribuintes para a degradação rápida desse material.

O revestimento de argamassa de cimento e areia é executado na face das alvenarias com espessura média de 2cm, sendo coberto com massas de acabamento liso das linhas acrílica e PVA e posteriormente pintado com as diversas tintas disponíveis no mercado, ficando a espessura média final em torno de 3cm. Quando esses revestimentos estão se deteriorando geram poeira nos ambientes afetando a saúde dos habitantes, a imagem a seguir apresenta um revestimento que entrou no processo de degradação

figura 14 revestimento deteriorado



Disponível em: <https://perguntas.habitissimo.com.br/pergunta/como-restaurar-uma-parede> acesso em 18/08/2019

Nos processos de reformas, os revestimentos são demolidos, transportados em caminhões vasculhastes, sendo despejados em locais apropriados que ficam fora da cidade. Pode-se pensar que os custos desses serviços são pequenos e não causam impactos, assim, é um engano achar que o revestimento de uma casa, por exemplo, com 3cm de espessura, sendo demolido origina um volume muito pequeno. Com isso, considerando que em uma cidade inteira as casas e prédios estão sendo reformados devido deterioração dos revestimentos é impactante pensar o volume expressivo que pode ser gerado. Destaca-se que se

fosse possível aumentar, significativamente, o intervalo médio de tempo entre as reformas a nível municipal, estadual e até a nível nacional, seria de suma importância para a economia e preservação do setor energético.

Um fator físico de relevância que deve ser considerado no momento da demolição dos revestimentos e transporte, assim como no transporte das areias e barros das jazidas para as construções, é o **Fator de empolamento**. Para melhor compreender o que significa o fator de empolamento, é possível associar a um caso prático, em que se deseja demolir o revestimento da face de uma parede que possui as seguintes dimensões: 5m de comprimento e 3m de altura, sendo que o revestimento possui 3cm de espessura e, diante disso, busca-se conhecer o volume a ser transportado, então, a conta é realizada:  $5 \times 3 \times 0,03 = 0,45 \text{m}^3$ .

Matematicamente estaria correto, mas não se visualiza a física do processo, quando se trabalha com os materiais agregados que estão em inércia como a areia, terra e argila, os espaços vazios entre as moléculas desses materiais aumentam e são preenchidos com ar, o que causa uma expansão no material, conseqüentemente o aumento do volume e diminuição da densidade, esse fenômeno na engenharia é conhecido como **Empolamento**. Os revestimentos feitos com areia, quando demolidos tornam uma espécie de terra ou entulho, o fator de **empolamento** para entulho retirado de reformas tem que ser considerado. Alguns elementos, como pedaços grandes de tijolos misturado a terra fina, fazem aumentar os espaços vazios do material. Ressalta-se que para o entulho retirado de demolições é considerado em média uma taxa de 30%, sendo a conta da seguinte maneira:  $5 \times 3 \times 0,03 = 0,45 \text{m}^3 + 30\% = 0,58 \text{m}^3$ .

O valor da taxa de **empolamento** varia de material para material e também conforme o teor de umidade dos materiais, na literatura são fixadas as seguintes taxas:

Para solo arenoso seco- E = 12%;

Para terra comum- E = 25%;

Para rocha detonada- E = 50%;

Solo argiloso- E = 40%

#### Cálculo prático do fator de Empolamento

Ao imaginar uma escavação de  $30 \text{ m}^3$  de solo por um topógrafo e queira saber o volume desse solo solto ( $V_s$ ) para calcular o transporte, temos a fórmula:

$V_s = V_c (1 + E)$ , onde  $V_c$  é o volume do solo medido no corte e  $E$  é o fator de Empolamento, supondo que o solo em questão seja terra comum em que  $E=25\%$  ficará:

$$V_s = V_c (1 + 0,25)$$

$$V_s = 30 (1,25)$$

$$V_s = 37,50\text{m}^3$$

O coeficiente de empolamento é obtido pela seguinte expressão:

$$E = \frac{DL - DI}{DI} \quad \text{Onde,}$$

$E$  = coeficiente de empolamento;

$DL$  = densidade máxima do material, em laboratório;

$DI$  = densidade "in situ" do material. Em função das características dos materiais ocorrentes, este coeficiente foi considerado uniforme em todo o trecho de projeto, adotando-se o critério abaixo indicado para a determinação.

Obteve-se a relação  $DL / DI$  em todos os pontos onde foram determinada densidade in "situ" dos materiais.

Em seguida, calcularam-se a média e o desvio-padrão dos valores obtidos. O valor calculado como representativo para o coeficiente de empolamento foi a soma do valor médio e o desvio-padrão, acrescido de 10% para compensar eventuais perdas de materiais, adotando-se um coeficiente de empolamento de 1,40 para o cálculo dos volumes. (DNIT, 2018)

As demolições e reposições de revestimentos nas edificações em curto prazo implicam o aumento do consumo de energia, consomem em grande quantidade cimento e areia, lembrando que o transporte desses materiais é feito em caminhões que utilizam diesel, e Ressalta-se que, a fabricação do cimento é um processo de alto consumo de energia e de grande agressão ao meio ambiente, o diesel é oriundo de uma fonte energética não renovável e emite poluentes para a atmosfera.

### **3.2- A EXPANSÃO VERTICAL DAS CIDADES E O CONSUMO DE ENERGIA**

A imigração urbana e o avanço industrial geraram nos últimos tempos um aumento nas populações urbanas e grande demanda por moradia. As instalações de grandes empresas e a execução de obras de construção civil de grande porte em longos períodos em uma cidade, direto ou indiretamente, atraem famílias advindas de fora da região urbana para o município. Em uma cidade que tem a demanda por moradia maior que a oferta, é possível observar o aparecimento de moradias improvisadas, aumento excessivo no valor dos alugueis e supervalorização dos imóveis.

Paralelamente à deficiência na oferta de imóveis, também surgem dificuldades em aspectos físicos na expansão das áreas urbanas devido a fatores como *resistências por parte dos latifundiários a desapropriação de áreas rurais nos entornos da cidade e a geografias irregulares, tais como montanhas rochosas e áreas alagadas* que se tornam impróprias para a construção. Por estas e outras situações que dificultam a expansão das áreas urbanas, passa-se a optar pela EV (Expansão Vertical) das cidades.

Existem outros casos em que não se tem outra escolha a não ser a EV, em regiões metropolitanas onde extensas áreas em volta já são urbanizadas e há a necessidade de se construir mais edifícios, casas, prédios comerciais e prédios públicos para atender demandas socioeconômicas de uma determinada quadra, bairro ou zona urbana. Diante disso, pode-se considerar a ocorrência do crescimento de uma cidade dentro da própria cidade. É bem comum enxergar, nos grandes centros das cidades, edificações antigas que foram construídas só com o pavimento térreo e acabam sendo demolidas para dar lugar a edifícios com grandes estruturas.

A EV também é inevitável quando não se tem mais espaço devido aos limites do perímetro de determinada cidade, região metropolitana, estado ou país. Um exemplo desse tipo de problema é o Japão, um país de pequena extensão territorial comparada a quantidade de habitantes existentes, mas que dispõe de grandes tecnologias na área da construção civil, assim como nas demais áreas e, como não tinha outra alternativa, viabilizou a verticalização de suas cidades.

Nas cidades verticais existem problemas de agressividade ao meio ambiente, um deles é o impedimento das correntes de ventos circularem em seus cursos naturais. Os aranha céus edificadas no caminho do vento fazem com que este se desvie e isso prejudica uma área imediatamente vizinha a cidade que ficará sem os ventos circulando por ela.

Atualmente há uma tendência dos indivíduos a morar em edifícios, tendo em vista alguns pontos positivos, como uma vista mais agradável nas edificações mais elevadas, a racionalização dos custos de habitação, a minimização das distâncias percorridas e a segurança, contudo, com a concentração de edificações, os benefícios da verticalização deixam praticamente de existir, desta forma, os aspectos negativos também vem sendo incorporados à dimensão das cidades (SAHR, 2000; MONTEIRO e OLIVEIRA, 2013). A verticalização intensa foi adotada como uma das formas de ocupação e aproveitamento do solo urbano, que, sem um planejamento estrutural e global da cidade, a verticalização pode não ser a

solução mais adequada, levando-se em consideração as consequências que dela podem emergir (SILVEIRA e SILVEIRA, 2014).

As duas modalidades, tanto a EV como a Expansão Horizontal (EH), trazem consequências socioeconômicas e ambientais. De um lado os problemas da EV estão ligados as correntes de ventos, calor, luz natural e propagação de ondas, por outro lado, a EH implica no desmatamento, mudança de curso de córregos, riachos, rios e mudança em atividades rurais.

A competência desse trabalho não é fazer um comparativo e dizer ao leitor em qual das duas modalidades se sai ganhando, pois para isso seria necessária uma pesquisa aprofundada em levantamento de dados e análise dos aspectos socioeconômico-ambiental e fatores específicos de cada uma.

Um objeto que se desloca livremente na direção vertical nas proximidades da superfície da Terra está sob a ação natural da **aceleração da gravidade**. Para manter qualquer corpo em equilíbrio acima do nível do solo é necessária uma base de sustentação. As mesas das residências e dos escritórios mantem a mais ou menos 90 cm de altura em relação ao piso os computadores e os demais objetos postos sobre elas em equilíbrio. A superfície do solo é a base de sustentação em contato com os pés. Sem base de sustentação qualquer corpo que possui massa abandonado acima do nível do solo sofrerá uma aceleração constante devido a gravidade (aceleração da gravidade), percorrendo todo espaço entre seu ponto de abandono e o solo. A aceleração da gravidade varia conforme o planeta ou satélite na qual é medida, sendo bem pequena na lua por exemplo. Na superfície da terra seu valor é  $(9,8\text{m/s}^2)$ , sendo que em geral os autores dos livros de física arredondam pra  $10\text{m/s}^2$  de modo a facilitar os cálculos.

Mas porque a unidade de medida da aceleração é  $(\text{m/s}^2)$ ? O termo (metro por segundo ao quadrado) pode de início causar um pânico no leitor, mas basta analisar uma situação, na qual um corpo sofre uma aceleração de por exemplo  $8\text{m/s}^2$ , isso significa que em cada segundo sua velocidade varia de 8 metros por segundo. Para saber a aceleração média de um corpo acelerado, que é representada pela letra  $(\alpha_m)$ , basta dividir a variação da velocidade pela variação do tempo, de modo que obtém-se:

$$\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_2}{t_1 - t_2}$$

Que é a fórmula da aceleração média. Dessa forma, é possível notar porque a unidade da aceleração é o  $m/s^2$ :

$$[\alpha_m] = \frac{[\Delta V]}{[\Delta t]} = \frac{m/s}{s} = \frac{m}{s^2}$$

Além disso,  $m/s^2$  é considerada a unidade de medida da aceleração no SI (sistema internacional de medidas).

Nas edificações verticais enfrenta-se problemas em ter que elevar corpos massivos contra a ação da gravidade durante o processo de construção. À medida que o prédio vai ficando mais alto, mais difícil é chegar no ponto de execução dos serviços com materiais e trabalhadores. E após a etapa de construção os problemas verticais não param. Na utilização dos edifícios a movimentação diária de pessoas, de objetos e da água que precisa ser bombeada para cada pavimento é de grande impacto no consumo de energia.

Para elevar um corpo na direção vertical, sentido para cima, será necessário realizar um trabalho que vença o peso desse corpo, lembrando que o peso também é chamado de força peso e representado por  $P$ , sendo o produto da massa do corpo pela aceleração da gravidade:

$$(P = mg)$$

Na fórmula,  $m$  é a massa do corpo e  $g$  é a aceleração da gravidade.

#### Trabalho de uma força

Na física o termo Trabalho é empregado quando uma Força  $F$  é aplicada em um corpo e provoca um deslocamento no mesmo, se uma força é aplicada em um corpo, mas, de certa forma, não gerou deslocamento, considera-se que não foi realizado trabalho. O trabalho é uma grandeza escalar representado pela letra grega  $\tau$  e a unidade de medida no SI é o joule (J), matematicamente a representação do trabalho fica:

$$\tau = Fd$$

Portanto, o trabalho é o produto da força aplicada no corpo pelo deslocamento, em que:

$\tau$  = Trabalho

$F$  = Força

$d$  = Deslocamento que também pode ser chamado de variação de espaço ( $\Delta S$ )

Quando não se conhece a intensidade da força que se aplica para se realizar determinado trabalho em um corpo, tal força pode ser obtida a partir da Segunda Lei de Newton (Princípio Fundamental da Dinâmica), a qual expõe que a força resultante que causa o deslocamento em um corpo é o produto da massa desse corpo pela aceleração adquirida por ele:

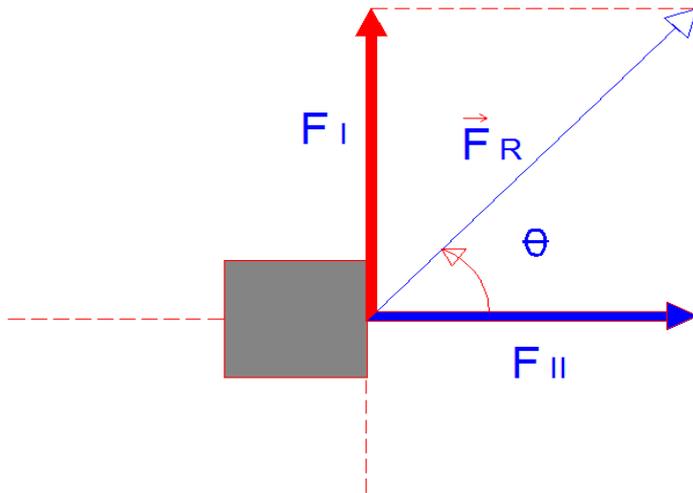
$$F = ma$$

Dessa forma o trabalho fica:

$$\tau = mad \quad \text{ou} \quad \tau = ma \Delta S$$

Essa fórmula para o trabalho é usada quando a força aplicada tem o mesmo sentido do deslocamento, assim, quando a força é aplicada formando um ângulo com o sentido do deslocamento faz-se a decomposição desta nos eixos X e Y gerando duas componentes uma paralela e a outra perpendicular ao deslocamento. Veja a figura:

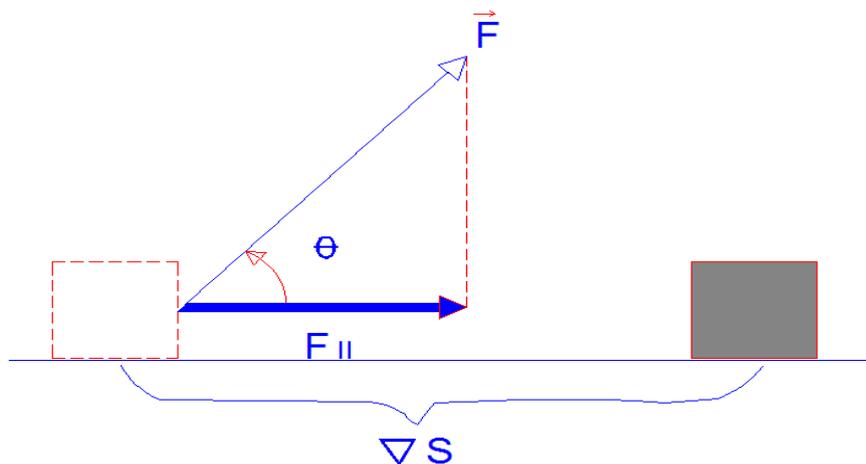
Figura 15- Aplacação de Força Inclinada



Fonte próprio autor

Quando o corpo se desloca na horizontal apenas a força paralela ao deslocamento realiza trabalho vê a figura abaixo:

Figura 16- A componente da força Inclinada que realiza Trabalho



Fonte próprio autor

Desse modo, para calcular o trabalho tem-se:

$$\tau = m \cdot a \cdot \Delta S \cdot \cos\theta$$

Quando a força aplicada tem o mesmo sentido do deslocamento, o Trabalho realizado é positivo, sendo chamado também de Trabalho Motor, já quando a força aplicada tem sentido oposto ao deslocamento o Trabalho é considerado negativo ou resistente.

Nos movimentos verticais o deslocamento corresponde a altura na qual o corpo se desloca e na atuação da força peso a aceleração é a gravidade, na formula basta trocar  $\Delta S$  por  $\Delta H$  e  $a$  por  $g$ :

$$\tau = mg \cdot \Delta h$$

Se o corpo estiver se deslocando para cima o trabalho do peso é oposto ao movimento e, portanto, é um trabalho negativo, podendo ser chamado também de trabalho resistente, enquanto que se o corpo estiver se deslocando para baixo o trabalho do peso tem o mesmo sentido do movimento e nesse caso é um trabalho positivo ou trabalho motor.

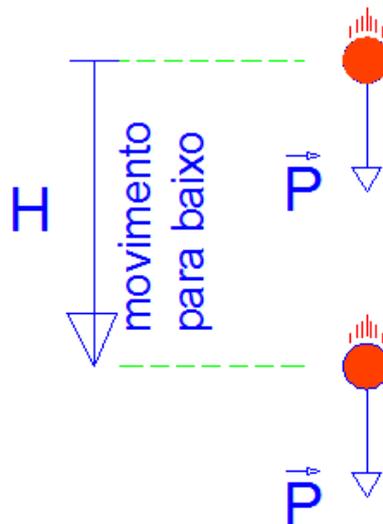
### **O trabalho da força peso**

A força peso é um vetor sempre orientado para baixo. O peso dos corpos sempre tende a puxar estes para o centro da Terra, se o corpo estiver se movimentando na vertical para baixo, a força peso tem o mesmo sentido do movimento e nesse caso executa um trabalho positivo chamado de trabalho motor dado pela expressão:

$$\tau_P = P \cdot \Delta H$$

Veja a figura:

Figura 17- Deslocamento na Vertical para baixo



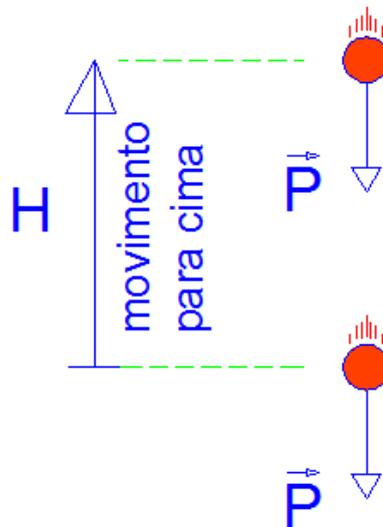
Fonte: próprio autor

Se o corpo estiver se movimentando na vertical para cima, a força peso tem sentido oposto ao do movimento e nesse caso executa um trabalho negativo chamado de trabalho resistente, dado pela expressão

$$\tau_R = - P \cdot \Delta H$$

Veja a figura:

Figura 18- Deslocamento na vertical para cima



Fonte: próprio autor

O trabalho ( $\tau$ ) exercido por uma força ( $F$ ) para movimentar um corpo para cima depende também da altura ( $H$ ) entre o ponto de partida e o ponto de chegada e é igual a variação da energia cinética na altura percorrida ( $\Delta E_C$ ), assim para calculá-lo utiliza-se o teorema da energia cinética a seguir:

$$\tau_{Total} = \Delta E_C$$

$$\tau_P + \tau_R = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

Para os movimentos verticais em que as velocidades inicial e final são nulas, pois o corpo é levantado a partir do repouso e como o trabalho corresponde a energia cinética (parte da energia relacionada ao movimento), na altura máxima essa energia vai estar totalmente transformada em energia potencial (energia relacionada a um ponto fixo ou seja, repouso) que será também o final do movimento, o trabalho é expresso por:  $\tau_P + \tau_R = 0$

O total também será nulo:

O trabalho necessário para elevar um corpo na vertical de um ponto  $A$  até um ponto  $B$  não depende da trajetória, depende somente da diferença de altura entre  $A$  e  $B$ . Esse trabalho também é o mesmo caso o corpo seja erguido em movimento uniforme, quando  $\Delta E_C = 0$ .

Erguer um corpo na vertical sem variar sua energia cinética significa doar a esse corpo uma energia igual ao o trabalho realizado durante o movimento, essa energia é associada a altura adquirida pelo corpo na posição na qual parou dentro do campo gravitacional e é chamada de energia potencial gravitacional cujo cálculo é obtido através do produto do peso pela altura adquirida pelo corpo, lembrando que a energia potencial gravitacional é válida para campos com gravidade não nula, ( $g \neq 0$ ).

$$E_{pg} = P.H \text{ ou } E_{pg} = m.g.H$$

Destaca-se que na equação (1) tem-se  $T_{(p)} = P.H$ , e na equação (7)  $T_{(F)} = P.H$

Então,  $T_{(p)} = Epg$  (10)

Por fim:  $T_{(F)} = Epg$ , (11)

Nesse caso, pode-se dizer que o trabalho realizado por uma força para erguer um corpo nada mais é do que a energia que se doa a esse corpo.

O trabalho a ser executado pela força (F) para elevar corpos na vertical depende exclusivamente da altura (H), pois é sabido que a massa dos corpos e a gravidade sempre são grandezas constantes, e vem mais uma vez a se justificar o aumento do consumo de energia na verticalização das cidades. A força exercida pelos elevadores de cargas, elevadores de passageiros e pelas bombas elétricas é oriunda da energia elétrica que é convertida em energia mecânica.

Outra grandeza de grande importância que deve se considerar na hora de escolher equipamentos como bombas para bombeamento de água e elevadores, é a potência desses equipamentos. Potência, na física, é a rapidez pela qual se realiza um determinado trabalho, se uma bomba (A) bombeia certo volume de água em 2 horas e uma outra bomba (B) bombeia o mesmo volume de água em 1,5 horas, diz-se que a bomba (B) é mais potente que a bomba (A). A potência é obtida através da divisão do trabalho realizado pelo intervalo de tempo no qual realizou-se o trabalho:

$$P = \frac{\tau}{\Delta t}$$

E sua unidade de medida é a unidade de trabalho dividida pela unidade de tempo: J/s ou W. A letra "W" é o símbolo de *watt*, e é uma homenagem a James Watt, Sabendo a potência e o intervalo de tempo também podemos obter o cálculo da energia:

$$E = P \cdot \Delta t$$

E a unidade de medida para a energia será a unidade de potência vezes a unidade de tempo: W · h

## EXEMPLOS

Exemplo 1: calcular a potencia de um equipamento que realizou um trabalho de 16000J durante 60 segundos.

Resolução:  $P = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{16000}{60} = 266,6J/s$

Exemplo 2: quantos KWh de energia são consumidos para elevar um corpo de 120kg a 15,00 metros na vertical durante dois minutos?

Resolução:

Dados- h=15m

g=10m/s<sup>2</sup>

t=2min-

$T_{(p)} = Epg$  o trabalho da força peso é igual a energia potencial

$E_p = m.g.h$

$$E_p = 120 \cdot 10 \cdot 15 = 180000 \text{ J}$$

Calculando a potencia:  $1 \text{ h} - 60 \text{ m}$   
 $x - 2 \text{ m} \text{ ---- } x = 1/30 \text{ h}$

$$P = \frac{T}{\Delta t} = \frac{180000}{1/30} = 18000 \cdot 30/1 = 540000 \text{ J/s ou w}$$

$$E = P \cdot \Delta t \quad (*)$$

$$E = 540000 \cdot 1/30 \text{ h} = 18000 \text{ wh} = 18 \text{ Kwh}$$

### 3.3- AS EDIFICAÇÕES SEM RECUO E O IMPACTO NO CONSUMO DE ENERGIA

Muitas pessoas executam as construções de seus imóveis sem projeto básico de execução e sem ouvir, sequer, as orientações de um profissional habilitado na área de arquitetura. Nas áreas urbanas mais antigas das cidades é bem comum observar casas dividindo a mesma parede lateral e com as fachadas frontais extremando com a calçada, como pode ser visto na imagem a seguir:

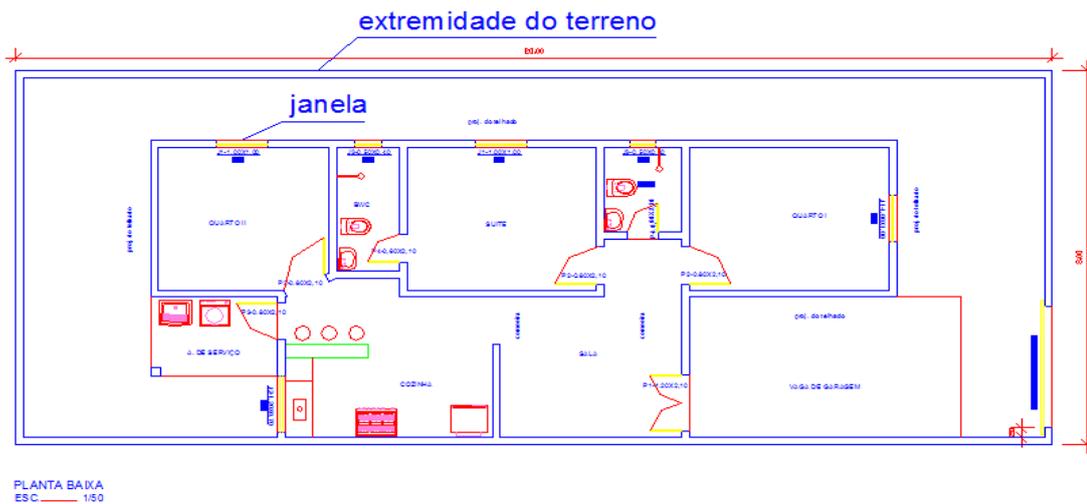
Figura 19 Casas sem recuo



Fonte: Próprio autor

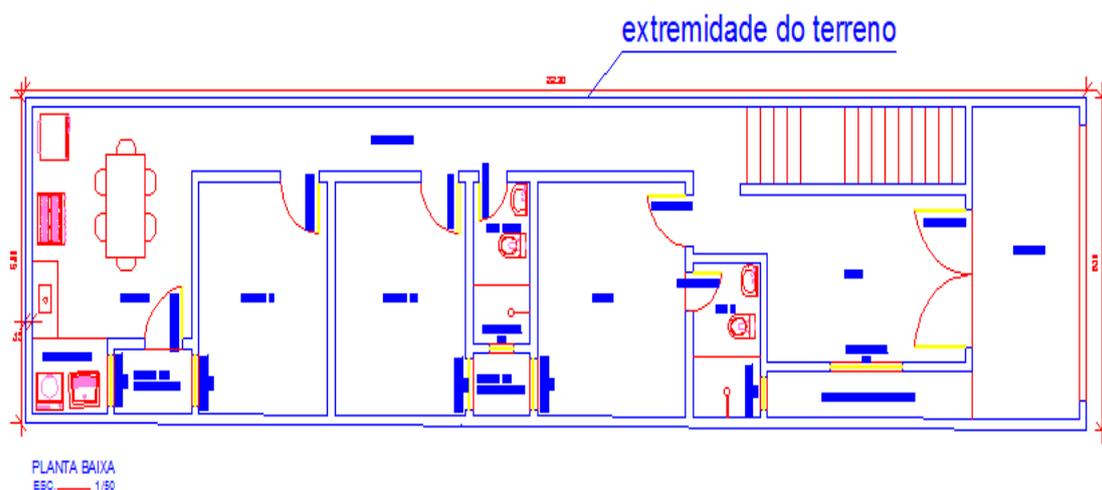
Isso significa que essas casas não possuem recuo frontal e nem lateral. A ausência do recuo lateral impossibilita a abertura de vãos de janelas para se obter iluminação natural e ventilação nos cômodos do imóvel. As duas figuras a seguir mostram a planta baixa de duas casas, uma projetada com recuo e outra sem recuo:

Figura 20 Planta baixa de uma casa projetada com recuos.



Fonte: próprio autor.

Figura 21 Planta baixa de uma casa projetada sem recuos



Fonte: próprio autor.

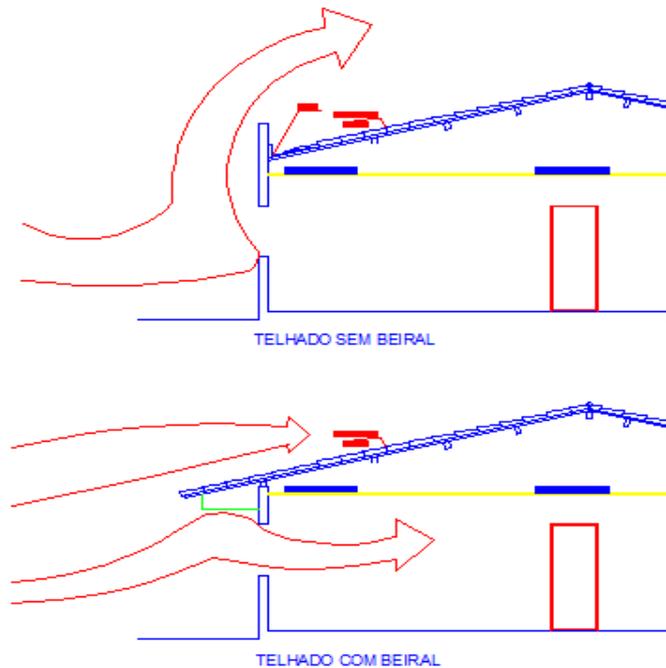
É possível perceber na primeira planta baixa que apesar de uma parte da lateral estar sem recuo, todos os cômodos possuem boas aberturas para ventilação, o mesmo não ocorre na segunda planta baixa.

Um outro fator negativo causado pela falta de recuo nas casas e prédios, são os telhados sem os beirais, que são a parte do telhado projetada além das paredes passando para o lado externo das edificações. Quando não existe afastamento das extremidades do lote, nem uma edificação pode ter telhado com beiral passando, visto que não se pode invadir o lote vizinho e nem a calçada, assim como não se pode jogar a água do seu telhado nos espaços alheios.

Esses beirais tem importantes funções, dentre elas ressalta-se duas que são de fundamental importância na economia de energia: diminuem a incidência dos raios solares nas paredes e ajudam na penetração dos ventos nos cômodos pelas janelas. Na imagem a seguir é apresentado um esquema de uma casa sem

beiral e um de outra com beiral, sendo possível compreender o que ocorre com o vento quando bate na fachada.

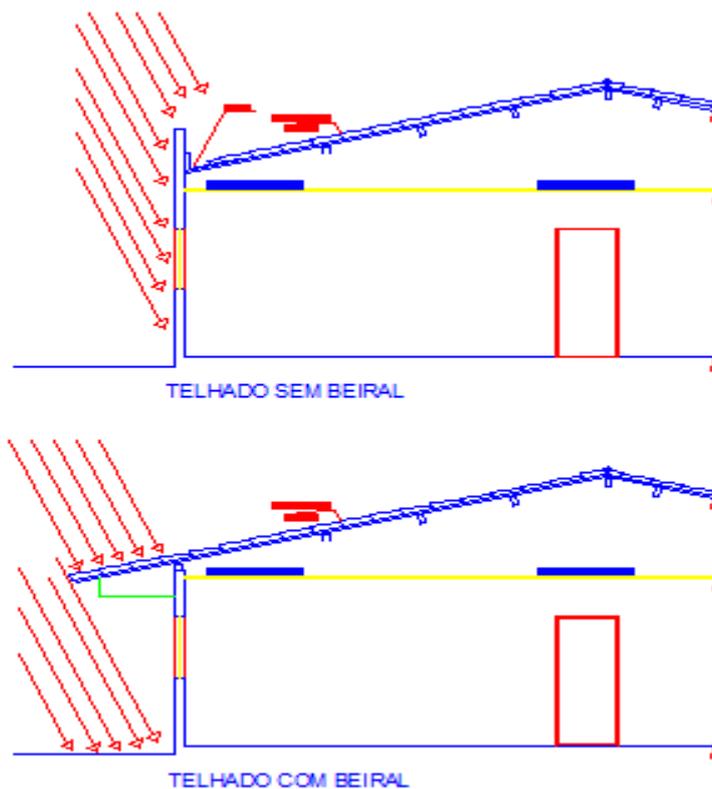
Figura 22 Ação dos beirais em relação aos ventos



Adaptado de: (MONTENEGRO GILDO, ventilação e coberta: estudo teórico, histórico e descontraído: arquitetura tropical na prática, São Paulo: Edigard Blucher, 1984, 43 p, ISBN 8521200811)

Agora observa-se na figura abaixo o que ocorre em relação ao beiral e a incidência dos raios solares nas paredes externas das edificações:

Figura 23 Ação dos beirais em relação aos raios solares



Fonte próprio autor

O alto consumo de energia nos imóveis sem janelas decorre dos longos períodos que as luminárias ficam acesas por falta de iluminação natural e pelo elevado índice de climatização forçada, pois se não houver abertura nos cômodos não há circulação de vento nos ambientes internos fazendo com que a temperatura fique elevada. Os beirais dos telhados também ajudam na economia de energia, como visto anteriormente, estes ajudam na circulação do vento melhorando o ar interno e diminuem a incidência dos raios solares nas paredes externas que ao receberem os raios do Sol esquentam e como não são bons isolantes térmicos transmitem o calor para o ambiente interno das casas. Presenciamos muitos desses problemas em repartições públicas e prédios comerciais, em que o número de funcionários aumenta e, por falta de espaço, as pessoas acabam criando salas que não são projetadas, ocupando os recuos e improvisando divisórias que transformam uma sala em duas ou mais, sem as devidas aberturas de janelas.

Os beirais e as venezianas podem ser usados para dirigir a ventilação. O beiral curto desvia a ventilação para o auto. O beiral canaliza a ventilação para o interior (MONTENEGRO GILDO, ventilação e coberta: estudo teórico, histórico e descontraído: arquitetura tropical na prática, São Paulo: Edigard Blucher, 1984, 43 p, ISBN 8521200811)

#### A Potencia elétrica e suas unidades

Não se deve confundir a unidade VA com a unidade watts. A unidade VA é a potência aparente dimensionada em um circuito e é o produto da tensão pela corrente, como a tensão é em volts e a corrente em ampères. Aparelhos eletrônicos podem ter em seus manuais a potência especificada em VA, para

transformar essa unidade em Watts é preciso saber o fator de potência do aparelho. Vários aparelhos eletrônicos têm fator de potência de 0,65, esse número representa o fator entre a potência aparente e a potência real dos aparelhos. Assim, se analisar um aparelho com 1000 VA de potência e um fator de 0,65, e buscar obter essa potência em Watts, é necessário realizar a multiplicação desses dois valores e será encontrado o valor de 650 watts de potência.

A unidade watt representa a potência real resultante da divisão da unidade de trabalho pela unidade de tempo e, como já vimos anteriormente, é uma homenagem a James Watt. Essa unidade é utilizada para o cálculo do consumo de energia dos aparelhos e, por isso, é muito usada pelos fabricantes de eletrodomésticos e pelas empresas fornecedoras de energia. Para transformar a potência real do aparelho citado anteriormente em VA, precisa-se realizar o processo inverso, então divide-se 650 W por 0,65 e obtém 1000 VA.

Vários modelos de lâmpadas de filamento usadas em iluminação têm fator de potência igual a 1,00, e nesse caso a potência aparente dessas lâmpadas é igual a potência real, assim se buscar conhecer o consumo destas, basta olhar o valor especificado nos manuais, seja este valor VA ou watts.

Exemplo: para iluminar uma sala de 15,00m<sup>2</sup> temos uma carga dimensionada de: 100VA+60VA+60VA = 220VA

Nos cômodos de um prédio ou casa sem iluminação natural as pessoas ficam na penumbra, o que dificulta a execução das atividades e faz com que mantenham as luzes acesas (iluminação artificial) mesmo durante o dia, implicando no consumo de energia com iluminação diurna superar a noturna. A potência da iluminação de um ambiente é determinada através de sua área, a NBR5410 determina para ambientes internos com até 6m<sup>2</sup> de área um dimensionamento mínimo de carga de 100VA, para ambientes internos com mais de 6m<sup>2</sup> de área a carga mínima será de 100VA para os primeiros 6m<sup>2</sup> acrescida de 60VA para cada 4m<sup>2</sup> inteiros, observe a planta a seguir.

Figura 24 Planta de instalações elétricas



Fonte: próprio autor

Como é possível perceber na planta acima, foi especificado a área de cada cômodo. Para calcular a iluminação considera-se cada um desses cômodos e não a área total, pois a iluminação é calculada individualmente para cada ambiente interno, o mesmo é feito para obter o cálculo da potência para um ar condicionado.

Nos cômodos com pouca ou nenhuma ventilação natural, para uma melhor comodidade das pessoas, faz-se necessário realizar a climatização artificial do ambiente. Neste processo, um condicionador de ar movido a energia elétrica, por exemplo, força a retirada do calor do ambiente interno jogando este para o meio externo. A segunda lei da termodinâmica nos diz que o calor sempre fluirá espontaneamente de um corpo de maior temperatura para um de menor temperatura, porque a natureza sempre tende ao equilíbrio:

Enunciado de Clausius:

O calor não pode fluir, de forma espontânea, de um corpo de temperatura menor, para outro corpo de temperatura mais alta. Tendo como consequência que o sentido natural do fluxo de calor é da temperatura mais alta para a mais baixa, e que para que o fluxo seja inverso é necessário que um agente externo realize um trabalho sobre este sistema. Disponível em:

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Termologia/Termodinamica/2leidatermodinamica.php>, acesso em 30/09/2019

Em um ambiente interno climatizado com temperatura mais baixa que a temperatura do meio externo, para que seja mantida essa diferença térmica é necessário retirar calor do meio interno e colocá-lo no meio externo, em um processo artificial e forçado, realizado através dos condicionadores de ar elétricos.

Os aparelhos condicionadores de ar possuem especificações que determinam sua capacidade de refrigeração, essa capacidade é dada em (BTU) que significa em Unidade Térmica Britânica. Também é importante saber a potência desses aparelhos em (Watts) para se obter o consumo de energia necessário para refrigerar um ambiente. Caso não venha especificado no manual do aparelho existe um fator usado na transformação de BTU para Watt, esse fator é de (1/0,2929), que significa que 1 BTU equivale 0,2929 W. Nesse caso, basta multiplicar a quantidade de BTUs do aparelho por 0,2929 pra saber o valor da sua potência em watts.

A quantidade de BTUs ideal para cada ambiente interno é determinada a partir da área do ambiente e da quantidade de pessoas e objetos que emitem calor. São recomendados um mínimo de 600 BTUs para cada metro quadrado com até duas pessoas no ambiente. Deve-se acrescentar mais 600 BTUs para cada pessoa ou objeto emissor de calor.

Exemplo: em uma sala de 10,00m<sup>2</sup> trabalham dois funcionários cada um com um computador. Assim, tem-se:  $10 \times 600 = 6000 + 600 + 600 + 600 + 600 = 8400$  BTUs.

Existem também tabelas fixas para se obter um dimensionamento em função da área e do tipo de uso dos ambientes. A tabela abaixo foi proposta por uma empresa vendedora de aparelhos de ar condicionado:

Tabela 3 Dimensionamento de condicionadores de ar

Área (m <sup>2</sup> )	Ambiente residencial	Ambiente comercial
9 m <sup>2</sup>	7.000 BTUs	7.000 BTUs
12 m <sup>2</sup>	7.000 BTUs	9.000 BTUs
15 m <sup>2</sup>	9.000 BTUs	12.000 BTUs
20 m <sup>2</sup>	12.000 BTUs	16.000 BTUs
25 m <sup>2</sup>	15.000 BTUs	20.000 BTUs
30 m <sup>2</sup>	18.000 BTUs	24.000 BTUs
35 m <sup>2</sup>	21.000 BTUs	28.000 BTUs
40 m <sup>2</sup>	24.000 BTUs	32.000 BTUs
45 m <sup>2</sup>	27.000 BTUs	36.000 BTUs
50 m <sup>2</sup>	30.000 BTUs	40.000 BTUs
60 m <sup>2</sup>	36.000 BTUs	48.000 BTUs
70 m <sup>2</sup>	42.000 BTUs	56.000 BTUs

disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/dicas/aprenda-a-calculas-os-btus-do-ar-condicionado> acesso em 02/10/2019

Todos os aparelhos elétricos consomem certa quantidade de energia para funcionar, e o consumo de cada um desses dispositivos elétricos depende de sua potência de funcionamento e o tempo que fica ligado. Para calcular o consumo de energia de determinado aparelho basta conhecer sua potência e o intervalo de tempo durante o qual ficou ligado. Da seção anterior já sabemos que a relação entre energia, tempo e potência é dada por:

$$E = P \cdot \Delta t$$

Exemplo: Qual é o consumo de um chuveiro elétrico de 4000W em um banho de 10 minutos?

Resolução:

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$Pot = 4000W$$

$$\Delta t = 10min = 600s$$

$$E = 4000 \cdot 600 = 2400000J$$

Quando colocada em joule, a energia assume valores muito altos, de forma que em muitos casos é mais útil utilizar outra unidade para a energia. As empresas fornecedoras de energia costumam utilizar outra unidade para a energia, diferente do joule, mas que é amplamente utilizada na área comercial.

Considere, por exemplo, uma pessoa que toma um banho mantendo o chuveiro elétrico, de potência igual a 4000 W, ligado por 10 minutos. Nesse caso, pode-se concluir que a energia elétrica consumida foi:

Resolução:

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$Pot = 4000w = 4,0kW$$

$$\Delta t = 10\text{min} = 0,16\text{h}$$

$$E = 4,0\text{kW} \cdot 0,16\text{h} = 0,64\text{kWh}$$

A unidade kWh é utilizada inclusive pela CELPE (companhia energética de Pernambuco).

#### **4 CONCLUSÃO**

A produção desse trabalho foi embasada com a leitura de vários materiais didáticos como livros de física do ensino médio, livros de conteúdos técnicos aplicados no curso de Técnico em Edificações que são encontrados na Biblioteca do IF Campus Salgueiro e Artigos disponíveis na internet.

Durante as pesquisas e a elaboração dos tópicos, percebeu-se que os conceitos de física são aplicáveis nas áreas da construção civil com bastante facilidade e são de fundamental importância para melhorar não só o consumo de energia como também todo o processo construtivo desde a fabricação dos materiais empregados no setor.

A física pode contribuir com a melhoria do consumo de energia de modo geral, pois todos os sistemas que envolvem a energia desde a produção até o consumo funcionam através dos fenômenos naturais. Atualmente, o tema energia está sendo discutido intensamente em todo o mundo, mas muito ainda há de ser feito para que se possa utiliza-la com maior eficácia.

Considerando que as energias fósseis são grandes poluentes, sugere-se mais investimentos para ampliar pesquisas nas áreas energéticas com objetivos de melhorar a tecnologia e conseguir viabilizar a exploração das fontes renováveis que são de menor agressão ao meio ambiente, tais como as fontes solar e eólica, por exemplo, as quais permitem gerar e consumir energia com um mínimo de efeitos negativos ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/principio-conservacao-energia-mecanica.htm>.  
acesso em 05/08/2019.

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2599294/mod\\_resource/content/1/Petroleo.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2599294/mod_resource/content/1/Petroleo.pdf)  
acesso em 05/08/2019

USBERCO, João & SALVADOR, Edgard. Química - Química Orgânica (Volume 3), páginas 159 a 163. São Paulo; Editora Saraiva, arquivo\_1368710553.pdf disponível em : [http://www.ursula.com.br/arquivos/arquivo\\_1368710553.pdf](http://www.ursula.com.br/arquivos/arquivo_1368710553.pdf)  
acesso em 05/08/2019.

Empresa de Pesquisa Energética (epe) disponível em:  
<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia#TOPO>  
acesso em 05/08/201

O FATOR ENERGIA NA CONSTRUÇÃO MARIANGELA DE MOURA ANA LUCIA TORRES SEROA DA MOTTA (UFF) disponível em  
<http://www.inovarse.org/filebrowser/download/15525>  
acesso em 25/07/2019

BENITE, Anderson. Emissões de carbono e a construção civil. São Paulo: CTE (Centro de Tecnologia de Edificações), 2011.

ABREU, Wagner Gomes de. Manutenção Predial Sustentável: diretrizes e práticas em shopping centers. Dissertação de Mestrado. 150fls. Pós-Graduação em Engenharia Civil. Niterói, Universidade Federal Fluminense, 2012.

MEDEIROS, Heloisa. Etiquetagem energética classifica edificações. Revista Finestra, edição 56, São Paulo, março de 2009.

GUEDES, LUIZ ALVES. Os impactos ambientais causados pela extração de areia no ribeirão José da Silva e água quente, município de Guarani de Goiás. Monografia (Licenciatura) – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia. IUnB-GEA, 2013.

DNIT, OBRAS CIVIS – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – Volume 2, pg. 79. Dezembro de 2018 disponível em  
<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/convenios-com-a-ufsc/tt-102-2007-produto-complementar-2.pdf>

SILVEIRA, Fabiana de Albuquerque; SILVEIRA, José Augusto Ribeiro da Qualidade do espaço residencial: efeitos da verticalização no bairro de Tambaú, na cidade de João Pessoa (PB). URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 6, n. 10, p. 289-305, set./dez. 2014.

(MONTENEGRO GILDO, ventilação e cobertura: estudo teórico, histórico e descontraído: arquitetura tropical na prática, São Paulo: Edigard Blucher, 1984, 43 p, ISBN 8521200811)

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Termologia/Termodinamica/2leidatermodinamica.php>, acesso em 30/09/2019

<https://www.leroymerlin.com.br/dicas/aprenda-a-calculas-os-btus-do-ar-condicionado>  
acesso em 02/10/2019

DOCA RICARDO HELOU, FISICA 1-1 ED-165P-SÃO PAULO: SARAIVA,2010

<https://calculareconverter.com.br/btu-para-watts/>  
acesso em 02/10/2019