

The background of the slide features a photograph of a modern university campus. In the foreground, several students are sitting on a wooden bench and a metal railing, looking at papers or talking. In the background, more students are walking on a multi-level walkway with glass railings. The lighting suggests it's either dusk or dawn.

# EFB604 – FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA

INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA

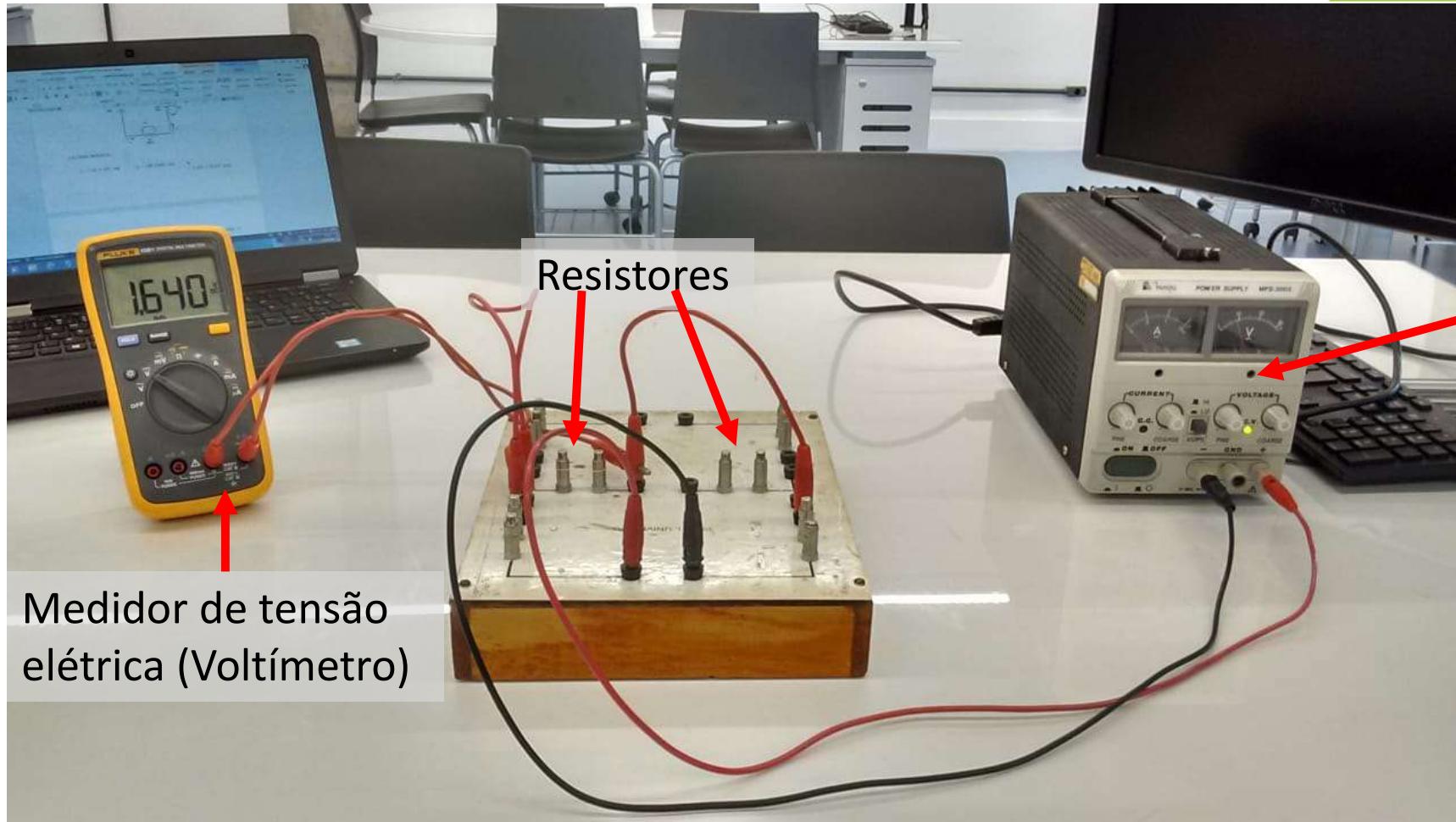


**MAUÁ**

## AG16 – A 2<sup>a</sup>.LEI DE OHM CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE ELETRICIDADE

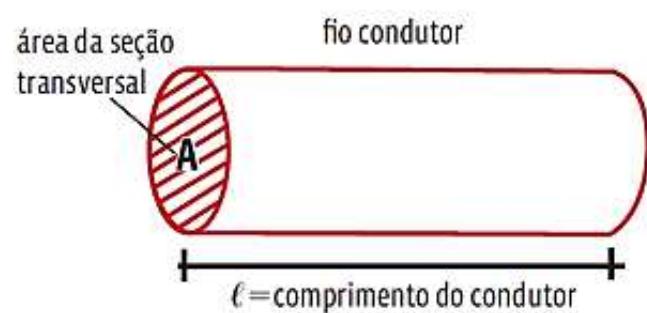


# RECORDANDO



## A 2<sup>a</sup>. LEI DE OHM

- A 2<sup>a</sup> Lei de Ohm afirma que a resistência elétrica de um condutor homogêneo, e de seção transversal constante, é proporcional ao seu comprimento  $l$ , inversamente proporcional à sua área transversal  $A$  e é função do material que o compõe, especificamente, da sua resistividade elétrica  $\rho$ .



A resistividade  $\rho$  ( $\Omega \cdot m$ ) é uma grandeza característica do material de que é feito o resistor e também da temperatura ambiente.

$$1\Omega \cdot m = 10^6 \Omega \cdot mm^2/m$$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

Material	Resistividade ( $\Omega \cdot mm^2/m$ )	Condutibilidade ( $S \cdot m / mm^2$ )
Alumínio	0,02857	35
Cobre	0,0172	58
Constantan	0,5	2
Estanho	0,11 – 0,14	9,1 – 7,1
Ferro	0,10 – 0,15	10 – 6,7
Mercúrio	0,95	1,05
Níquel	0,10	10
Prata	0,016	62,5
Platina	0,095	10,5
Chumbo	0,204	4,9
Tungsténio	0,055	18,2
Zinco	0,063	15,9

# VARIAÇÃO DA RESISTIVIDADE COM A TEMPERATURA

- A resistividade de um material varia com a temperatura, pois aumentando-a ocorre um aumento na agitação dos átomos do resistor. Isso faz com que os elétrons livres da corrente tenham maior número de colisões, ocasionando um aumento na resistividade.
- Sendo  $\rho_o$  a resistividade do resistor na temperatura  $\theta_o$  (ambiente), o seu valor na temperatura  $\theta$  (máx.400°C) é expresso por:

$$\rho = \rho_o [ 1 + \alpha (\theta - \theta_o) ]$$

$\alpha$ : constante que depende da natureza do material, denominada coeficiente de temperatura ( $^{\circ} C^{-1}$ )

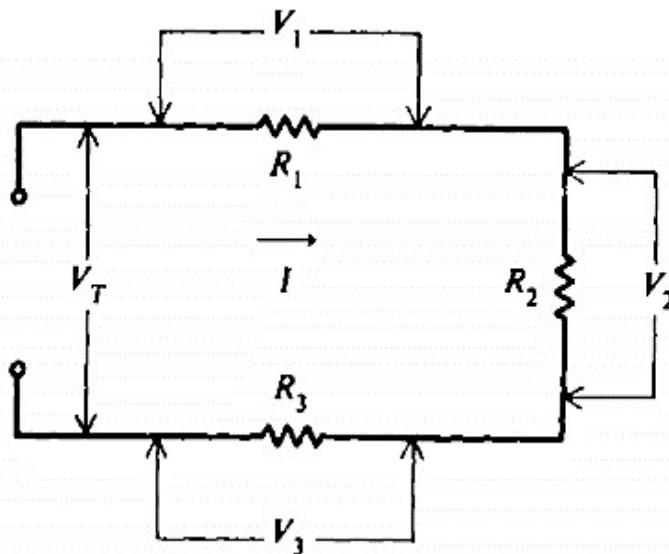
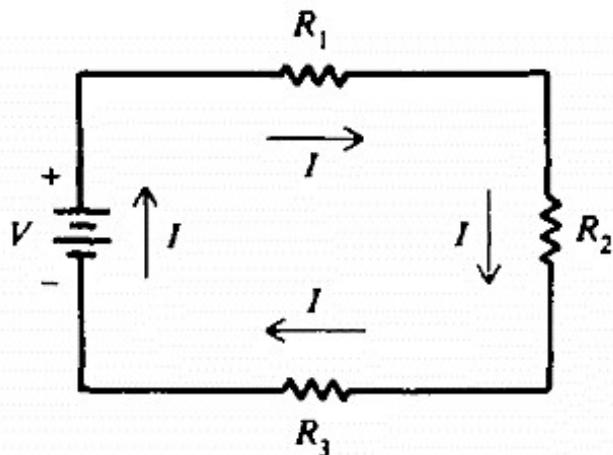
- Sob ddp constante, um resistor metálico, ao ser aquecido, aumenta a sua resistividade e, portanto, a sua resistência elétrica também aumenta e a corrente elétrica diminui

$$R = R_o [ 1 + \alpha (\theta - \theta_o) ]$$

# CIRCUITOS SÉRIE DE CORRENTE CONTÍNUA

## TENSÃO, CORRENTE E RESISTÊNCIA EM CIRCUITOS SÉRIE

- Um circuito série é aquele que permite somente um percurso para a passagem da corrente.
- A corrente do circuito é a mesma em todos os pontos que o definem.
- A resistência equivalente do circuito é a soma de todas as resistências.



RELAÇÕES VÁLIDAS PARA O CIRCUITO:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \frac{V}{R_{eq}}$$

$$V_1 = R_1 \cdot I$$

$$V_2 = R_2 \cdot I$$

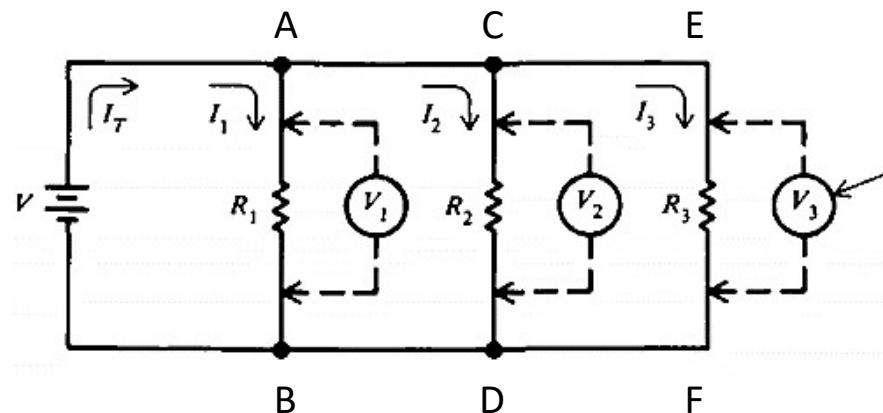
$$V_3 = R_3 \cdot I$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

# CIRCUITOS PARALELO DE CORRENTE CONTÍNUA

## TENSÃO, CORRENTE E RESISTÊNCIA EM CIRCUITOS PARALELO

- Um circuito paralelo é aquele no qual dois ou mais componentes estão ligados à mesma fonte de tensão e existe mais de um percurso para a passagem da corrente elétrica.
- A tensão de cada ramo do circuito é a mesma tensão da fonte.
- A corrente elétrica total é a soma das correntes de todos os ramos.
- A resistência equivalente do circuito é o inverso da soma dos inversos de todas as resistências de cada ramo.



OBS: Os ramos deste circuito são os trechos AB, CD e EF.

### RELAÇÕES VÁLIDAS PARA O CIRCUITO:

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

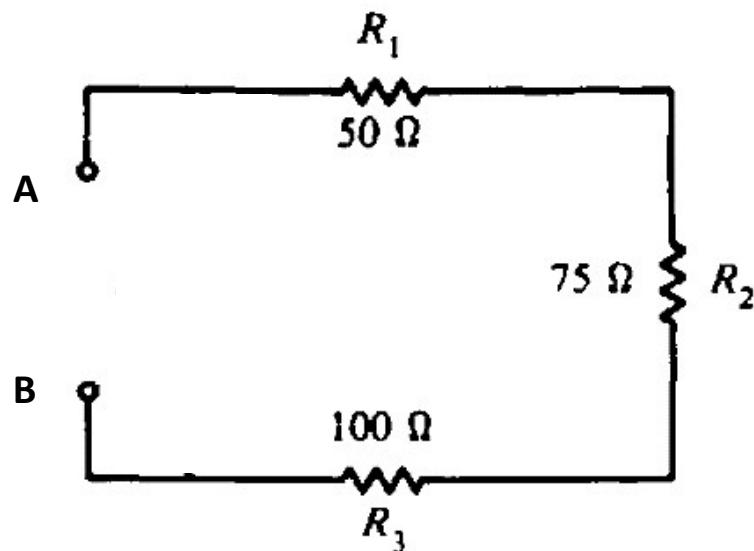
$$V = V_1 = V_2 = V_3 = R_{eq} \cdot I_T$$

$$V_1 = R_1 \cdot I_1 \quad | \quad V_2 = R_2 \cdot I_2 \quad | \quad V_3 = R_3 \cdot I_3$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

# EXERCÍCIOS

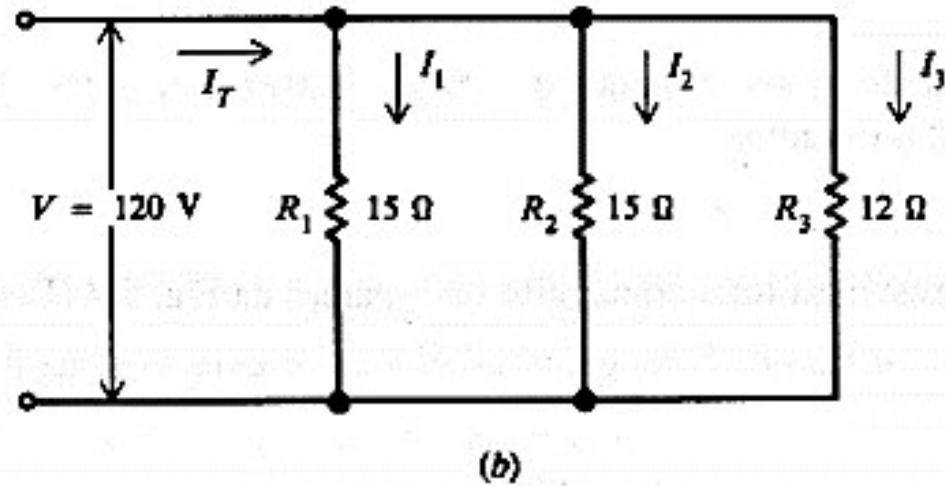
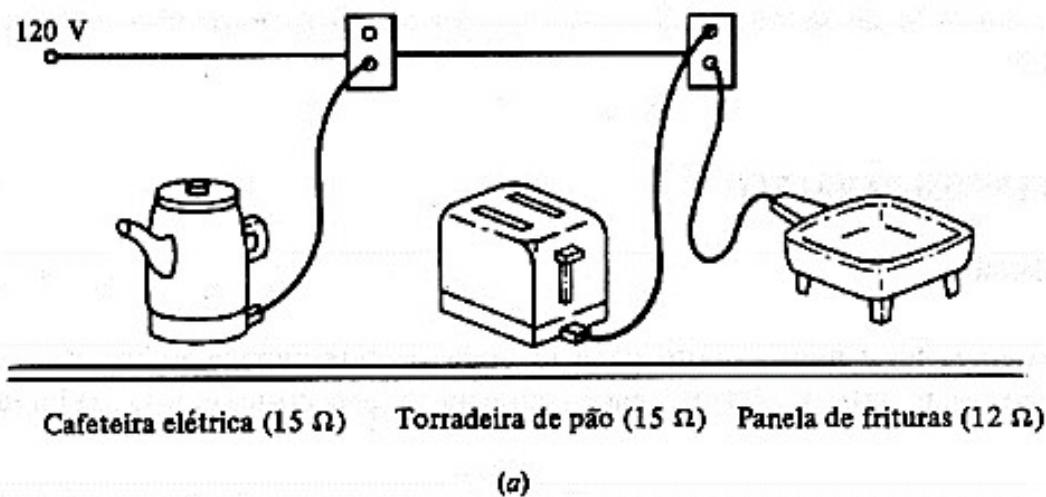
1. O circuito série é formado por resistores de  $50\ \Omega$ ,  $75\Omega$  e  $100\ \Omega$ , conforme pode ser visto a seguir. Considerando que acople a este circuito (em AB) uma fonte de tensão contínua de 15 V, determine:



- a. O circuito fechado, incluindo a fonte.
- b. A resistência equivalente do circuito.
- c. A corrente total do circuito.
- d. A tensão em  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ .
- e. A potência dissipada em  $R_1$ .

# EXERCÍCIOS

2. Um circuito paralelo é formado por uma cafeteira elétrica, uma torradeira e um *grill* ligados às tomadas de 120 V de uma cozinha, cuja disposição é mostrada em (a). Estime o valor da corrente que fluirá em cada ramo do circuito esquematizado em (b), ou seja, a corrente de cada eletrodoméstico ligado à rede elétrica, considerando que os cálculos possam ser realizados admitindo corrente contínua. Estime a potência elétrica de cada um dos dispositivos, nas mesmas condições.



# EXERCÍCIOS

## PLANTA DE UMA RESIDÊNCIA



Calcular os gastos com energia elétrica em uma residência.



INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA



# EXERCÍCIOS

## ETAPA 1: FAZER A DISTRIBUIÇÃO DE ELETRODOMÉSTICOS E LÂMPADAS

- a. Estimar do consumo de energia elétrica na residência e o gasto mensal, consultando a Tabela 1.
- Considere que o valor do kW.h é de R\$ 0,412.
  - Considerar 1 **lâmpada fluorescente 23 W compacta** para cada cômodo da casa.
  - A Tabela apresenta o número de eletrodomésticos a serem distribuídos adequadamente nos ambientes.

Equipamentos	Quantidade
Lâmpadas	5
TV	2
Computador	2
Forno Microondas	1
Chuveiro	1
Videogame	1
Liquidificador	1
Batedeira	1
Geladeira 2 Portas	1
Fogão	1

# EXERCÍCIOS

## ETAPA 2: TROCA DE LÂMPADAS

- a. Se as lâmpadas fluorescentes forem trocadas por lâmpadas LED, qual a economia mensal de energia (em kWh e em R\$)?
- b. Com base nos preços das lâmpadas, se trocarmos as fluorescentes por LEDs, quanto tempo o investimento inicial (as lâmpadas LED são mais caras) será reposto?

## ETAPA 3: SOLUÇÕES INOVADORAS

Propor ações que possibilitem a redução do consumo de energia, utilizando a otimização do desempenho energético, uso de soluções inovadoras entre outros.

INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA



Tabela 1. Potência e tempo de uso médio para eletrodomésticos

Aparelhos Elétricos	Potência Média Watts	Dias estimados Uso/Mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (Kwh)				
ABRIDOR/AFIADOR	135	10	5 min	0,11				
AFIADOR DE FACAS	20	5	30 min	0,05				
APARELHO DE SOM 3 EM 1	80	20	3 h	4,8				
APARELHO DE SOM PEQUENO	20	30	4 h	2,4				
AQUECEDOR DE AMBIENTE	1550	15	8 h	126,0				
AQUECEDOR DE MAMADEIRA	100	30	15 min	0,75				
AR-CONDICIONADO 7.500 BTU	1000	30	8 h	120				
AR-CONDICIONADO 10.000 BTU	1350	30	8 h	162				
AR-CONDICIONADO 12.000 BTU	1450	30	8 h	174				
AR-CONDICIONADO 15.000 BTU	2000	30	8 h	240				
AR-CONDICIONADO 18.000 BTU	2100	30	8 h	252				
ASPIRADOR DE PÓ	100	30	20 min	10,0				
BARBEADOR/DEPILADOR/MASSAGEADOR	10	30	30 min	0,15				
BATEDEIRA	120	8	30 h	0,48				
BOILER 50 a 60 L	1500	30	6 h	270,0				
BOILER 100 L	2030	30	6 h	365,4				
BOILER 200 a 500 L	3000	30	6 h	540,0				
BOMBA D'ÁGUA 1/4 CV	335	30	30 min	5,02				
BOMBA D'ÁGUA 1/2 CV	613	30	30 min	9,20				
BOMBA D'ÁGUA 3/4 CV	849	30	30 min	12,74				
BOMBA D'ÁGUA 1 CV	1051	30	30 min	15,77				
BOMBA AQUÁRIO GRANDE	10	30	24 h	7,2				
BOMBA AQUÁRIO PEQUENO	5	30	24 h	3,6				
CAFETEIRA ELÉTRICA	600	30	1 h	18,0				
CHURRASQUEIRA	3800	5	4 h	76,0				
CHUVEIRO ELÉTRICO	3500	30	40 min **	70,0				
CIRCULADOR AR GRANDE	200	30	8 h	48,0				
CIRCULADOR AR PEQUENO/MÉDIO	90	30	8 h	21,6				
COMPUTADOR/IMPRESSORA/ESTABILIZADOR	180	30	3 h	16,2				
CORTADOR DE GRAMA GRANDE	1140	2	2 h	4,5				
CORTADOR DE GRAMA PEQUENO	500	2	2 h	2,0				
ENCERADEIRA	500	2	2 h	2,0				
ESCOVA DE DENTES ELÉTRICA	50	30	10 min	0,2				
ESPREMEDOR DE FRUTAS	65	20	10 min	0,22				
EXAUSTOR FOGÃO	170	30	4 h	20,4				
EXAUSTOR PAREDE	110	30	4 h	13,2				
FACA ELÉTRICA	220	5	10 min	0,18				
FERRO ELÉTRICO AUTOMÁTICO	1000	12	1 h	12,0				
FOGÃO COMUM	60	30	5 min	0,15				
FOGÃO ELÉTRICO 4 CHAPAS	9120	30	4 h	1094,4				
FORNO								
À RESISTÊNCIA GRANDE	1500	30	1 h	45,0				
FORNO À RESISTÊNCIA PEQUENO	800	20	1 h	16,0				
FORNO MICROONDAS	1200	30	20 min	12,0				
FREEZER VERTICAL/HORIZONTAL	130	+	+	50				
FRIGOBAR	70	+	+	25,0				
FRITADEIRA ELÉTRICA	1000	15	30 min	7,5				
GELADEIRA 1 PORTA	90	+	+	30				
GELADEIRA 2 PORTAS	130	+	+	55				
GRILL	900	10	30 min	4,5				
IOGURTEIRA	26	10	30 min	0,1				
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 11W	11	30	5 h	1,65				
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 15 W	15	30	5 h	2,2				
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 23 W	23	30	5 h	3,5				
LÂMPADA INCANDESCENTE - 40 W	40	30	5 h	6,0				
LÂMPADA INCANDESCENTE - 60 W	60	30	5 h	9,0				
LÂMPADA INCANDESCENTE - 100 W	100	30	5 h	15,0				
LAVADORA DE LOUÇAS	1500	30	40 min	30,0				
LAVADORA DE ROUPAS	500	12	1 h	6,0				
LÍQUIDIFICADOR	300	15	15 min	1,1				
MÁQUINA DE COSTURA	100	10	3 h	3,9				
MÁQUINA DE FURAR	350	1	1 h	0,35				
MICROCOMPUTADOR	120	30	3 h	10,8				
MOEDOR DE CARNES	320	20	20 min	1,2				
MULTIPROCESSADOR	420	20	1 h	8,4				
NEBULIZADOR	40	5	8 h	1,6				
OZONIZADOR	100	30	10 h	30,0				
PANELA ELÉTRICA	1100	20	2 h	44,0				
PIPOQUEIRA	1100	10	15 min	2,75				
RÁDIO ELÉTRICO GRANDE	45	30	10 h	13,5				
RÁDIO ELÉTRICO PEQUENO	10	30	10 h	3,0				
RÁDIO RELOGIO	5	30	24 h	3,6				
SALINA	5000	5	1 h	25,0				

Fonte: [www.eletrobras.gov.br](http://www.eletrobras.gov.br)



**Tabela 1. Potência e tempo de uso médio para eletrodomésticos (CONTINUAÇÃO)**

<b>Energia</b> (Elétrica)	
Fabricante	REFRIGERADOR
Electrolux do Brasil S.A	
Marca	Electrolux
Tipo de degelo	Semi-Automático
Modelo/tensão(V)	RE31/220V
Mais eficiente	
	A
Menos eficiente	
<b>CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)</b> (adotado no teste clima tropical)	<b>23,7</b>
Volumes: compartimento refrigerado (ℓ)	214,0
compartimento do congelador (ℓ)	26,0
total do refrigerador (ℓ)	240,0
Temperatura do congelador (°C)	* -6

Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia  
Linha de Refrigeradores e Assemelhados - RESP/001-REF

Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual  
do aparelho.

**PROCEL** PROGRAMA DE COMBATE  
AO DESPERDÍCIO DE ENERGIA ELÉTRICA

IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ  
EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR  
68001089



REV 00

	POTÊNCIA (W)			
SECADOR DE CABELO GRANDE	1400	90	10 min	7,0
SECADOR DE CABELOS PEQUENO	600	30	15 h	4,5
SECADORA DE ROUPA GRANDE	3500	12	1 h	42,0
SECADORA DE ROUPA PEQUENA	1000	8	1 h	8
SECRETÁRIA ELETRÔNICA	20	30	24 h	14,4
SORVETEIRA	15	5	2 h	0,1
TORNEIRA ELÉTRICA	3500	30	30 min	52,5
TORRADEIRA	800	30	10 min	4,0
TV EM CORES - 14"	60	30	5 h	9,0
TV EM CORES - 18"	70	30	5 h	10,5
TV EM CORES - 20"	90	30	5 h	13,5
TV EM CORES - 29"	110	30	5 h	18,5
TV EM PRETO E BRANCO	40	30	5 h	6,0
TV PORTÁTIL	40	30	5 h	6,0
VENTILADOR DE TETO	120	30	8 h	28,8
VENTILADOR PEQUENO	65	30	8 h	15,6
VIDEOCASSETE	10	8	2 h	0,16
VIDEOGAME	15	15	4 h	0,9

TV LED

250W

Fonte: [www.eletrobras.gov.br](http://www.eletrobras.gov.br)

# SIMULADOR - ENEL

[enel-rj.simuladordeconsumo.com.br](http://enel-rj.simuladordeconsumo.com.br)

The screenshot shows a web browser displaying the Enel Consumption Simulator. The URL in the address bar is [enel-rj.simuladordeconsumo.com.br](http://enel-rj.simuladordeconsumo.com.br). The page features a large banner image of a woman looking into an open refrigerator filled with fresh produce like grapes, oranges, and lettuce. Overlaid on the banner is the text "Simulador de Consumo" and "Entenda melhor o seu consumo de energia". A prominent "INICIAR" button is centered below the banner. The Enel logo is visible in the top left corner of the browser window. The top right corner of the browser window contains icons for star, cloud, puzzle, and user profile.

INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA



*Campus São Caetano do Sul*  
Praça Mauá, 01 - São Caetano do Sul - SP