

## Objetivos

Neste projeto, abordamos o Problema de Aquisição de Contratos do Mercado Livre de Energia, um problema de otimização de grande relevância prática no contexto atual, visto sua importância econômica e sua relação com o desenvolvimento sustentável. Propõe-se este problema como mais uma ação da trajetória de formação discente em programação de computadores, com o objetivo de abordar conceitos e técnicas de construção e análise de algoritmos, fazendo uso de algoritmos de busca e de ordenação, e empregando diferentes estratégias de resolução de problemas para tratar situações reais.

## Contextualização

### Fonte:

<https://blog.bluesol.com.br/fazenda-solar/>

<https://www.portalsolar.com.br/como-vender-energia-solar>

## Geração de Energia Solar

Com a abundância de sol em nosso planeta e seu enorme potencial para geração elétrica, cultivar a produção de energia solar se tornou tão vantajoso que se criou uma nova modalidade no mundo: a fazenda solar. Com a alta aplicabilidade da tecnologia fotovoltaica e a oferta da luz do sol em todo lugar, qualquer pessoa ou empresa pode gerar a sua energia e utilizá-la para diversos fins, seja economizar na conta de luz, seja revendê-la.

No Brasil, enquanto o número de pessoas gerando energia em suas casas para desconto na conta de luz sobe ano a ano, projetos de usinas solares também começam a ganhar ritmo e se espalham pelo país, principalmente no Nordeste. Devido às últimas regulamentações do segmento de geração distribuída, criou-se um novo modelo de comercialização de energia elétrica gerada por placas solares.

Vale ainda ressaltar que fazendas solares ganharam destaque devido ao uso de tecnologias de ponta e por deixarem 100% limpo o sistema elétrico de comunidades inteiras, tornando-se exemplo de sustentabilidade.

## Mercado Livre de Energia

O Mercado Livre de Energia funciona como um ambiente de contratação livre, portanto, mais independente. Isto quer dizer que ele permite a comercialização de energia e estimula a livre concorrência entre produtores e geradores, tornando os custos para compra de energia elétrica mais acessíveis. Nesse modelo de contratação, o consumidor pode escolher seu fornecedor de energia de acordo com o SIN (Sistema Interligado Nacional) e negociar seus preços, preferências e conveniências.

Na verdade, os consumidores do mercado livre podem adquirir energia diretamente das fontes geradoras, como hidrelétricas e termelétricas, ou das comercializadoras, como concessionárias e permissionárias, através de contratos pelos quais são negociados o valor da tarifa, o prazo e o volume. Assim, esses consumidores podem pagar duas ou mais contas de energia, sendo uma pela distribuição (devida à distribuidora local) e as outras pelo valor da energia que comprou dos diferentes fornecedores.

O mercado livre conta assim com diversas vantagens, tais como poder de escolha entre diferentes opções de fornecedores, flexibilidade de escolha entre fontes de energia do SIN, concorrência que estimula a redução de preços e o gerenciamento do seu negócio de forma mais independente.

## Problematização

Considere que a sua equipe está sendo contratada por uma indústria com a finalidade de realizar, de forma econômica, a compra de contratos de energia para os próximos  $n$  meses (1, 2, ...,  $n$ ). No mercado, atuam  $m$  fornecedores de energia (1, 2, ...,  $m$ ) que oferecem contratos com diferentes horizontes de tempo e preços diversos. A sua equipe está encarregada em definir, dentre os contratos ofertados no mercado, um subconjunto que atenda de forma econômica a demanda de energia da indústria no período integral de  $n$  meses, sabendo que é possível manter contratos com diferentes fornecedores, ainda que se pague uma taxa  $t$ , paga à companhia de distribuição de energia, a cada mudança de fornecedor. Considere ainda que o consumo da empresa não varia ao longo dos meses. Assim, um contrato pode ser caracterizado por um fornecedor, um mês de início do fornecimento, um mês de fim do fornecimento e o valor do contrato. Como exemplo, o contrato  $\langle 1; 1; 5; 10.0 \rangle$  refere-se a um contrato do fornecedor 1 que se compromete a fornecer energia durante os meses de 1 a 5 com um valor total de \$10,0. Para um mesmo fornecedor, os contratos seguem as regras de formação de preço:

a) Um contrato referente ao período completo do mês  $i$  ao mês  $j$  jamais possui valor inferior ao valor de um contrato cuja abrangência está contida entre o período do mês  $i$  ao mês  $j$ . Por exemplo, o contrato  $\langle 1; 1; 3; 108.0 \rangle$  tem obrigatoriamente valor maior ou igual ao valor dos contratos:

$\langle 1; 1; 1; 10.0 \rangle$ ; ou  
 $\langle 1; 1; 2; 105.0 \rangle$ ; ou  
 $\langle 1; 2; 3; 102.0 \rangle$ .

b) Um contrato referente ao período completo do mês  $i$  ao mês  $j$  jamais possui valor superior à soma dos valores de contratos que, em conjunto, perfazem o mesmo período do mês  $i$  ao mês  $j$ . Por exemplo, o contrato  $\langle 1; 1; 3; 108.0 \rangle$  tem obrigatoriamente valor menor ou igual aos valores dos contratos:

$\langle 1; 1; 1; 10.0 \rangle + \langle 1; 2; 2; 100.0 \rangle + \langle 1; 3; 3; 10.0 \rangle$ , cujo valor total é \$120; ou  
 $\langle 1; 1; 1; 10.0 \rangle + \langle 1; 2; 3; 102.0 \rangle$ , cujo valor total é \$112; ou  
 $\langle 1; 1; 2; 105.0 \rangle + \langle 1; 3; 3; 10.0 \rangle$ , cujo valor total é \$115.

## Entrada de Dados

O arquivo de entrada (entrada.txt) descreve uma instância do problema. A primeira linha do arquivo contém um inteiro indicando a quantidade  $n$  de meses de contratação de energia, um inteiro indicando a quantidade  $m$  de fornecedores de energia, e um valor contínuo indicando o valor da taxa  $t$  de mudança de fornecedor. A seguir, cada linha do arquivo refere-se aos dados de um contrato diferente, indicando o fornecedor, o mês de início do fornecimento, o mês de fim do fornecimento e o valor do contrato (separados por um espaço simples). A seguir, apresenta-se um exemplo de entrada de dados. Na avaliação, o arquivo de entrada pode conter uma instância de grande porte ( $n \leq 120$  e  $m \leq 100$ ).

## Exemplo de Entrada de Dados

```
3 2 30.0
1 1 1 10.0
1 2 2 100.0
1 3 3 10.0
1 1 2 105.0
1 2 3 102.0
1 1 3 108.0
2 1 1 80.0
2 2 2 20.0
2 3 3 50.0
2 1 2 95.0
2 2 3 60.0
2 1 3 115.0
```

## Exemplos de Soluções Viáveis (não necessariamente econômicas)

$\langle 1; 1; 3; 108.0 \rangle$  com custo total de \$108;

$\langle 1; 1; 1; 10.0 \rangle$  e  $\langle 2; 2; 3; 60.0 \rangle$  com custo total de \$100 = \$10 + \$30 + \$60;

$\langle 1; 1; 1; 10.0 \rangle$ ,  $\langle 2; 2; 2; 20.0 \rangle$  e  $\langle 1; 3; 3; 10.0 \rangle$  com custo total de \$100 = \$10 + \$30 + \$20 + \$30 + \$10;

### Atividades da 1ª entrega:

- a) Realizar a leitura do arquivo de entrada em estruturas de dados apropriadas, buscando eficiência não só no uso de memória, mas também no tempo de processamento dos algoritmos que farão uso destes dados. (1,0 ponto)
- b) Apresentar a complexidade das estruturas utilizadas para armazenar os dados de entrada, fazendo uso de notação assintótica e tendo como parâmetros somente a quantidade  $n$  de meses e a quantidade  $m$  de fornecedores. (1,0 ponto)
- c) Criar uma função eficiente que retorna o contrato individual, referente ao período completo de  $n$  meses, que possui o menor valor. (1,0 ponto)
- d) Apresentar a complexidade da função descrita no item anterior, fazendo uso de notação assintótica e tendo como parâmetros somente a quantidade  $n$  de meses e a quantidade  $m$  de fornecedores. (1,0 ponto)
- e) Criar uma função eficiente que retorna o contrato individual de menor valor do mercado, independente do período a que se refere. (1,0 ponto)
- f) Apresentar a complexidade da função descrita no item anterior, fazendo uso de notação assintótica e tendo como parâmetros somente a quantidade  $n$  de meses e a quantidade  $m$  de fornecedores. (1,0 ponto)
- g) Criar uma função eficiente que retorna o contrato individual, referente ao período completo de  $x$  meses (passado como parâmetro,  $x \leq n$ ), que possui o menor valor. (1,0 ponto)
- h) Apresentar a complexidade da função descrita no item anterior, fazendo uso de notação assintótica e tendo como parâmetros somente a quantidade  $n$  de meses e a quantidade  $m$  de fornecedores. (1,0 ponto)
- i) Criar um método que sugere quais contratos de energia devem ser contratados para os próximos  $n$  meses. (1,0 ponto)
- j) Apresentar a complexidade da função descrita no item anterior, fazendo uso de notação assintótica e tendo como parâmetros somente a quantidade  $n$  de meses e a quantidade  $m$  de fornecedores. (1,0 ponto)

### Critérios de avaliação:

- a) Os itens serão avaliados de forma binária – certo ou errado –, atribuindo-se a pontuação indicada em caso de acerto. Não serão consideradas implementações parciais das funcionalidades;
- b) As funções devem ser implementadas em subrotinas específicas com código próprio, sem chamadas a rotinas da linguagem que sejam objeto de estudo do trabalho (como busca, ordenação, etc.). Caso não seja atendido este critério, a equipe não terá a pontuação do item;
- c) A equipe deverá apresentar seu trabalho e, caso não demonstre conhecimento sobre a implementação que apresenta como sendo de sua autoria, será aplicada penalização de 5 (cinco) pontos na nota individual do membro da equipe em função de perguntas não respondidas ou ausência;
- d) Caso seja observada a cópia – no todo ou em parte do teor do trabalho –, seja de outras equipes ou da Internet, a equipe terá sua nota anulada.

### Recomendações:

- a) Dúvidas devem ser apresentadas até a data de entrega do trabalho, de modo que se possa esclarecê-las e a equipe possa progredir na resolução do trabalho.
- b) Cada integrante deve ter participação ativa no desenvolvimento do trabalho, visando a cobertura e o entendimento integral de todos os requisitos do trabalho;
- c) Para cada funcionalidade implementada, realizar uma bateria de testes, de modo a assegurar sua correção. Lembre-se, entregas com erro não serão consideradas.