

Alínea A

Nesta alínea vamos criar as abelhas.

As abelhas têm diversas funções:

- Faxineiras - responsáveis pela limpeza da colmeia (**fax**)
- Nutrizes - responsáveis pela alimentação das larvas (**nut**)
- Construtoras - responsáveis pela construção de células e favos (**con**)
- Guardiãs - responsáveis pela proteção da colmeia (**gua**)
- Forrageiras - responsáveis por recolher néctar e pólen (**for**)
- Zangões - responsáveis por acasalar com a rainha (**zan**)
- Rainha - responsável por pôr ovos (**rai**)

Para além das funções no estado adulto, antes de adultas passam a sua vida numa célula, evoluindo pelos seguintes estados:

- Ovo - colocado pela rainha numa célula (**ovo**)
- Larva - evolução do ovo, precisa de ser alimentado (**lar**)
- Pupa - célula fica selada, passando a larva por uma metamorfose até ficar adulta (**pup**)

Existe apenas uma só rainha, e alguns zangões, tudo o resto são abelhas operárias (fax, nut, con, gua, for). As abelhas operárias vão progredindo na sua função ao longo da sua vida, desde faxineiras (fax) até forrageiras (for). As abelhas vivem 40 dias, exceto a rainha que não morre para efeitos de simulação (vive 1 a 2 anos).

A unidade temporal na simulação é 1 minuto, sendo o tempo registado em minutos. O primeiro instante é 0.

A entrada de dados é a mesma para todas as alíneas. É constituída por 4 números, com a quantidade de abelhas e número de células da colmeia, bem como o número de minutos por temporada, e número de temporadas de simulação. Nesta primeira alínea vamos fazer uso apenas da **quantidade de abelhas**, devendo os restantes dados de entrada estarem a 0.

Pretende-se nesta alínea que obtenha a quantidade de abelhas da colmeia (**N**), e distribua as abelhas pelas funções. Deve haver exatamente 40 zangões.

A idade de cada abelha e altura da última refeição, só é necessário na alínea C com a simulação. No entanto fica aqui especificada para cada abelha, o nascimento (para calculo da idade) e altura da última refeição (para utilizar na alimentação). Os 40 zangões têm idades espalhadas pelos 40 dias, desde 1 dia até 40 dias.

As abelhas operárias distribuem-se também com idades pelos 40 dias, ou seja, há N/40 abelhas operárias em cada dia (arredondado para baixo). Para um dia K (de 1 a 40), a primeira abelha é faxineira (fax) com nascimento há K dias, a segunda é nutriz (nut) com nascimento há K dias menos 1 minuto, a terceira é construtora (con) com nascimento há K dias menos 2 minutos, e assim sucessivamente. Após a forrageira (for), haverá outra faxineira (fax), sempre incrementando o número de minutos do nascimento de uma abelha relativamente à anterior. A tabela seguinte ilustra a identificação do instante de nascimento de cada abelha, referido neste parágrafo:

	N	abelha 1	abelha 2	abelha 3	abelha 4	abelha 5	abelha 6	abelha 7
Dias	300	fax	nut	com	gua	for	fax	nut
1	7	-1440	-1439	-1438	-1437	-1436	-1435	-1434
2	7	-2880	-2879	-2878	-2877	-2876	-2875	-2874
3	7	-4320	-4319	-4318	-4317	-4316	-4315	-4314
38	7	-54720	-54719	-54718	-54717	-54716	-54715	-54714
39	7	-56160	-56159	-56158	-56157	-56156	-56155	-56154
40	7	-57600	-57599	-57598	-57597	-57596	-57595	-57594
Minutos		0	1	2	3	4	5	6

Nas linhas estão as abelhas de cada dia de idade. Temos 300 abelhas como dado de entrada, pelo que, dividindo por 40 obtemos 7 abelhas por cada dia. Nas colunas está a primeira abelha até à 7ª abelha de cada dia de idade. A primeira tem 1 dia de idade, ou seja, nasceu há 1440 minutos (instante -1440), dado que o tempo é em minutos, um dia tem 24*60=1440 minutos. A segunda abelha soma mais 1 minuto de idade (linha de baixo), e assim sucessivamente.

O tempo da última refeição para a rainha, zangões e operárias, é igual à idade em dias, a dividir por 40. Se a idade for K, a abelha teve a última refeição há K/40, em minutos. Se K=3 ficaria a última refeição há 3*24*60/40=108 minutos, ou seja, no instante -108. Considere que a rainha tem idade 0.

Caso o número de abelhas seja inferior a 5*40, não daria 1 abelha por dia de cada tipo, e nesse caso a colmeia fica vazia.

Exemplo:

Quantidade de abelhas: **200**
Quantidade de celulas: **0**
Minutos por temporada: **0**
Temporadas: **0**

Relatorio colmeia:

```
fax nut con gua for zan rai ovo lar pup mel pol nec cri zan rea
40 40 40 40 40 40 1
Favo 0:          celulas vazias:
                usadas:
```

O relatório colmeia será reutilizado em todas as alíneas. A parte inicial com o prompt e introdução de dados, pode ser omitida para o VPL, sendo útil apenas para executar o código manualmente (com Run). O código para ler os 4 inteiros é fornecido.

Nesta alínea todos os casos de teste têm apenas a quantidade de abelhas distintas de 0. Apenas os números na zona a baixo dos diferentes tipos de abelha é que mudam, tudo o resto é fixo. Esses números são as abelhas que existem de cada tipo. Como temos 200 abelhas no exemplo, as 200 abelhas são divididas pelas 5 funções, às quais se juntam 40 zangões e 1 rainha, que são fixos.

O texto extra após "pup" são identificados tipos de células em favos, utilizado na próxima alínea. Na linha após os números, encontra-se também um texto fixo, com "Favo 0" e células vazias e usadas. Este texto é também fixo nesta alínea.

Mais alguns exemplos, apenas com a parte do output relevante:

280 abelhas:

```
fax nut con gua for zan rai
80 80 40 40 40 40 1
```

Notar que com 280 abelhas, por dia ficam 280/40=7, como na ilustração com N=300. Assim, os 5 tipos ficam com uma abelha cada, e após a forrageira, volta-se para a faxineira e nutriz, que ficam com 2 abelhas em cada ano, em vez de apenas uma.

290 abelhas:

```
fax nut con gua for zan rai
80 80 40 40 40 40 1
```

Com 290 abelhas o resultado é igual a 280 abelhas, já que os arredondamentos são para baixo. 290/40=7.

Alínea B

Nesta alínea vamos criar os favos e células.

Existem os seguintes tipos de células:

- Célula de mel - células onde é guardado o mel produzido (**mel**)
- Célula de pólen - células onde é guardado o pólen recolhido, antes de ser consumido (**pol**)
- Célula de néctar - células onde é guardado o néctar recolhido, antes de ser processado (**nec**)
- Célula de cria - células onde a rainha coloca um ovo, para criar uma abelha (**cri**)
- Célula de zangão - células para criar zangões em vez de operárias (**zan**)
- Célula real - célula para criar uma nova rainha (**rea**)

As células podem estar vazias ou com uma quantidade de produto, medido em miligramas. As células de mel podem ter até 500 miligramas, as células de pólen podem ter até 20 miligramas, e as células de néctar podem ter até 40 miligramas. Já as células de cria (o mesmo para zangão e real), podem estar vazias ou ocupadas (com um ovo). O ovo passará a larva e de seguida a pupa, antes de se tornar numa abelha adulta, e nessa altura a abelha sai da célula ficando novamente vazia.

Inicialmente todas as células de armazenamento (mel, pólen, néctar), estão completamente cheias de produto, e as restantes células vazias.

As células estão agrupadas em favos. Um favo pode ter até 3000 células. Se forem solicitadas W células, maior que 3000, haverá W/3000 favos (arredondado para cima). Cada favo nunca pode ter mais que 3000, sendo inicializados todos os favos com o mesmo número de células. Se o número de favos for Z=W/3000, temos W/Z células em cada favo (arredondado para baixo).

A distribuição das células por tipo é realizada em cada favo da seguinte maneira:

- Uma célula é para **zan** não descontando nas restantes
- As restantes, a primeira é uma **mel**, a segunda é de **pol** a terceira de **nec**, a quarta é de **cri**, repetindo-se a lista para as restantes células do favo

Exemplo:

Quantidade de abelhas: 200

Quantidade de celulas: 50

Minutos por temporada: 0

Temporadas: 0

fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
40	40	40	40	40	40	1									
Favo	0:					celulas vazias:				12	1				
						usadas:	13	13	12						

Ao primeiro exemplo da alínea anterior, juntou-se 50 células. As 50 células cabem num só favo, pelo que o favo permaneceu o mesmo. No entanto, o número de células é agora visível à direita. Há duas linhas, a primeira tem as células vazias, existindo 12 **cri** e 1 **zan**, que são células de cria, pelo que inicialmente estão vazias. Já as células **mel**, **pol**, **nec** estão na linha "usadas". Notar que 50/4 é 12 sobrando 2, pelo que as células extra foram do tipo **mel** e **pol**, dado que é esta a ordem utilizada para atribuir as células num favo.

Nesta alínea, num favo o **zan** é sempre 1, e tanto **cri** como **zan** estão na linha vazias, enquanto que **mel**, **pol** e **nec** na linha usadas. Com a simulação na alínea C, algumas células usadas podem passar a vazias e vice-versa.

Mais alguns exemplos:

280 abelhas, 400 células:

Relatorio colmeia:															
fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
80	80	40	40	40	40	1									
Favo	0:					celulas vazias:				100	1				
						usadas:	100	100	100						

Com um número de células multiplo de 4, há igual número de células.

290 abelhas, 4000 células:

Relatorio colmeia:															
fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
80	80	40	40	40	40	1									
Favo	0:					celulas vazias:				500	1				
						usadas:	500	500	500						
Favo	1:					celulas vazias:				500	1				
						usadas:	500	500	500						

Com 4000 células, temos mais que 3000, pelo que há mais que um favo. Neste caso foi possível fazer em dois favos, ficando 2000 células para cada favo.

Alínea C

Nesta alínea vamos simular a colmeia, com apenas a alimentação e falecimento de abelhas.

A simulação avança 1 minuto de cada vez. Podemos no entanto ver os relatórios em todos os minutos ou só de tempos a tempos. As duas entradas de dados que faltam processar, servem para indicar o tempo entre relatórios (**minutos por temporada**), e número de relatórios (**número de temporadas**). O relatório no instante 0 é sempre mostrado. Caso a colmeia fique sem abelhas, a simulação deve parar imediatamente e mostrar o último relatório já sem abelhas.

Em cada minuto, vamos alimentar as abelhas que tiveram a última refeição há 24 horas (ou mais). A ração diária é a seguinte:

- 4 miligramas de pólen
- 10 miligramas de mel

Para que a abelha seja alimentada é necessário selecionar uma célula **pol** e outra **mel** que não estejam vazias, retirar o montante respetivo e atualizar a data da ultima refeição da abelha. Caso não exista alimento, a abelha morre e tem de ser removida. Processar as abelhas a alimentar num dado instante, por ordem de idade, mais novas primeiro. Caso a abelha tenha excesso de idade, ou seja, a diferença do instante atual para o nascimento é igual ou superior a 40 dias, a abelha morre, exceto se for a rainha, que não morre nesta simulação.

A célula de mel/pólen a escolher, deve processar o favo mais novo primeiro (ID maior), e entre estes, processar as células mais novas primeiro (últimas a construir). Retornar a primeira destas células que tenha o menor valor não nulo. Existindo células com 20 e 25 de mel, retornaria a célula de 20, de modo a gastar a célula com menos produto primeiro.

Exceto no primeiro relatório, deve ser apresentado sempre o tempo que passou desde o instante inicial, em dias, horas e minutos, no formato mostrado nos exemplos.

Para que o mesmo código possa executar esta e a alínea seguinte sem alterações, se o número de temporadas for negativo, deve ser considerado o valor simétrico, mas na simulação não considerar promoções de abelhas, nem trabalhos das abelhas, algo que é definido na alínea D. Nesta alínea todos os casos de teste têm o número de temporadas negativo.

Exemplo:

Quantidade de abelhas: **200**
Quantidade de células: **50**
Minutos por temporada: **1**
Temporadas: **-4**

Relatorio colmeia:
fax nut con gua for zan rai ovo lar pup mel pol nec cri zan rea
40 40 40 40 40 40 1
Favo 0: células vazias: 12 1
usadas: 13 13 12

Relatorio colmeia: 1 minuto(s)
fax nut con gua for zan rai ovo lar pup mel pol nec cri zan rea
39 39 40 40 40 39 1
Favo 0: células vazias: 12 1
usadas: 13 13 12

Relatorio colmeia: 2 minuto(s)
fax nut con gua for zan rai ovo lar pup mel pol nec cri zan rea
39 39 39 40 40 39 1
Favo 0: células vazias: 12 1
usadas: 13 13 12

Relatorio colmeia: 3 minuto(s)
fax nut con gua for zan rai ovo lar pup mel pol nec cri zan rea
39 39 39 39 40 39 1
Favo 0: células vazias: 12 1
usadas: 13 13 12

Relatorio colmeia: 4 minuto(s)
fax nut con gua for zan rai ovo lar pup mel pol nec cri zan rea
39 39 39 39 39 39 1
Favo 0: células vazias: 12 1
usadas: 13 13 12

Neste exemplo, o tempo avança 1 minuto de cada vez, e há 4 temporadas. Podemos observar que um zangão morreu logo no primeiro minuto, já que há um zangão com 40 dias (já poderia ter falecido logo na criação, mas o teste é feito apenas no primeiro minuto). Morrem também duas operárias, a faxineira mais velha, que tinha a mesma idade que o zangão, e a nutriz mais velha, com menos 1 minuto, fazendo exatamente 40 dias neste instante. Nos instantes seguintes vai falecendo uma operária de cada vez, já que os nascimentos estão espaçados em 1 minuto. Aqui é importante a data de nascimento, especificada na alínea A.

Após 1 dia, 6 horas e 36 minutos, a última abelha morre e a simulação é interrompida antes das temporadas solicitadas. Foi solicitado avanços de 480 para que se avance 8 horas de cada vez. Após 8 horas é visível que as células de pólen estão todas vazias, e portanto as abelhas vão morrer de fome assim que seja necessário tomar a próxima refeição, para algumas, muito antes dos 40 dias. É visível também que há uma célula de mel vazia. Em cada refeição é consumido 10 miligramas de mel, mas estas células têm 500 miligramas cada uma. A abelha rainha morreu passado 1 dia exato, dado que a sua última refeição é no instante 0, e passado 1 dia, já não havia pólen para poder fazer uma refeição.

Alínea D

Nesta alínea vamos promover abelhas operárias, e executar trabalhos de por ovos, e recolher pólen.

De fora da simulação fica a alimentação das larvas, construção de novas células e favos, conversão de néctar em mel, ameaças à colmeia, incerteza, entre outros aspetos essenciais para uma correta simulação de uma colmeia.

Promoções de abelhas operárias (uma vez por minuto):

- A percentagem ideal entre operárias de cada função na colmeia é fixo na simulação com os seguintes valores: **fax** 10%, **nut** 30%, **con** 20%, **gua** 10%, **for** 30%.
- Em cada minuto contam-se as abelhas operárias em cada função, de modo a obter a percentagem real.
- Começando em **for** e descendo até **nut**, sempre que a percentagem real esteja a baixo da ideal, uma abelha do nível anterior é promovida. É sempre escolhida para promoção a abelha mais antiga.

Promoção de abelhas não adultas (quantas vezes forem necessárias num minuto):

- Sempre que um ovo tenha sido colocado há 3 dias, passa a larva;
- Uma larva cujo ovo tenha sido colocado há 9 dias, passa a pupa;
- Uma pupa cujo ovo tenha sido colocado há 21 dias, passa a abelha faxineira. O seu nascimento adulto é registado para esse instante. A célula em que a abelha estava é esvaziada.

Trabalho na colmeia:

- Por ovos
- Procurar recursos

Cada abelha operária, se não está a comer, está disponível para trabalhar. As unidades de trabalho de cada função, somam-se entre minutos.

Para por ovos, é necessário que exista a abelha rainha, e uma célula de cria vazia, bem como 10 faxineiras disponíveis para limpar a célula. Se a colmeia não tiver 10 faxineiras, tendo por exemplo 5, como a quantidade de trabalho somam entre minutos, ter-se-ia que aguardar 2 minutos até que as 5 abelhas somem 10 unidades de trabalho de faxina, após o qual o ovo poderia ser colocado. Caso existam condições, o conteúdo da célula passa a ser um novo ovo, o qual deve ser registado também na lista de abelhas da colmeia. A quantidade de trabalho das faxineiras, deve ser reduzida em 10 unidades.

Para procurar recursos na colmeia, como não se utiliza o néctar na simulação, seria para produzir mel, vamos sempre recolher pólen. Precisamos naturalmente de uma célula de pólen vazia. O voo em si, uma abelha demora 60 minutos, pelo que é necessário uma quantidade de trabalho de 60 forrageiras, para fazer o voo e recolher o pólen. Para além disso é preciso 10 faxineiras para limpar a célula vazia com o pólen. A quantidade de trabalho das forrageiras passa para o minuto seguinte, exceto se não existirem células vazias com pólen, em que nesse caso a quantidade de trabalho das forrageiras é zerada.

Se resultar, adicionar o conteúdo à célula, e remover os dois tipos de quantidade de trabalho utilizados.

Em cada minuto é possível colocar apenas um ovo e fazer uma só recolha de pólen.

A procura por uma célula vazia tanto **cri** para colocar ovo, como **pol** para colocar pólen recolhido, segue as mesmas regras que a seleção da célula de mel/pólen da alínea C, mas considerando apenas células vazias. Deve ser selecionada a primeira célula deste tipo vazia, processando o favo com maior ID e célula mais nova primeiro (últimas colocadas).

Exemplo:

Quantidade de abelhas: **200**

Quantidade de celulas: **50**

Minutos por temporada: **1**

Temporadas: **4**

Relatorio colmeia:

fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
40	40	40	40	40	40	1									
Favo	0:					celulas vazias:							12	1	
													usadas:	13	13 12

Relatorio colmeia: 1 minuto(s)

fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
38	40	40	39	41	39	1	1								
Favo	0:					celulas vazias:							11	1	
													usadas:	13	13 12 1

Relatorio colmeia: 2 minuto(s)

fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
37	40	40	38	42	39	1	2								
Favo	0:					celulas vazias:							10	1	
													usadas:	13	13 12 2

Relatorio colmeia: 3 minuto(s)

fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
36	41	40	37	42	39	1	3								
Favo	0:					celulas vazias:							9	1	
													usadas:	13	13 12 3

Relatorio colmeia: 4 minuto(s)

fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
35	42	40	36	42	39	1	4								
Favo	0:					celulas vazias:							8	1	
													usadas:	13	13 12 4

Continuando o primeiro exemplo, temos **nut** e **for** com abelhas a menos, já que o ideal é 30% e de início ficam cerca de 20% para cada tipo. **fax** fica com uma abelha a menos, que passa para **nut**, e o mesmo relativamente a **gua** e **for**, quando comparado com a execução sem promoções. Estas alterações continuam nos minutos seguintes, uma promoção numa função por minuto.

Podemos observar também que no minuto 1, há uma célula de cria que passa a ser utilizada. Em simultâneo aparece uma unidade de **ovo**. A cada minuto mais um ovo é criado, mas as células **cri** vão ficando ocupadas.

Não é visível a recolha de pólen, também não pode ocorrer dado que não há células de pólen livres.

200 abelhas, 50 células, 36 minutos, 2 temporadas:

```
Relatorio colmeia:
fax nut con gua for zan rai ovo lar pup mel pol nec cri zan rea
40 40 40 40 40 40 1
Favo 0:          celulas vazias:          12  1
                usadas:  13 13 12
```

Relatorio colmeia: 36 minuto(s)

fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
18	59	39	20	59	39	1	12								
Favo	0:					celulas	vazias:			1				1	
							usadas:	13	12	12	12				

Relatorio colmeia: 1 hora(s) 12 minuto(s)

fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
18	59	39	20	59	39	1	12								
Favo	0:														
					</										

Podemos ver que após as 12 células estarem ocupadas, não são colocados mais ovos. Por outro lado, embora tenha ficado livre uma célula de pólen no minuto 36, essa célula foi preenchida na temporada seguinte, em que na alínea C sem recolha de pólen, existiam 3 células vazias, e agora existem apenas 2. A recolha de pólen apenas arranca quando há células vazias, dado que se não existirem células vazias a quantidade de trabalho das forrageiras é zerada. Após existirem células vazias, é preciso aguardar por 60 unidades de trabalho das forrageiras.

Vamos agora ver o avanço diário, em que na alínea anterior, sem trabalhar, a colmeia terminava em 1 dia e 6 horas.

200 abelhas, 50 células, 1440 minutos, 4 temporadas:

```
Relatorio colmeia:
fax nut con gua for zan rai ovo lar pup mel pol nec cri zan rea
40 40 40 40 40 40 1
Favo 0:          celulas vazias:          12  1
                usadas: 13 13 12
```

Relatorio colmeia: 1 dia(s)

fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
18	59	38	20	59	38	1	12								
Favo	0:							celulas	vazias:	4					1
									usadas:	9	13	12	12		

Relatorio colmeia: 2 dia(s)

fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
17	57	39	19	57	37	1	12								
Favo	0:							celulas	vazias:	9				1	
									usadas:	4	13	12	12		

Relatorio colmeia: 3 dia(s)															
fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
10	46	30	16	50	29		12								
Favo	0:						celulas	vazias:	13					1	
								usadas:		13	12	12			

Relatorio colmeia: 4 dia(s)

fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
													12		
Favo	0:													1	

Podemos observar que o pólen não se acaba. Infelizmente o mel esgota-se, e deixa de ser possível fazer refeições, atendendo a que não há na simulação transformação de néctar em mel. As abelhas morrem todas, mas os ovos continuam, já que não são alimentados, passando a larva após 3 dias. As larvas deveriam ser alimentadas, mas tal não é feito também na simulação. Optando por mais temporadas, é possível ver-se o final da colmeia, quando 12 abelhas ao passar para o estado adulto, ficam com a função faxineira, mas não têm que comer na sua primeira refeição, morrendo de seguida.

Relatorio colmeia: 21 dia(s)															
fax	nut	con	gua	for	zan	rai	ovo	lar	pup	mel	pol	nec	cri	zan	rea
12															
Favo	0:														

Relatorio colmeia: 21 dia(s) 13 minuto(s)

fax nut con gua for zan rai ovo lar pup mel pol nec cri zan rea

Favo	0:	celulas vazias:	13	12	1
		usadas:	13	12	

As células de cria ficam disponíveis, mas não há abelhas para trabalhar.