

# Eficiência Energética em uma instalação Elétrica Residencial Antiga com a Substituição dos condutores

**Diego Moura Alves**

Faculdade Pitágoras de Linhares – Brasil  
[dmour.dm@gmail.com](mailto:dmour.dm@gmail.com)

**Janaria Candeias de Oliveira**

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil  
[janarya.candeias@hotmail.com](mailto:janarya.candeias@hotmail.com)

**Rafael Carminati**

Faculdade Pitágoras de Linhares – Brasil  
[rafaelcarminati@hotmail.com](mailto:rafaelcarminati@hotmail.com)

**Tainara Candeias Oliveira**

Faculdade Pitágoras de Linhares – Brasil  
[tainara.candeias@outlook.com](mailto:tainara.candeias@outlook.com)

## ABSTRACT

*Large periods of drought have become more frequent in Brazil, increasing concern about energy insufficiency, since the Brazilian energy matrix is mostly made up of water resources. In this sense, it is necessary to obtain solutions that reduce the consumption of electric energy, avoiding a new collapse in the sector, as occurred in 2001. In this sense, this work aims at obtaining energy efficiency by updating electrical systems in old electrical installations, where a 35-year-old electrical installation was replaced by an installation that would meet the demand of residents and comply with regulatory standards. With the new electrical installation it was possible to save on average 125 kWh per month and the minimum time for amortization of the investment was 22.34 months.*

**Keywords:** Residential electrical installation; Old electrical installation; Energy efficiency.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações do setor energético brasileiro é os longos períodos de estiagens, os quais estão se tornando cada vez mais frequentes. A matriz energética nacional de geração de energia elétrica, é em sua grande parte constituída da geração oriunda de hidroelétricas, representando 68,1%, totalizando 421,7 TWh (EPE, 2017).

As usinas hidroelétricas têm papel fundamental para o desenvolvimento do nosso país, pois apresenta baixo custo de geração quando à comparamos com as outras fontes de geração de energia elétrica. Porém os períodos de estiagem comprometem o seu funcionamento, podendo assim acarretar colapsos ao Sistema Interligado Nacional – SIN, como o apagão energético que ocorreu no ano de 2001 (BRONZATTI; IAROSINSKI NETO, 2008).

Segundo a EPE (Empresa de Pesquisa Energética), 2014, o consumo de energia elétrica pelo setor residencial quase que duplicou nas duas últimas décadas, influenciado diretamente pelo aumento de aquisições de eletrodomésticos e número de domicílios.

De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2017, tendo como ano base 2016, o setor residencial foi responsável por 25,6% de todo o consumo de energia elétrica. Devido à grande quantidade de eletricidade consumida por esse setor, a economia de energia por parte dele representa um alívio significativo do setor energético. A redução do consumo de eletricidade pelo setor residencial pode ser realizado através de medidas simples mais que representam reduções significativas do desperdício de energia elétrica, como a troca dos condutores em instalações elétricas antigas.

As instalações elétricas antigas apresentam uma tendência natural de inadequações, considerando que: hoje a demanda de carga elétrica é maior do que quando as instalações foram projetadas, devido ao uso de novos equipamentos elétricos/ eletrônicos; evolução dos critérios técnicos e normas de segurança que envolvem eletricidade; condições de segurança aplicável aos usuários e a equipamentos. Essas inadequações podem ocasionar perdas de eletricidade, gerando um gasto desnecessário de energia, além do risco de acidentes que provoquem danos físicos e materiais. (DANIEL, 2010).

Segundo o Anuário Estatístico da Abracopel (2018), no ano de 2017, no Brasil, aconteceram 451 casos de incêndios ocasionados por curtos-circuitos, levando a óbito 30 pessoas. As causas são atribuídas ao excesso de equipamentos, às “gambiaras” elétricas, às instalações elétricas antigas e à falta de manutenção das instalações.

Com a atualização das instalações elétricas antigas, pode-se reduzir o consumo de eletricidade aumentando assim a eficiência energética, uma vez que eliminaria os desperdícios de energia elétrica proveniente de má condições dos cabos elétricos utilizados, do aumento das cargas elétricas sem previsão técnica, da falta de manutenção, do estado precário das instalações e do superaquecimento dos contatos, além de se tornar indispensável para garantir a segurança dos usuários, diminuindo drasticamente o risco de acidentes com incêndios provocados por curtos-circuitos, além da redução de acidentes residenciais envolvendo choque elétrico (FREITAS, 2011).

Este trabalho buscou avaliar as condições de um sistema elétrico residencial com mais de 30 anos que foi feito a instalação elétrica, com o intuito de demonstrar a economia a longo prazo com a atualização das instalações elétricas, identificando a viabilidade econômica de se investir em modernização, redimensionamento e segurança das instalações elétricas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Primeira Lei da Termodinâmica, ou como é conhecida, Lei da Conservação de Energia nos fornece conceitos para definir a eficiência energética. Podemos relacionar a eficiência energética com o efeito energético útil com o consumo energético no sistema. Lembrando que de acordo com a Lei da Conservação de Energia, na natureza nada se perde nada se cria, tudo se transforma, a energia que não foi útil, transforma-se em energia térmica, tendo assim o Efeito Joule (LEAL; CORTEZ; NEBRA, 2000).

Em uma residência uma das soluções para evitar o desperdício de energia por efeito Joule é ter uma instalação elétrica projetada e executada dentro das normas técnicas brasileiras (NBR)<sup>1</sup> que atenda a demanda atual de energia elétrica de acordo com as cargas utilizadas pelos usuários. Entre as NBRs

---

<sup>1</sup> NBR – Denominação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

mais úteis em elaboração e execução de um projeto de instalação elétrica residencial de baixa tensão estão (LIMA FILHO; 2011):

- NBR 5410 – instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5444 – símbolos gráficos para instalações elétricas prediais;
- NBR 5419 – proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.

No que diz respeito à segurança, a norma que regulamenta as instalações elétrica é a NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (LIMA FILHO; 2011)

Um projeto elétrico consiste na antevisão escrita e na descrição detalhada de uma instalação elétrica. É na etapa do projeto que é feito todos os dimensionamentos necessários. Como o cálculo de demanda, determinando assim a potência de alimentação da instalação, também é feito o dimensionamento de iluminação e de tomadas, definindo os pontos e quantidades de tomadas e lâmpadas, dimensionamento de eletrodutos e o esquema de aterramento (CREDER, 2013).

O dimensionamento dos condutores também é realizado nessa fase, a bitola de um condutor é determinada pela quantidade total de carga do circuito elétrico. O dimensionamento de condutores tem por objetivo a utilização da seção mais adequada para permitir a passagem da corrente elétrica, sem que haja aquecimento excessivo, mantendo a queda de tensão dentro dos limites permitidos pela norma. Os condutores por sua vez, são separados por circuitos, a divisão da instalação em circuitos terminais, aumenta a segurança e a conservação de energia, pois reduz a queda de tensão e a corrente nominal. (CARVALHO JÚNIOR, 2011).

Outra etapa do projeto elétrico é o dimensionamento dos dispositivos de proteção, que tem como propósito garantir a segurança de pessoas, animais domésticos e bens contra perigos e danos que possam resultar da utilização das instalações elétricas, em condições previstas (CAVALIN; CERVELIN, 2006).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A início foi necessário fazer o levantamento da potência instalada da residência, sendo esta informação útil para o cálculo de demanda, para assim dividir o trabalho em duas grandes fases. A primeira fase é em relação a instalação elétrica existente na casa, ou seja, a instalação elétrica antiga, sendo a segunda fase atribuída ao novo projeto elétrico, sendo este implantado na residência.

#### 3.1 Instalação elétrica antiga

A princípio foram realizadas medições após o medidor tarifário, para conferência dos valores de tensão e corrente. Estas medições foram feitas inicialmente com todos os equipamentos e aparelhos domésticos desligados, verificando-se assim se a instalação apresentava fuga de corrente, posteriormente foram realizadas medições com alguns aparelhos ligados. Os aparelhos que estavam ligados foram: duas geladeiras; chuveiro elétrico na posição verão; TV; DVD player; ferro de passar; máquina de lavar; freezer; dois ventiladores e uma bomba d'água para verificar o consumo de energia.

Após as medições no relógio tarifário, foram realizadas medições de tensão em pontos de tomadas, com a finalidade de verificar se a instalação apresentava queda de tensão. Para realizar as medições foi utilizado o alicate volt-amperímetro digital, da marca Minipa, modelo ET-3200A, com resolução de 10mA e 100mV. Este aparelho foi utilizado em todas as medições de tensão e corrente feitas neste presente trabalho.

Após findadas as medições iniciais, foi realizado um levantamento em relação a parte física da instalação elétrica, sendo verificado a quantidade de pontos de tomadas, pontos de iluminação, divisão dos circuitos terminais, dispositivos de proteção, bitola dos condutores, eletrodutos. Feito o levantamento destas informações, foi feito uma análise para verificar a necessidade de realizar uma atualização na instalação elétrica.

### 3.2 Novo projeto elétrico

Ao constar a necessidade de realizar uma atualização na Instalação elétrica, deu-se início a segunda fase do trabalho, iniciado pela elaboração de um projeto elétrico adequado para a unidade consumidora, seguido pela execução do projeto e por fim foi feito as medições finais com o intuito de compara-las as medições iniciais.

As medições finais seguiram o mesmo processo que as medições iniciais, sendo inicialmente feitas com todos os equipamentos e aparelhos domésticos desligados, para verificar se a instalação apresentava fuga de corrente, e posteriormente feita com alguns aparelhos ligados. Os aparelhos que estavam ligados eram: duas geladeiras; chuveiro elétrico na posição verão; TV; DVD player; ferro de passar; máquina de lavar; freezer; dois ventiladores e uma bomba d'água para verificar o consumo de energia.

Após as medições no relógio tarifário, foram realizadas medições de tensão em pontos de tomadas, com a finalidade de verificar se a instalação apresentava queda de tensão. Após findadas as medições foi feito uma comparação com os resultados obtidos nas medições ainda com o projeto antigo, com a intenção de verificar a relação de custo-benefício da implantação do novo projeto.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo foi realizado em uma residência situada no município de Rio Bananal, Distrito de São Bento, S/N. A mesma possui 95,25 m<sup>2</sup> e carga instalada de 10,48 KVA, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Potência instalada

POTÊNCIA INSTALADA			
Aparelhos	Quantidade	Potência Un (W)	Potência total (W)
Bomba D'Água	1	1000	1000
Churrasqueira	1	40	40
Ventilador	3	70	210
Televisão	1	100	100
Notebook	1	50	50
Geladeiras	1 / 1	150 / 200	350
Freezer	1	350	350
Batedeira	1	200	200
Sanduicheira	1	1000	1000
Ferro elétrico	1	1000	1000
Liquidificador	1	150	150
DVD player	1	30	30

<b>Chuveiro elétrico</b>	1	5400	5400
<b>Lavadora de roupa</b>	1 / 1	500 / 800	1300
<b>Lâmpada Fluorescente</b>	8	25	200
<b>TOTAL</b>			<b>10480 VA</b>

A partir da potência instalada, utilizamos esse valor para encontrar o valor de demanda de energia necessária para a unidade consumidora, seguindo de acordo com a concessionária de energia local edp escelsa. Considerando uma potência de 4080 VA para os pontos de iluminação e TUG's o fator de demanda a ser utilizado é de 0,52. O cálculo de demanda apresentou um valor de 8.686 W, de acordo com a edp escelsa, a categoria de atendimento para a unidade consumidora em estudo é a U, sendo 2 fios, 1 fase e 1 neutro e tensão de 127 V.

#### 4.1 Estudo da instalação elétrica antiga

A instalação elétrica antiga era constituída apenas de dois circuitos terminais, um circuito para toda a parte interna da casa e o outro circuito para acionamento da bomba d'água. Apresentando uma iluminação inadequada, e com uma quantidade insuficiente de tomadas, somando uma quantidade de 9 unidades, apresentando uso de vários adaptadores do tipo benjamim.

Em relação aos condutores, a instalação possuía um condutor de 2,5 mm<sup>2</sup> de cobre rígido, que servia como o "tronco" da instalação. Neste tronco eram feitas as derivações para alimentar as tomadas e as lâmpadas, utilizando cabo de 1,5 mm<sup>2</sup> de cobre. O circuito da casa possuía fios de várias cores, porém não seguiam um padrão para a utilização dos mesmos. A rede mestra, ou o "tronco", estava com as isolações completamente ressecada, comprovando o sobreaquecimento dos mesmos.

No circuito de alimentação da bomba d'água, eram utilizados dois fios rígidos de cor branca de 2,5 mm<sup>2</sup>. O fio de fase era alimento na saída do relógio medidor, sendo este o local mais próximo do da bomba, o neutro era alimentado na chegada da energia à casa, onde seguia para o disjuntor de 25 A e o retorno seguia para a bomba. Como eletroduto, existiam mangueiras de PVC colocadas no interior da parede.

#### 4.2 Constatação da necessidade de realizar a atualização na instalação elétrica

A constatação da necessidade da atualização da instalação elétrica desta unidade consumidora se deu por dois motivos. Sendo o primeiro motivo o consumo elevado de energia, a instalação antiga não é eficiente, uma vez que parte da energia disponível é convertida em calor, o segundo motivo foi a falta de segurança para os seus usuários e bens. O consumo elevado de energia elétrica da instalação foi comprovado utilizando o aparelho Alicate Volt-amperímetro, sendo realizadas análises com grande parte das cargas ligadas no mesmo instante, e outras com os circuitos totalmente sem carga.

Para esses testes foram obtidos os seguintes resultados:

- Para os circuitos sem nenhuma carga conectada à rede, a medição da corrente na saída do relógio medidor apresentou uma corrente elétrica de 0,6 A;
- A tensão de saída do disjuntor geral foi de 124,1 V, porém nos pontos de utilização, mesmo com todos os equipamentos desligados, chegavam apenas 119 V.

Nas análises feitas com os aparelhos de TV, DVD, duas geladeiras, ferro de passar, uma máquina de lavar, freezer, dois ventiladores e chuveiro elétrico na posição verão e a bomba d'água, ligados simultaneamente, foram obtidos os seguintes resultados:

- A tensão verificada nos pontos de utilização passou a ser 109 V;
- E a corrente de pico na saída do medidor foi de 67 A, se estabilizando em 58,2 A.

Em relação à segurança da instalação foram verificadas as seguintes irregularidades:

- Falta do condutor de proteção;
- Falta de dispositivo de proteção residual;
- Falta de dispositivos contra sobretensões;
- Fios com visível excesso de aquecimento;
- Seção dos fios menor do que a adequada para o total de cargas;
- Emendas com o isolante ressecado;
- Falta de eletrodutos;

### 4.3 Estudo do novo projeto elétrico

Depois da constatação da necessidade da atualização da instalação elétrica, iniciou-se o processo de elaboração do novo projeto para a unidade consumidora em estudo. Seguindo as normas regulamentadoras. Com o intuito de minimizar as quedas de tensões, facilitar a manutenção do sistema e garantir uma maior segurança, o projeto foi dividido em 6 circuitos de acordo com o Tabela 2.

Tabela 2 - Divisão da instalação em circuitos

Nº do circuito	Tipo	Especificação	Potência total (VA)
1	TUE	Chuveiro	5400
2	TUG's	Cozinha, área de serviço, varanda e WC	1800
3	Ilum.	Todas as lâmpadas	288
4	TUG's	Dormitórios e sala	1400
5	TUG's	Sala de jantar	2000
6	TUE	Bomba d'água	1000
<b>Carga Instalada (VA)</b>			<b>11920</b>
<b>Demanda (VA)</b>			<b>8884</b>
<b>Corrente total (A)</b>			<b>69,95</b>

A Tabela 3 traz o dimensionamento da bitola dos condutores, disjuntores e eletrodutos.

Tabela 3 – Dimensionamento de condutores, disjuntores e eletrodutos.

Nº do circuito	Corrente (A)	Bitola do condutor (mm <sup>2</sup> )	Disjuntor (A)	Eletroduto (mm)
1	42,52	10	50	25
2	14,17	2,5	20	20
3	2,26	1,5	16	20
4	11,02	2,5	16	20
5	15,75	2,5	20	20
6	7,87	2,5	10	20

Proteção Geral	
Disjuntor termomagnético	70 A
Disjuntor interruptor DR	80 A

#### 4.4 Medições finais após a execução do novo projeto elétrico

Após a execução da instalação do novo projeto elétrico, para comprovar a redução do gasto com energia elétrica, foram realizadas medições similares as feitas na instalação elétrica antiga, sendo o consumo atual de energia elétrica da instalação comprovado por utilização do aparelho Alicates Volt-amperímetro. Para as medições foram obtidos os seguintes resultados:

- Para os circuitos sem nenhuma carga conectado à rede, o valor mensurado de corrente elétrica na saída do relógio medidor foi de 0 A.
- A tensão de saída do disjuntor geral foi de 124,1 V. Nos pontos de utilização o valor mensurado com todos os equipamentos desligados também foi de 124,1 V.

Nas análises feitas com os aparelhos de TV, DVD, duas geladeiras, ferro de passar, uma máquina de lavar, freezer, dois ventiladores e chuveiro elétrico na posição verão e a bomba d'água ligados simultaneamente, foram obtidos os seguintes resultados:

- A tensão verificada nos pontos de utilização passou a ser 116,8 V;
- A corrente elétrica de pico na saída do medidor foi de 63 A, estabilizando-se em 53,4 A.

#### 4.5 Instalação elétrica antiga x nova instalação elétrica

Após as medições finais realizadas na instalação elétrica do novo projeto elétrico, e de posse dos dados captados com as medições iniciais, podemos realizar o confronto do consumo de energia elétrica entre as duas instalações.

A instalação elétrica antiga apresentava uma fuga constante de corrente elétrica de 0,6 A, representando um consumo de energia de 53,61 kWh por mês. A nova instalação elétrica não apresenta fuga de corrente.

Levando em consideração um cenário onde a maior parte dos equipamentos elétricos/eletrônicos encontram-se ligados simultaneamente, o valor de corrente elétrica apresentado pela instalação elétrica antiga foi de 58,2 A. Enquanto que para o mesmo cenário, o a nova instalação elétrica apresentou um consumo de 53,4 A. A diferença de consumo entre as duas instalações é de 4,8 A, se levarmos em consideração que esses equipamentos permaneçam ligados simultaneamente ao longo do dia por 4 h, obtemos uma diferença de consumo de eletricidade de 71,48 kWh.

Se levarmos em consideração todas as perdas aqui mencionadas, ao final de um mês a diferença de consumo entre as duas instalações chega a 125,09 kWh.

Com a Equação 1 podemos calcular o valor em real que é possível economizar mensalmente com a nova instalação elétrica.

$$\frac{\text{Quantidade em kWh} \times (TUSD + TE) \times 100}{100 - \text{Tributos}} \quad (1)$$

Onde:

TUSD – o valor para o grupo rural 0,13622 R\$/kWh.

TE – bandeira verde 0,15178 R\$/kWh, bandeira amarela 0,17678 R\$/kWh e para bandeira vermelha 0,19678 R\$/kWh.

Tributos - os tributos empregados na conta de energia são PIS, CONFINS e ICMS. Utilizando a média dos valores do ano de 2015 até o mês de novembro, encontramos o valor de 30,72 %. Destes, o valor do ICMS é fixo em 25%.

Os valores acima têm como base o ano de 2015.

A Tabela 4 representa o valor em reais gastos com as perdas de energia pelo período de um mês em cada bandeira tarifária.

Tabela 4 - Valores em reais gastos com as perdas de energia nas três bandeiras tarifárias

Consumo das perdas (KWh)	Valores das perdas em cada bandeira tarifária (R\$)		
	TE Bandeira Verde	TE Bandeira Amarela	TE Bandeira Vermelha
<b>53,61</b>	22,28591	24,22045	25,76809
<b>71,48</b>	29,71455	32,29394	34,35745
	<b>Total</b>		
<b>125,09</b>	52,00046	56,51439	60,12553

#### 4.5 Instalação elétrica antiga x nova instalação elétrica

O investimento necessário para a execução do novo projeto elétrico, no ano de 2015, foi de 1343,35 reais. Este valor compreende apenas o custo com matérias, uma vez que o projeto elétrico e a mão de obra necessária para a elaboração e implantação não foram cobrados.

A redução de 125,09 kWh mensais possibilitava, no ano de 2015, uma economia máxima de R\$ 60,12 ao mês quando a bandeira tarifária era vermelha, apresentando uma economia mínima de 52 reais quando a bandeira tarifária fosse a verde.

A Tabela 5 nos fornece uma relação benefício-custo e tempo de amortização do investimento aplicado na atualização da instalação elétrica, ano base 2015.

Tabela 5 - Relação benefício – custo e tempo de retorno

TE + Bandeira Tarifária	Benefício por mês (R\$)	Custo (R\$)	Tempo de amortização (meses)
<b>TE + band. Verde</b>	52,00	1343,35	25,83
<b>TE + band. Amarela</b>	56,51		23,77
<b>TE + band. Vermelha</b>	60,13		22,34



Com o método de eficiência energética adotada pelo trabalho (troca dos condutores e demais componentes da instalação elétrica), com a economia obtida é possível pagar o custo do projeto com 22 meses e 11 dias, quando a bandeira tarifária for vermelha e aproximadamente 26 meses, quando a bandeira for verde, mantendo daí por diante a economia na conta de energia. Se levarmos em consideração o tempo de 10 anos para fazer uma nova revisão na instalação elétrica, o valor mínimo de lucro será de R\$ 4.888,00.

Vale salientar que o tempo de retorno utilizado foi o simples, onde não foram consideradas algumas variáveis, como o aumento do preço da energia elétrica e a desvalorização da moeda.

### 5. CONCLUSÃO

Este trabalho mostrou como as instalações elétricas antigas e mal dimensionadas consomem um valor excessivo de energia elétrica, quando a comparamos com uma instalação que segue as normas brasileira regulamentadoras.

A implantação do projeto elaborado neste estudo possibilitou uma conservação de energia elétrica de 125,09 kWh/mês, traduzidos em benefícios diretos, possibilitando uma economia de recursos na ordem de R\$ 60,00 por mês, isso quando a bandeira tarifária for a vermelha.

Além economia financeira obtida com a implantação do projeto, este trabalho também visou o aumento da segurança do sistema elétrico e de seus usuários, implantando dispositivos que atuam contra possíveis choques elétricos aplicados em seus usuários bem como danos que podem ser causados em seus bens.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCIÊNCIA PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE (ABRACOPEL). **Anuário estatístico brasileiro dos acidentes de origem elétrica**: ano base 2017. São Paulo, 2018.

BRONZATTI, Fabricio Luiz; IAROSINSKI NETO, Alfredo. **Matrizes Energéticas no Brasil: cenário 2010-2030**. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável, 2008, Rio de Janeiro. **Enegep**: encontro Nacional de Engenharia de Produção.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto. **Instalações elétricas: E projetos de arquitetura**. Ed 3ª. São Paulo: Blucher, 2011.

CREDER, H. **Instalações elétricas**. Ed 15ª. Rio de Janeiro: LTC - Livros técnicos e científicos, 2013.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais**. Ed 14ª. São Paulo. Érica, 2006.

DANIEL, Eduardo. **A segurança e eficiência energética nas instalações elétricas prediais: um modelo de avaliação**. 2010. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Consumo de energia no Brasil: análises setoriais**. Rio de Janeiro, 2014



# Sustentabilidade Urbana

## 14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



FREITAS, L. **Retrofit de instalações elétricas:** Renovando as instalações. Disponível em:  
<<http://www.programacasasegura.org/br/wp-content/uploads/2011/07/RE09.pdf>>. Acesso em 21 de mar.2015.

LEAL, P. M; CORTEZ, L. A. B; NEBRA, S. A. **Avaliação exergética de processos psicrométricos.**  
Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental, v4 , n3, p.421-428, 2000.

LIMA FILHO, Domingos Leite. **Projetos de instalações elétricas prediais.** Ed 12ª. São Paulo:Érica, 2011.

MINITÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - MME. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE).  
**Balço energético nacional 2017: Ano base 2016.** Rio de Janeiro, 2017.