

Controle de Energia Solar

Mário Leite

...

Todo processo de desenvolvimento mundial se baseia na energia elétrica; seja na geração, no emprego ou na distribuição. O mundo precisa cada vez mais de energia elétrica; e isto influi, necessariamente, na definição da matriz energética do país, em função de seus recursos. Embora o desenvolvimento de um país possa ser baseado em importações de recursos naturais que não os possui, o que pode incluir até alimentos, não há nada mais essencial nos dias atuais do que a garantia regular de combustíveis e energia elétrica. O Japão é um exemplo de importador de combustível e de energia, mesmo sendo considerado um exemplo de país desenvolvido; até os Estados Unidos importam quase metade do petróleo que consomem. O Brasil, sendo o quinto maior país do mundo em extensão, tem sua matriz energética elétrica baseada, principalmente, em hidroelétricas.

Por outro lado, com a humanidade optando por mais energia limpa (o tal padrão ESG) a energia extraída da radiação solar é uma das opções mais viáveis; principalmente no Brasil, um país tropical onde o Sol aparece durante o ano todo. Os argumentos para a utilização da energia solar como fonte de geração de energia elétrica são muitos, passando pela “limpeza”. Entretanto, o argumento mais forte a ser considerado é a dificuldade do país em investir na infraestrutura necessária para manter e ampliar sua matriz energética que é baseada, substancialmente, nas hidrelétricas. E esta dificuldade também pode ser creditada ao fator “precipitação de chuvas” que, por motivos naturais (efeito estufa, principalmente), está cada vez mais escassa e imprevisível.

A geração de energia solar fotovoltaica pode ser considerada uma modalidade recente no Brasil, embora já existiam estudos antigos a respeito do assunto; mas, só recentemente é que o governo considerou, seriamente, esta alternativa com incentivos fiscais e financiamento para pessoas físicas, o que antes era privilégio só de empresas. A matriz energética mundial é 36% baseada em carvão mineral e 24% com gás natural; o restante em outras formas de energia. Entretanto, o Brasil é o país que mais usa energia limpa e renovável (82%) com 68% baseada em energia hidráulica. A energia solar fotovoltaica no Brasil já representa cerca de 12% do total da nossa matriz energética, e só tende a crescer. A **figura 1** mostra um esquema de geração de energia solar fotovoltaica em uma residência, e a **figura 2** um diagrama de blocos reduzido para explicar o processo. Em resumo, o processo de obtenção/conversão de energia solar em energia elétrica é baseado na seguinte sequência:

- 1) O Sol emite energia na forma de radiação.
- 2) A energia emitida pelo Sol é captada por painéis (*placas*) fotovoltaicos.
- 3) Os painéis fotovoltaicos convertem a energia solar em energia elétrica com corrente contínua, que flui para o Inversor.
- 4) O Inversor inverte a corrente contínua para corrente alternada.
- 5) A energia elétrica com corrente alternada é injetada na rede pública da residência.

Na Internet é possível encontrar anúncios de empresas que oferecem seus serviços de instalação de painéis solares em residências e empresas, com simuladores que dão como resultado informações a respeito das benesses deste tipo de operação, com propagandas bem apresentadas; mostrando economia de 95% (percentual este muito difícil de obter: nunca consegui na minha residência).

Mas... como isto é feito? Como são obtidos esses resultados? O programa “**ControleEnergiaSolar**” (codificado em Visualg) é uma solução simples, prática e bem acessível aos consumidores que entendem um pouco de programação, mostrando ao usuário-consumidor os principais dados e informações, nas quais o usuário-consumidor está interessado: *número mínimo de placas solares (painéis)*, *potência mínima do inversor*, *economia prevista*, etc. As **figuras 3a** e **3b** mostram as entradas e saída, respectivamente, do programa. Mas, é claro que esses valores podem variar muito em função de vários fatores: *local de instalação das placas*, *tempo de sol a pico*, *concessionária da energia elétrica* (neste caso: COPEL em Agosto/2017), *preço do KWh*, etc.

Agora, deixo para você, programador, codificar este programa na sua linguagem preferida e testá-lo.

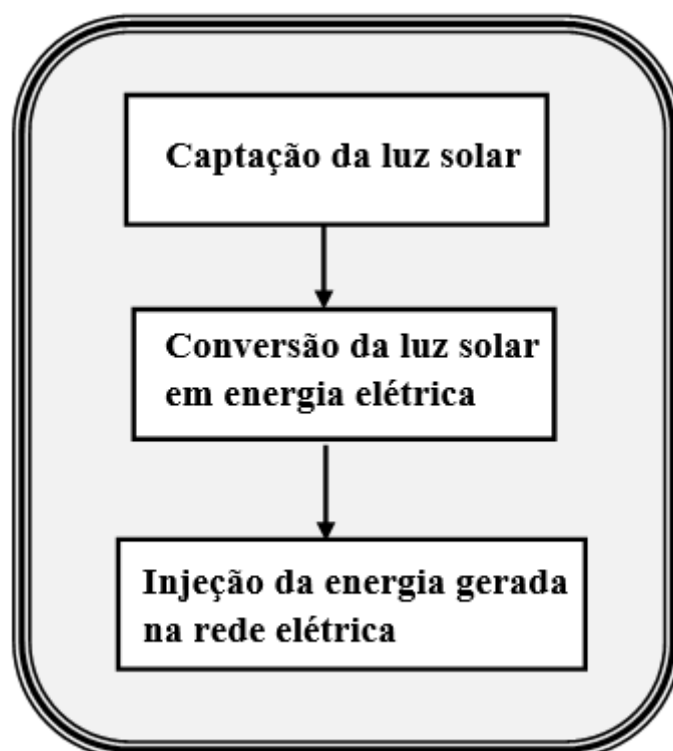
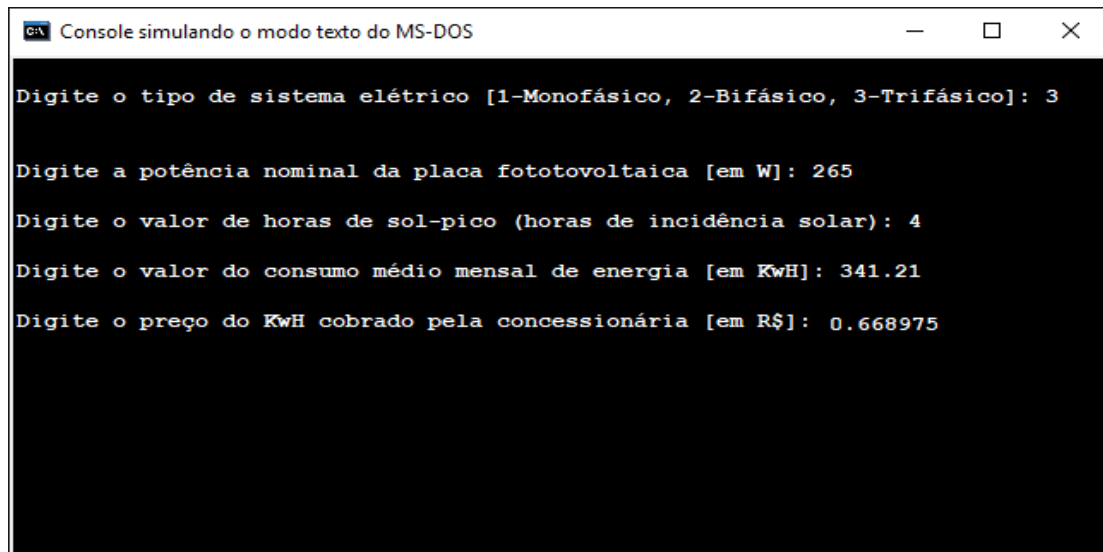


Figura 2 - Sequência simplificada da geração de Energia Fotovoltaica



A screenshot of a DOS-style console window titled "Console simulando o modo texto do MS-DOS". The window has a black background with white text. It displays a series of prompts and user inputs for a solar control program. The prompts are in Portuguese, asking for the type of electrical system, nominal power of the photovoltaic plate, peak solar hours, average monthly energy consumption, and the price of kWh. The user has entered the following values: 3 for the system type, 265 for power, 4 for hours, 341.21 for energy consumption, and 0.668975 for the price.

```
CA Console simulando o modo texto do MS-DOS

Digite o tipo de sistema elétrico [1-Monofásico, 2-Bifásico, 3-Trifásico]: 3

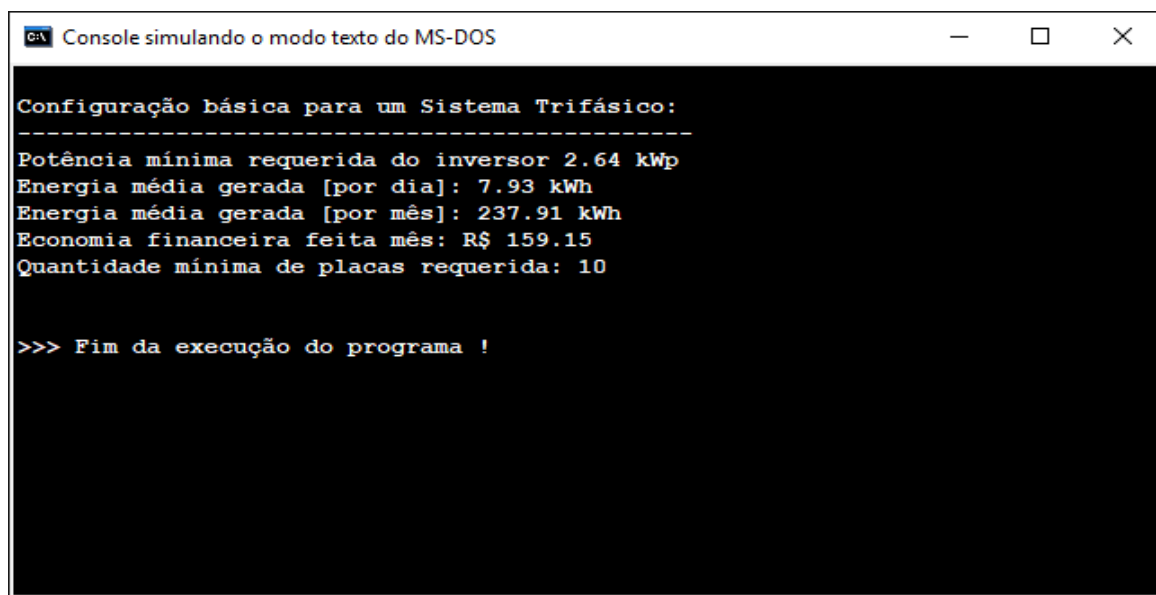
Digite a potência nominal da placa fototovoltaica [em W]: 265

Digite o valor de horas de sol-pico (horas de incidência solar): 4

Digite o valor do consumo médio mensal de energia [em kWh]: 341.21

Digite o preço do kWh cobrado pela concessionária [em R$]: 0.668975
```

Figura 3a - Entradas de dados para o programa “ControleEnergiaSolar1



A screenshot of a DOS-style console window titled "Console simulando o modo texto do MS-DOS". The window has a black background with white text. It displays the output of a solar control simulation for a three-phase system. The output includes a title, a separator line, and several calculated values: minimum inverter power (2.64 kWp), average daily energy (7.93 kWh), average monthly energy (237.91 kWh), monthly financial savings (R\$ 159.15), and minimum number of panels (10). The simulation ends with a message: ">>> Fim da execução do programa !".

```
CA Console simulando o modo texto do MS-DOS

Configuração básica para um Sistema Trifásico:
-----
Potência mínima requerida do inversor 2.64 kWp
Energia média gerada [por dia]: 7.93 kWh
Energia média gerada [por mês]: 237.91 kWh
Economia financeira feita mês: R$ 159.15
Quantidade mínima de placas requerida: 10

>>> Fim da execução do programa !
```

Figura 3b - Saída de uma simulação com o programa “ControleEnergiaSolar1

Código-fonte do programa “ControleEnergiaSolar

Algoritmo "ControleEnergiaSolar"

//Autores: Mário Leite / Pedro Henrique Bastos de Souza

//Data: 26/03/2023

//-----
//Lê as características de um sistema de geração solar por placas fotovoltaicas:
//potência da placa, consumo médio mensal de energia elétrica, horas-sol pico e
//o preço do kWh cobrado pela concessionária). O programa calcula e mostra a
//configuração básica que o sistema deverá ter.
//-----

Var EnGerada, ConsMedio, ConsMes, HoraSolPico: real
PotPico, PotPicoRe, PrecoKwH, EconomiaMes: real
QtePlacaR, PotPlaca, ConsMedDia, EnGeraDia, EnGeraMes: real
SistElet, QtePlacas, KwhMinino: inteiro

Inicio

LimpaTela

{Entrada dos dados para simular o sistema}

Repita

Escreva("Digite o tipo de sistema elétrico[1:Monofásico,2:Bifásico, 3:Trifásico]:")

Leia(SistElet)

SistElet <- Int(SistElet)

Ate((SistElet=1) ou (SistElet=2) ou (SistElet=3))

Escreval("") //salta uma linha

Escolha(SistElet)

Caso 1

KwhMinino <- 30

Caso 2

KwhMinino <- 50

Caso 3

KwhMinino <- 100

Fimescolha

Escreval("")

Repita

Escreva("Digite a potência nominal da placa fototovoltaica [em W]: ")

Leia(PotPlaca)

Ate(PotPlaca>0)

Escreval("")

Repita

Escreva("Digite o valor de horas de sol-pico (horas de incidência solar): ")

Leia(HoraSolPico)

Ate(HoraSolPico>0)

Escreval("")

Repita

Escreva("Digite o valor do consumo médio mensal de energia [em KwH]: ")

Leia(ConsMedio)

Ate(ConsMedio>=100) //valor mínimo contratado da concessionária

Escreval("")

Repita

Escreva("Digite o preço do kWh cobrado pela concessionária [em R\$]: ")

Leia(PrecoKwH)

Ate(PrecoKwH>0)

{Faz os cálculos em função dos dados do sistema}

ConsMes <- ConsMedio - KwhMinino

ConsMedDia <- (ConsMes*12)/365

PotPico <- (ConsMedDia/HoraSolPico)

```
EnGeraDia <- PotPico*HoraSolPico
EnGeraMes <- EnGeraDia*30
EconomiaMes <- EnGeraMes*PrecoKwH
```

```
PotPicoRe <- EnGeraDia/(HoraSolPico*0.75) //considerando 25% de perdas totais
PotPicoRe <- Int(PotPicoRe*100+0.50)/100 //com duas decimais
QtePlacaR <- PotPicoRe/(PotPlaca/1000) + 1
QtePlacas <- Int(QtePlacaR)
EnGeraDia <- Int(EnGeraDia*100+0.50)/100
EnGeraMes <- Int(EnGeraMes*100+0.50)/100
EconomiaMes <- Int(EconomiaMes*100+0.50)/100
LimpaTela
{Mostra os resultados}
Se(SistElet=1) Entao //sistema monofásico
  Escreval("Configuração básica para um Sistema Monofásico:")
  Escreval("-----")
  Escreval("ATENÇÃO - ATENÇÃO - ATENÇÃO - ATENÇÃO - ATENÇÃO - ATENÇÃO")
  Escreval("Os resultados abaixo são apenas teóricos. Terá que ser feito um
    upgrade elétrico no sistema")
  Escreval("")
FimSe
Se(SistElet=2) Entao //sistema bifásico
  Escreval("Configuração básica para um Sistema Bifásico:")
  Escreval("-----")
FimSe
Se(SistElet=3) Entao //sistema trifásico
  Escreval("Configuração básica para um Sistema Trifásico:")
  Escreval("-----")
FimSe
Escreval("Potência mínima requerida do inversor", PotPicoRe, " kWp")
Escreval("Energia média gerada [por dia]:", EnGeraDia, " kWh")
Escreval("Energia média gerada [por mês]:", EnGeraMes, " kWh")
Escreval("Economia financeira feita mês: R$", EconomiaMes)
Escreval("Quantidade mínima de placas requerida:", QtePlacas)
Escreval("")
FimAlgoritmo //Fim do programa "ControleEnergiaSolar"
```