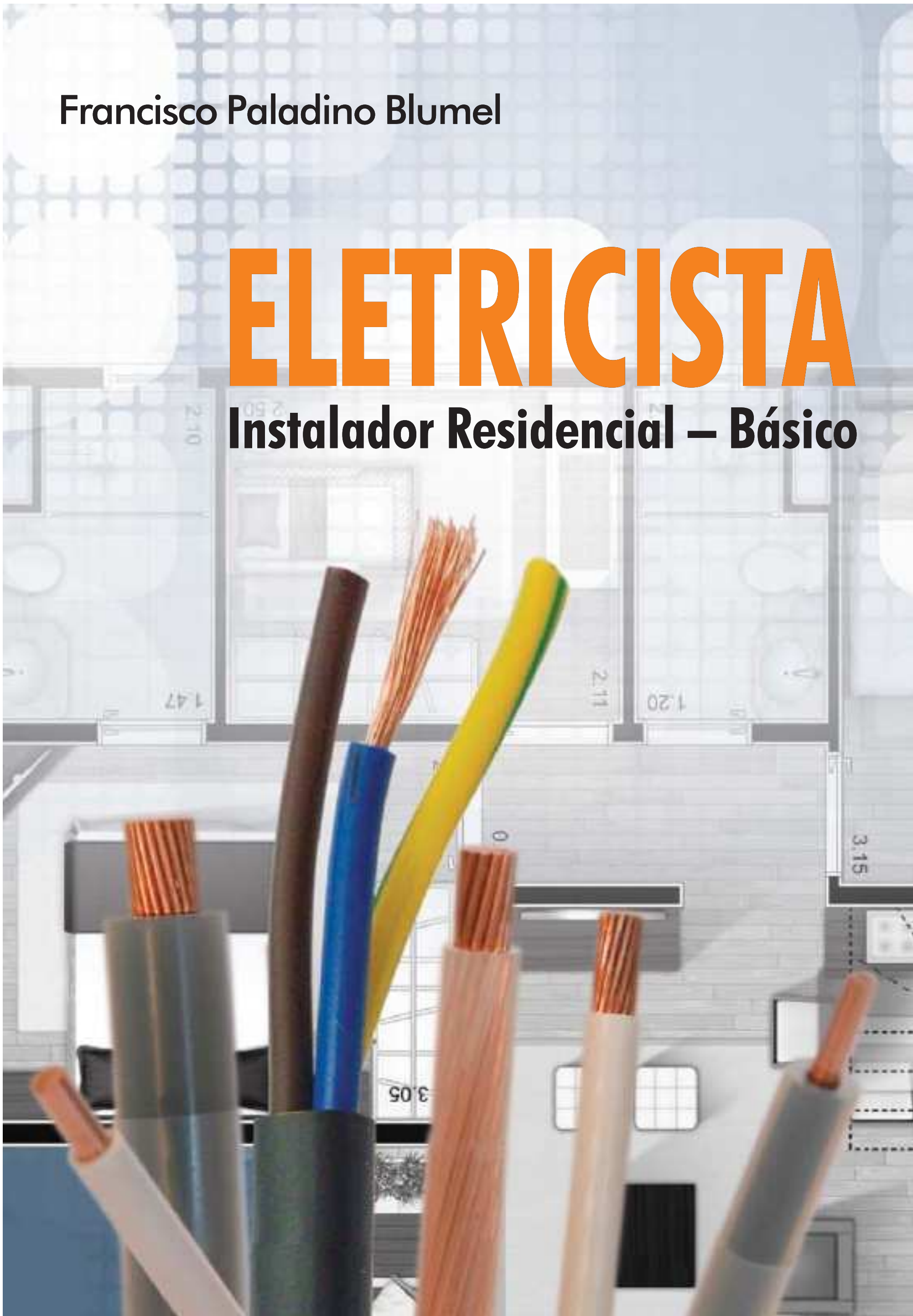


Francisco Paladino Blumel

ELETRICISTA

Instalador Residencial – Básico





ELETRICISTA

Instalador Residencial – Básico





Francisco Paladino Blumel

ELETRICISTA

Instalador Residencial – Básico

komedi



Copyright © by Editora Komedi, 2012.

Dados para Catalogação

Blumel, Francisco Paladino

Eletricista : instalador residencial : básico /

Francisco Paladino Blumel. -- Campinas, SP :

Bibliografia

ISBN 978-85-7582-653-9

1. Eletricidade - Teoria 2. Eletricistas - Manuais 3. Eletrônica 4. Eletro-
domésticos - Manutenção e consertos 5. Instalações elétricas I. Título.

160 p.

Diretor: *Sérgio Vale*

Assistente editorial: *Marisa Leão*

Gerente de vendas: *Sandro Celestino de Araújo*

Coordenadora de produção: *Marilissa Mota*

Diagramação: *Cristiane Matozinhos*

Capa: *Renato Neves de Sousa*

Revisão: *Martha Jalkauskas*

Imagens do miolo: *arquivo pessoal do autor*

Imagens dos diagramas unifilares cedidas pela Alto QI – *software* Lumine.

komedi

Rua Álvares Machado, 460, 3ª andar

13013-070 Centro – Campinas – SP

Tel./Fax: (19) 3234.4864

www.komedi.com.br

editora@komedi.com.br



2012

Impresso no Brasil





Prefácio

Este livro é um primeiro degrau para aqueles que desejam iniciar uma atividade profissional na área elétrica e nas inúmeras áreas que exigem este conhecimento básico, surgidas em função do grande avanço tecnológico.

Conhecemos o “apagão elétrico”, mas já se fala em “apagão profissional” – e ele já está acontecendo. A falta de profissionais qualificados hoje provoca atrasos e paralisações em grandes obras.

Suprir essa falta de qualificação exige um esforço muito grande de toda a sociedade. Sabemos que nosso ensino fundamental hoje é deficiente, o que exige dos mestres no ensino profissionalizante uma complementação para possibilitar a formação técnica.

Com a experiência de ministrar cursos profissionalizantes, limitamo-nos aqui ao conteúdo essencial para o desenvolvimento da atividade elétrica prática, a interpretação de projetos elétricos residenciais e o estímulo à atualização tecnológica constante.

Nosso desejo, com a elaboração deste livro, é o de contribuirmos para o trabalho de capacitação profissional, fundamental para o nosso desenvolvimento.

O Autor





Agradecimentos

A toda minha família, em especial minha esposa, Marlene, e aos meus netos Milena, Matheus, Murilo e Pietro, pelo incentivo e pelos importantes momentos que não os acompanhei durante este trabalho.

A todos do Educandário Eurípedes, onde sou professor e serei sempre aluno desta grande escola.





Sumário

Elétrica básica 15

1. O sistema elétrico de geração, transmissão e
distribuição de energia 16

 Diagrama simplificado do sistema elétrico interligado17

2. Eletricidade 19

 Átomo19

 Molécula.....20

 Descargas elétricas.....20

3. Condutores e isolantes..... 22

 Materiais condutores.....22

 Materiais isolantes.....24

 Semicondutores25

4. Magnetismo 25

5. Eletromagnetismo..... 28

 Princípios do eletromagnetismo28

6. O circuito elétrico 31

 Funcionamento.....31

 Componentes34

 Sentido da corrente34



7. Corrente contínua e corrente alternada	35
Corrente contínua.....	35
Corrente alternada	35
8. Grandezas elétricas	37
Tensão	37
Corrente	38
Resistência	38
Potência elétrica	39
Fator potência.....	39
Valores nominais.....	40
9. Circuito trifásico alternado	43
Gerador trifásico	46
10. Associação de componentes no circuito elétrico	47
Série paralelo e triângulo estrela	47
Interpretação de Projetos	53
11. Normas técnicas	54
ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)	54
• NBR 5410.....	54
• NR-10.....	55
• Normas técnicas de atendimento a consumidores	56
12. Diagramas elétricos	56
Diagrama multifilar	57
Diagrama funcional	58
Diagrama unifilar.....	59
Diagrama de blocos	58
Layout de montagem	59



Simbologia.....	60
13. Dimensionamento	69
14. Fornecimento de energia elétrica	71
Concessionárias de energia elétrica.....	71
Entrada de energia elétrica	71
Tipos e tensões de fornecimento	72
Tensões padronizadas	72
Padrão de entrada	73
15. Condutores elétricos.....	74
Padrão de condutores elétricos (AWG/mm ²)	74
Materiais para a fabricação de condutores	75
Tipos de condutores.....	76
Isolação.....	76
Tabela mm ² – Corrente – Potência – Disjuntor.....	78
Emendas e conexões de condutores elétricos	79
Emenda de linhas abertas ou prolongamento	80
Emenda de derivação ou “T”	80
Emenda de caixas de passagem.....	80
Emenda por soldagem.....	81
Isolação.....	81
Emendas de fios espessos (igual ou superior a 10mm ²)	81
Conectores.....	82
Olhal	82
16. Proteção dos circuitos elétricos	83
Dispositivos de proteção	85
• Fusíveis.....	85
• Disjuntores termomagnéticos	86





• Disjuntores e interruptores diferenciais residuais (DR, IDR's)	88
• Dispositivos de proteção	89
• Aterramento	90
• Condutores de proteção de surto	91
• Para-raios.....	92
• Seletividade	93
17. Quadro de distribuição	94
Componentes de um quadro de distribuição.....	95
Diagrama multifilar	96
Diagrama unifilar.....	96
Diagrama unifilar em planta	97
18. Circuitos terminais.....	97
Formas de instalação de circuitos	99
19. Circuitos terminais – Diagramas multifilar e unifilar	101
Instalação de tomadas	102
• NBR- 5410.....	102
• Novo padrão de tomadas.....	102
Circuito de lâmpada 127V comandada por interruptor simples.....	105
Circuito de duas lâmpadas 127V comandadas por dois interruptores simples	106
Circuito de duas lâmpadas 127V comandadas por um interruptor simples	107
Circuito de lâmpada 127V comandadas em dois pontos por dois interruptores paralelos.....	108
Circuito de lâmpada 127V comandadas em vários pontos por interruptores paralelos e intermediários.....	110





Uma lâmpada com interruptores simples e duas tomada 127V em circuitos separados.....	111
Circuito de lâmpada 127V controlada por “ <i>dimmer</i> ” (resis- tência variável para controlar a intensidade da luz), fotocél- ula, sensor de presença e controle remoto	112
Circuito de campainha 127V com botão pulsador	115
Circuito de tomada de uso específico para chuveiro 127V e 220V.....	116
Circuito de controle de ventilador 127V, com ventilação, exaustão, controle de velocidade e lâmpada	120
Circuitos didáticos.....	122
20. Diagrama unifilar em planta civil.....	126
Planta das caixas, componentes e eletrodutos	127
Eletrodutos na planta civil.....	128
Diagrama unifilar completo	129
Diagrama unifilar completo em planta.....	130
Quadro de cargas	131
21. Luminotécnica	133
Grandezas fundamentais	133
• Fluxo luminoso	133
• Eficiência luminosa.....	134
• Intensidade luminosa.....	134
• Iluminância	134
• Índice de reprodução de cor	135
• Fator de reflexão	135
• Coeficiente de utilização	136
• Classificação da luminária.....	136





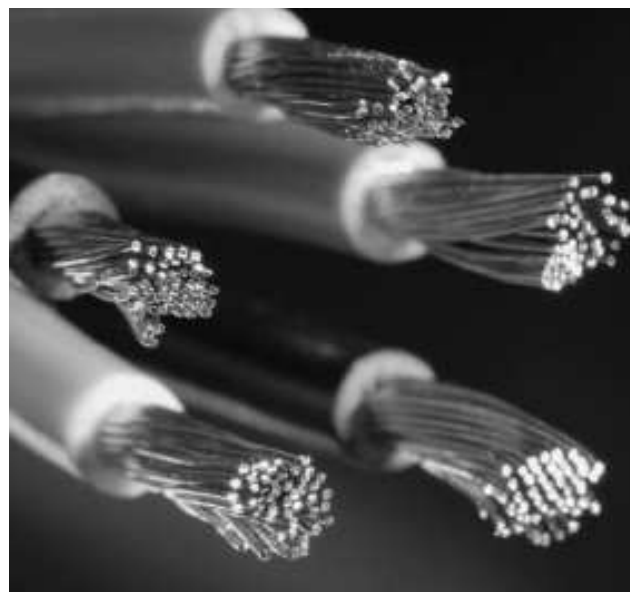
Tipos de lâmpadas	136
• Lâmpadas incandescentes	136
• Lâmpadas halógenas	137
• Lâmpadas de descarga	137
22. Ferramentas	141
Segurança	141
Ferramentas manuais	142
Ferramentas elétricas	144
Diversidade	144
23. Segurança	145
Os perigos da energia elétrica	145
Efeitos da corrente elétrica no corpo humano	145
24. Inovações tecnológicas	147
Software	147
Automação residencial	148
Iluminação	148
Relê de impulso	149
Fibra ótica	149
Rede Inteligente (Smart Grid)	150
Ferramentas e acessórios para os profissionais de elétrica	150
25. Comercial	150
Custo de mão de obra	150
Técnicas de venda de produtos e serviços	152
Referências bibliográficas	157





Eletricidade básica

Estudar os fenômenos da eletricidade, entender como é gerada a energia elétrica, entender como os elétrons percorrem um condutor e nos trazem tantos benefícios através da luz, calor, som e movimento, e poder utilizar esses conhecimentos é, sem dúvida, um desafio gratificante.



É nos impossível acompanhar todo conhecimento gerado pelo desenvolvimento tecnológico em todas as áreas da ciência nos dias de hoje, mas, sem dúvida, a eletricidade é a que está mais presente e nos traz mais conforto, e através de seu aprendizado, podemos seguir diversas carreiras no âmbito profissional.

Com certeza nos sentiremos mais próximos de toda essa evolução e agentes de transformação quando, ao finalizarmos um serviço ou com um projeto nas mãos, ligarmos as instalações de uma nova casa.



1. O sistema elétrico de geração, transmissão e distribuição de energia

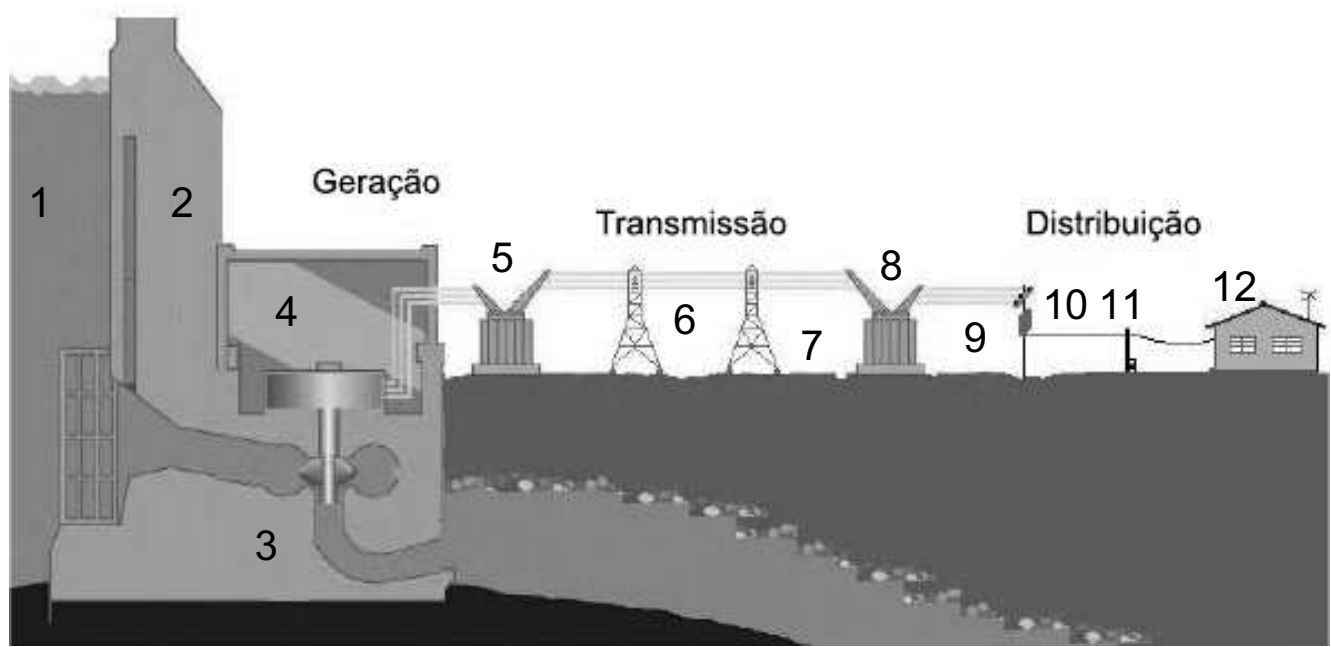
O conjunto de todos os equipamentos e dispositivos elétricos instalados que geram e transportam a energia elétrica das usinas até os consumidores (residenciais, industriais e comerciais) é chamado de Sistema Elétrico de Geração, Transmissão e Distribuição de Energia.

Esse sistema é interligado em quase todo o território nacional, onde temos diversos tipos de usinas, classificadas de acordo com a fonte de energia que é transformada em energia elétrica.

Tipo de Usina	Hidroelétrica	transforma a energia a partir	da água	Em energia ELÉTRICA
	Termoelétrica		do calor (combustíveis)	
	Nuclear		do átomo	
	Eólica		do vento	
	Solar		do sol	
	Maremotriz		do mar	

No Brasil, mais de 70% da geração de energia elétrica é produzida por usinas hidroelétricas.

A tensão da energia produzida pelas usinas é elevada nas subestações de alta tensão e conectada a um sistema interligado de transmissão que transporta até as subestações abaixadoras, onde a energia é distribuída nas cidades.

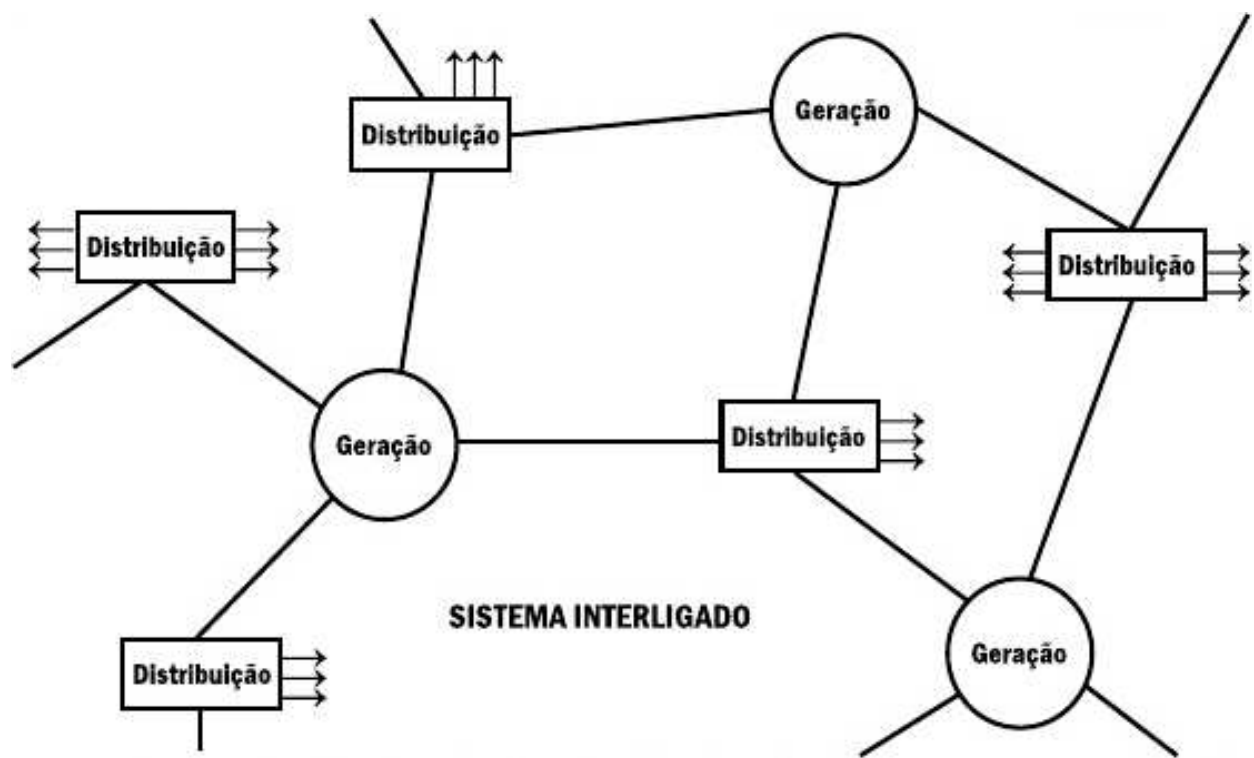


Sistema Elétrico de Geração, Transmissão e Distribuição de Energia.

- 1-Represa | 2-Barragem | 3-Turbina | 4-Gerador | 5- Transformador Elevador
6- Linha de Transmissão | 7- Torres de Alta Tensão | 8- Transformador Abaixador
9- Linha Primária de Distribuição | 10- Transformador de Distribuição
11- Linha de Distribuição Secundária | 12- Consumidor Residencial, medidor de Kwh.

Diagrama simplificado do sistema elétrico interligado



Nossa energia não povém exclusivamente de uma usina, mas de um sistema interligado que recebe e distribui a energia elétrica gerada.



Tensões de Geração
2,2Kv a 25KV
Tensões de Transmissão
138Kv, 230Kv, 345Kv
440Kv, 500Kv, 700Kv
Tensões de distribuição Primária
3,8Kv, 6,6Kv, 11,9Kv
13,8Kv, 34,5Kv

Na distribuição os circuitos da rede primária chegam pelos postes até próximo dos consumidores, e a tensão é novamente abaixada pelos transformadores para atenderem as residências e comércio.

Na eletricidade existem diferentes sistemas desenvolvidos para atender áreas específicas, como o sistema elétrico dos veículos, de alimentação dos computadores, de um navio etc.. As principais características do sistema de fornecimento de energia elétrica aos consumidores de baixa tensão, cujo conhecimento é importante para nosso estudo são:

Nosso sistema elétrico de baixa tensão				
3 ∅		60 hZ	127/120V	N 
Sistema Trifásico	Corrente Alternada	Frequência de 60 Hertz	Tensão 127/220 Volts*	Neutro Aterrado

*

Aparelhos, eletrodomésticos e iluminação são fabricados de acordo com normas que estabelecem os valores de Tensão.

As tensões de distribuição secundária padronizadas são:

220/127, 380/220, 254/127, 440/220, 208/120, 230/115, 240/120 (Volts).

* Existem variações nos valores de tensões e tipos de ligações, consultar sempre a concessionária de energia elétrica local.

2. Eletricidade

Para entender e estudar os fenômenos que produzem eletricidade, é fundamental o conhecimento da matéria, sua composição e as leis que regem seu comportamento.

Matéria é tudo aquilo que nos cerca e que ocupa um lugar no espaço. Ela se apresenta em diversas formas, que recebem o nome de *corpos*. Existem coisas com as quais temos contato na vida diária que não ocupam lugar no espaço, não sendo, portanto, matéria. Exemplos desses fenômenos são o som, o calor e a eletricidade.

A matéria e todos os corpos compõem-se de moléculas e átomos.

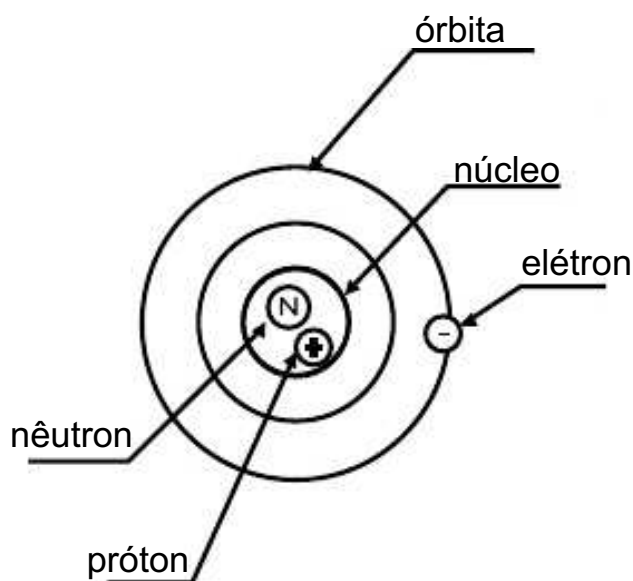
Átomo

Os animais, as plantas, as rochas, as águas dos rios, lagos e oceanos, enfim, tudo o que nos cerca é composto de átomos.

Constituição do átomo

O átomo é formado por uma parte central chamada **núcleo** e uma parte periférica formada pelos **elétrons** e denominada **eletrosfera**. O núcleo é constituído por dois tipos de partículas: os **prótons**, com carga positiva, e os **nêutrons**, que são eletricamente neutros.

Átomo → Movimento de elétrons → Eletricidade

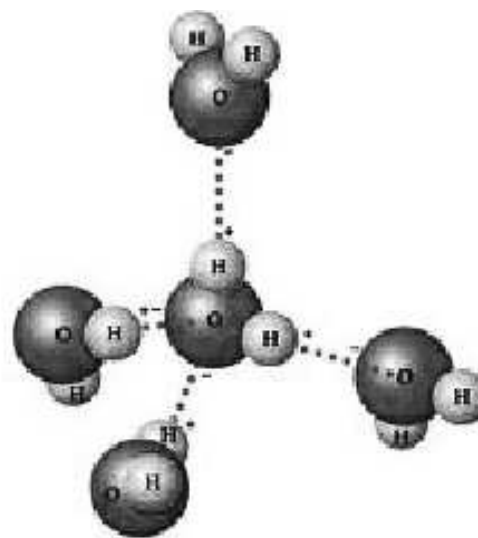


Os prótons, juntamente com os nêutrons, são a parte central do átomo. Os elétrons possuem carga negativa. Como os planetas do sistema solar, eles giram na eletrosfera ao redor do núcleo, descrevendo trajetórias que se chamam *órbitas*.

Molécula

Formada de átomos, a molécula é a menor partícula em que se pode dividir uma substância de modo que mantenha as mesmas características da substância que a originou.

As moléculas se formam porque, na natureza, todos os elementos que compõem a matéria tendem a procurar um equilíbrio elétrico.



Molécula de água

Descargas elétricas

Sempre que dois corpos com cargas elétricas **contrárias** são colocados próximo um do outro em condições favoráveis, o **excesso** de elétrons de um deles é **atraído** na direção daquele que está com falta de elétrons, sob a forma de uma descarga elétrica. Essa descarga pode se dar por contato ou por arco.

Quando dois materiais possuem grande diferença de cargas elétricas, uma grande quantidade de carga elétrica negativa pode passar de um material para outro pelo ar. Essa é a descarga elétrica por arco.



O raio, em uma tempestade, é um bom exemplo de descarga por arco.

Para estudarmos os fenômenos, dividimos a eletricidade em:

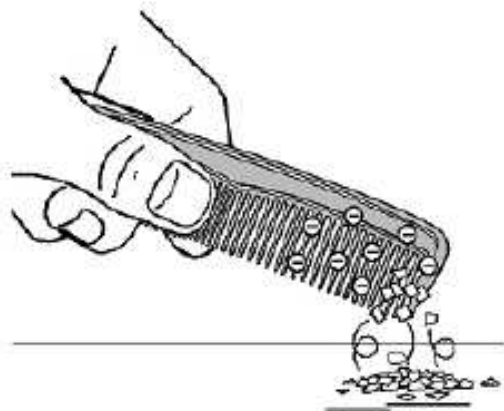
Eletrostática	Eletrodinâmica	Campos Magnéticos	
		Magnetismo	Eletromagnetismo

Os campos magnéticos cercam materiais e correntes elétricas e são detectados pela força que exercem sobre outros materiais magnéticos e cargas elétricas em movimento. Vamos estudar, nos capítulos 4 e 5, Magnetismo e Eletromagnetismo.

Eletrostática → Eletricidade Estática → Energia Potencial.

Dá-se o nome de *eletricidade estática* à eletricidade produzida por cargas elétricas em repouso em um corpo. Na eletricidade estática, estudamos as propriedades e a ação mútua das cargas elétricas em repouso nos corpos eletrizados.


Ao aproximarmos o pente eletrizado negativamente de pequenos pedaços de papel, estes são atraídos momentaneamente pelo pente, comprovando a existência da eletrização.



A *eletrostática* refere-se às cargas armazenadas em um corpo, ou seja, sua energia potencial.

Eletrodinâmica → Eletricidade dinâmica → Energia Ativa

A eletricidade dinâmica estuda tudo que se refere ao movimento dos elétrons livres de um átomo para outro. Para haver movimento dos elétrons livres em um corpo, é necessário aplicar nesse corpo uma tensão elétrica. Essa tensão resulta na formação de um polo com excesso de elétrons denominado polo negativo e de outro com falta de elétrons denominado de polo positivo. Essa tensão é fornecida por uma fonte geradora de eletricidade.

<div>Fontes de geração de eletricidade</div> 	Calor	Queima de combustíveis Queima de resíduos Reação nuclear Nascentes hidrotermais
	Luz	Energia Solar Célula fotoelétrica
	Movimento	Vento Água dos rios Ondas do mar Motores
	Química	Reações químicas

3. Condutores e isolantes

Materiais condutores

Os materiais condutores caracterizam-se por permitirem a movimentação de elétrons, formando uma corrente elétrica toda vez que existir um desequilíbrio de elétrons entre suas extremidades. Esse desequilíbrio chama-se *diferença de potencial entre dois pontos*

ou *tensão elétrica*. Os condutores são de fundamental importância em todos os dispositivos e equipamentos elétricos e eletrônicos.

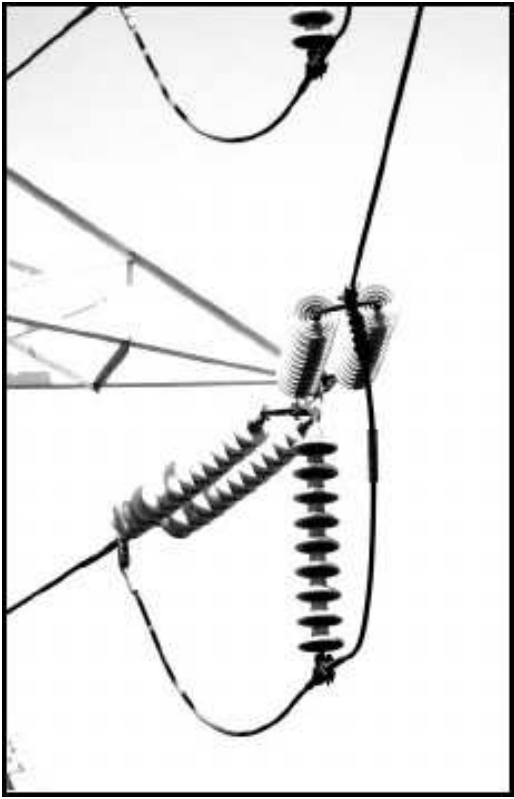
Existem materiais sólidos, líquidos e gasosos que são condutores elétricos. Entretanto, na área da eletricidade e da eletrônica, os materiais sólidos são os mais importantes.

As cargas elétricas que se movimentam no interior dos materiais sólidos são os elétrons livres.

Os elétrons livres que se movimentam ordenadamente formam a corrente elétrica.

A intensa mobilidade ou liberdade de movimentação dos elétrons no interior da estrutura química do cobre faz dele um material de grande condutividade elétrica. Assim, os bons condutores são também materiais com baixa resistência elétrica. Depois da prata, o cobre é considerado o melhor condutor elétrico. Ele é o metal mais usado na fabricação de condutores para instalações elétricas.

Torre de Transmissão de Energia Elétrica



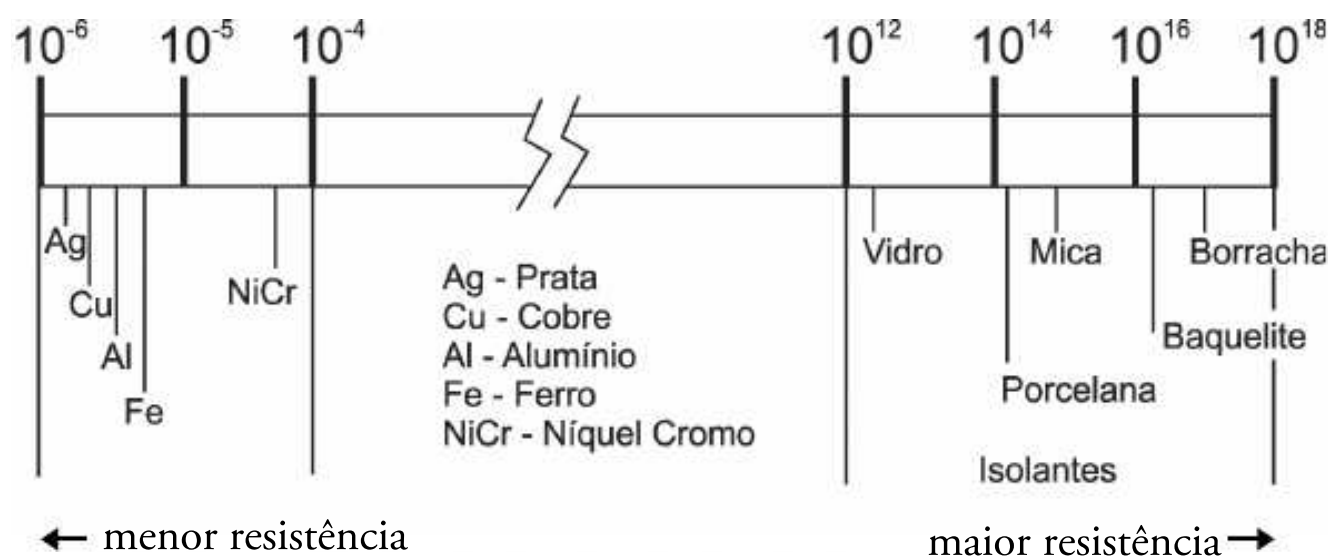
Alumínio → Condutor Elétrico

Isolador de Porcelana → Material isolante



Eletricista – instalador residencial (Básico)

O quadro a seguir mostra, em ordem crescente, a **resistência elétrica** de alguns materiais condutores e isolantes em Ohms/cm.



Materials isolantes

Materiais isolantes, também chamados materiais dielétricos, são os que apresentam forte oposição à circulação de corrente elétrica no interior de sua estrutura. Isso acontece porque os elétrons livres dos átomos que compõem a estrutura química dos materiais isolantes são fortemente ligados a seus núcleos e dificilmente são liberados para a circulação.

Em condições anormais, um material isolante pode tornar-se condutor. Esse fenômeno chama-se ruptura dielétrica. Ocorre quando grande quantidade de energia transforma um material normalmente isolante em condutor. Essa carga de energia aplicada ao material é tão elevada que os elétrons, normalmente presos aos núcleos dos átomos, são arrancados das órbitas, provocando a circulação de corrente.

A formação de faíscas no desligamento de um interruptor elétrico é um exemplo típico de ruptura dielétrica. A tensão elevada entre os



contatos no momento da abertura fornece uma grande quantidade de energia que provoca a ruptura dielétrica do ar, gerando a faísca.

Isolantes	Semicondutores	Condutores
vidro, cerâmica, plástico	carbono, germânio, silício	ferro, alumínio, cobre, prata

Semicondutores

Assim como existem materiais condutores e materiais isolantes, também existem tipos de materiais que são um meio termo entre esses dois primeiros. Esse material é o semicondutor. O semicondutor, portanto, possui valores de condutividade entre os valores de um isolante e um condutor. Os materiais semicondutores mais usados na indústria eletrônica são o germânio (Ge) e o silício (Si).

4. Magnetismo

Magnetismo é a denominação associada ao fenômeno ou conjunto de fenômenos naturais relacionados à atração ou repulsão observada entre determinados objetos. O nome originou-se na Grécia antiga pela descoberta de uma pedra com comportamento estranho que teria a propriedade de atrair materiais como o ferro. Hoje sabemos que esta pedra é a magnetita, chamada de *ímã*, e o estudo dos ímãs chama-se *magnetismo*.

As propriedades dos corpos magnéticos são muito utilizadas em eletricidade.

- Ímãs

Materiais encontrados na natureza que apresentam propriedades magnéticas naturais.

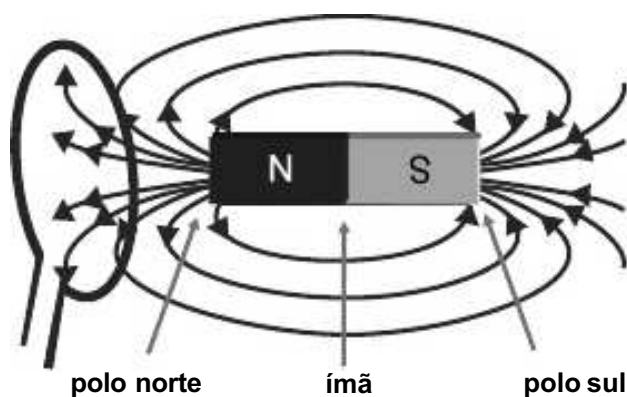
- Ímãs artificiais

É possível também obter um ímã de forma artificial. Os ímãs artificiais são muito empregados porque podem ser fabricados com os mais diversos formatos, de forma a atender às mais variadas necessidades práticas.

- Polos magnéticos de um ímã

Externamente, as forças de atração magnética de um ímã se manifestam com maior intensidade nas suas extremidades. Por isso, as extremidades do ímã são denominadas de **polos magnéticos**.

Cada um dos polos apresenta propriedades magnéticas específicas. São denominadas **polo sul** e **polo norte**.



- Inseparabilidade dos polos

Por mais que se divida um ímã em partes menores, as partes sempre terão um polo norte e um polo sul.



- Interação entre ímãs

Quando os polos magnéticos de dois ímãs estão próximos, as forças magnéticas dos dois ímãs reagem entre si de forma a provo-