



Eleições

Pretende-se com este trabalho a realização em Python de um programa que permita distribuir mandatos segundo o método D'Hondt¹.

Num sistema de representação proporcional, por oposição a um sistema maioritário, o número de eleitos por cada candidatura concorrente a uma determinada eleição é proporcional ao número de eleitores que escolheram votar nessa mesma candidatura. Neste âmbito existem vários métodos matemáticos que permitem transformar votos em mandatos, entre eles o método D'Hondt, utilizado em Portugal e em vários outros países.

O método D'Hondt tem o nome do seu criador, o advogado Belga Victor D'Hondt, nascido em 1841 e falecido em 1901, que se tornou professor de Direito Civil na Universidade de Gand em 1885.

Este método integra a categoria dos métodos de divisores, consistindo na divisão do número total de votos obtidos por cada candidatura por divisores previamente fixados, no caso 1, 2, 3, 4, 5, e assim sucessivamente. Adiante veremos um exemplo no caso das eleições legislativas em Portugal e para um círculo eleitoral em particular.

As eleições para a Assembleia da República visam eleger os 230 deputados que a compõem para um mandato de quatro anos. Os deputados são eleitos por círculos plurinominais, ou seja, por distrito ou região em que os eleitores elegem o número de deputados atribuído à sua região. A Assembleia da República é depois constituída por todos os deputados eleitos em cada círculo eleitoral. Em Portugal existem 22 círculos eleitorais, 18 no continente (um por distrito), 2 para as regiões autónomas, 1 para os cidadãos portugueses residentes na Europa, e 1 para os cidadãos portugueses residentes fora da Europa. A distribuição dos 230 deputados pelos círculos eleitorais² encontra-se na Tabela 1.

Nas eleições legislativas de 2015 estão a votos 23 partidos políticos³, que se podem candidatar enquanto partido ou em coligações de dois ou mais partidos. Ainda que as candidaturas em cada círculo eleitoral sejam independentes, com partidos a concorrer apenas em alguns círculos eleitorais, ou a formar coligação também apenas em alguns casos, vamos assumir neste projeto que as candidaturas são as mesmas em todos os círculos eleitorais. Nesse sentido vamos considerar as 15 candidaturas apresentadas ao círculo eleitoral de Lisboa⁴, listadas na Tabela 2.

¹<http://www.cne.pt/content/metodo-de-hondt>

²http://www.cne.pt/sites/default/files/dl/ar-2015_mapa_deputados_dr.pdf

³http://www.cne.pt/sites/default/files/dl/pp_contactos_partidos_inscritos_tc_2015-09-03_0.pdf

⁴http://www.cne.pt/sites/default/files/dl/ar2015_especime_boletim_voto.pdf

Tabela 1: Distribuição dos 230 deputados pelos círculos eleitorais e o número de eleitores respectivo.

	# eleitores	# deputados
Círculo Eleitoral de Aveiro	653 541	16
Círculo Eleitoral de Beja	128 971	3
Círculo Eleitoral de Braga	787 706	19
Círculo Eleitoral de Bragança	147 485	3
Círculo Eleitoral de Castelo Branco	181 459	4
Círculo Eleitoral de Coimbra	391 029	9
Círculo Eleitoral de Évora	141 443	3
Círculo Eleitoral de Faro	370 882	9
Círculo Eleitoral da Guarda	163 508	4
Círculo Eleitoral de Leiria	423 865	10
Círculo Eleitoral de Lisboa	1 901 335	47
Círculo Eleitoral de Portalegre	101 246	2
Círculo Eleitoral do Porto	1 591 762	39
Círculo Eleitoral de Santarém	393 387	9
Círculo Eleitoral de Setúbal	725 783	18
Círculo Eleitoral de Viana do Castelo	253 271	6
Círculo Eleitoral de Vila Real	228 399	5
Círculo Eleitoral de Viseu	371 991	9
Círculo Eleitoral dos Açores	227 486	5
Círculo Eleitoral da Madeira	255 748	6
Círculo Eleitoral da Europa	78 253	2
Círculo Eleitoral de Fora da Europa	164 273	2

Tabela 2: Candidaturas apresentadas ao círculo eleitoral de Lisboa.

Designação	Abreviatura
Partido Democrático Republicano	PDR
CDU - Coligação Democrática Unitária	PCP-PEV
Portugal à Frente	PPD/PSD-CDS/PP
Partido da Terra	MPT
LIVRE/Tempo de Avançar	L/TDA
Pessoas-Animaís-Natureza	PAN
Agir	PTP-MAS
Juntos pelo Povo	JPP
Partido Nacional Renovador	PNR
Partido Popular Monárquico	PPM
Nós, Cidadãos!	NC
Partido Comunista dos Trabalhadores Portugueses	PCTP/MRPP
Partido Socialista	PS
Bloco de Esquerda	B.E.
Partido Unido dos Reformados e Pensionistas	PURP

Tabela 3: Exemplo de aplicação do método D'Hondt. Neste caso estamos a utilizar os resultados das seis candidaturas mais votadas no círculo de Lisboa nas legislativas de 2011, em que no total temos 1 169 598 votos, com 31 132 votos brancos e 15 830 votos nulos. Note-se que os votos brancos e nulos não entram na aplicação do método D'Hondt. Note-se também que apenas foram calculados nesta tabela os quocientes necessários para atribuir os 47 mandatos.

Divisor	PPD/PSD	PS	CDS-PP	PCP-PEV	B.E.	PAN
1	398789.00	321952.00	161227.00	111737.00	66868.00	16884.00
2	199394.50	160976.00	80613.50	55868.50	33434.00	
3	132929.67	107317.33	53742.33	37245.67	22289.33	
4	99697.25	80488.00	40306.75	27934.25	16717.00	
5	79757.80	64390.40	32245.40	22347.40		
6	66464.83	53658.67	26871.17	18622.83		
7	56969.86	45993.14	23032.43			
8	49848.63	40244.00	20153.38			
9	44309.89	35772.44				
10	39878.90	32195.20				
11	36253.55	29268.36				
12	33232.42	26829.33				
13	30676.08	24765.54				
14	28484.93	22996.57				
15	26585.93	21463.47				
16	24924.31					
17	23458.18					
18	22154.94					
19	20988.89					

Uma vez apurados os votos em cada candidatura em cada círculo eleitoral, aplica-se o método D'Hondt em cada círculo eleitoral.

Consideremos a Tabela 3 relativa à aplicação do método D'Hondt para o círculo eleitoral de Lisboa nas legislativas de 2011. Na primeira linha desta tabela, correspondente ao divisor 1, temos o número de votos em cada uma das candidaturas. Na segunda linha, correspondente ao divisor 2, temos o quociente resultante de dividir o número de votos por 2. Na terceira linha temos o resultado de dividir o número de votos por 3. E assim sucessivamente para os divisores seguintes até serem atribuídos todos os mandatos.

A atribuição dos mandatos resulta de ordenarmos os quocientes nesta tabela por ordem decrescente, atribuindo então os mandatos por essa ordem. Na Tabela 4 temos a ordem de atribuição dos 47 mandatos pelo círculo eleitoral de Lisboa.

Em geral o processo de cálculo dos quocientes decorre de forma incremental e, portanto, não precisamos de calcular todos os quocientes tal como podemos ver na Na Tabela 3. No primeiro passo temos a linha para o quociente 1,

1	398789.00	321952.00	161227.00	111737.00	66868.00	16884.00
---	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------

Uma vez que o máximo ocorre na coluna do primeiro partido, atribuímos o primeiro mandato ao primeiro partido. Calculamos então o segundo quociente para essa coluna,

1	398789.00	321952.00	161227.00	111737.00	66868.00	16884.00
2	199394.50					

Tabela 4: Atribuição dos mandatos tendo em conta a ordenação dos quocientes obtidos na Tabela 3. Neste caso como apenas existem 47 vagas pelo círculo de Lisboa, apenas temos 47 mandatos atribuídos (a negrito nesta tabela).

Divisor	PPD/PSD	PS	CDS-PP	PCP-PEV	B.E.	PAN
1	1º	2º	4º	7º	12º	
2	3º	5º	10º	17º	29º	
3	6º	8º	18º	26º	46º	
4	9º	11º	23º	36º		
5	12º	15º	31º	45º		
6	14º	19º	37º			
7	16º	21º	43º			
8	20º	24º				
9	22º	28º				
10	25º	32º				
11	27º	34º				
12	30º	38º				
13	33º	41º				
14	35º	44º				
15	39º					
16	40º					
17	42º					
18	47º					
19						

O máximo ocorre agora na coluna do segundo partido e, portanto, atribuímos o segundo mandato ao segundo partido. Calculamos agora o segundo quociente para o segundo partido,

1	398789.00	321952.00	161227.00	111737.00	66868.00	16884.00
2	199394.50	160976.00				

Temos agora o máximo na coluna do primeiro partido novamente e, portanto, atribuímos o terceiro mandato ao primeiro partido. Calculamos agora o próximo quociente para o primeiro partido,

1	398789.00	321952.00	161227.00	111737.00	66868.00	16884.00
2	199394.50	160976.00				
3	132929.67					

Neste caso o máximo ocorre agora na coluna do terceiro partido e, portanto, o quarto mandato será atribuído a esse partido. Este processo continua até termos esgotado todos os mandatos disponíveis para o círculo eleitoral em questão, neste caso até aos 47 mandatos.

Ainda que no exemplo considerado não tenha ocorrido um empate na ordenação ou comparação dos quocientes na Tabela 3, dever-se-á ter em conta que, **no caso de empate entre duas candidaturas na ordenação ou comparação dos quocientes, o mandato seguinte é atribuído à candidatura com menor número total de votos**, continuando o processo se ainda existirem mandatos por atribuir.

1 Trabalho a desenvolver

Deverá escrever um programa que, dado o número de votos em cada uma das 15 candidaturas em cada um dos 22 círculos eleitorais, determina o número de mandatos atribuídos a cada candidatura no círculo respectivo, assim como o número total de mandatos atribuído a nível nacional a cada candidatura. Não é necessário validar os dados de entrada, pode assumir que estão de acordo com o descrito neste enunciado.

1. Escreva uma função `mandatos` que, dados o número de mandatos `nr_mandatos` e um tuplo `nr_votos` com o número de votos em cada candidatura num dado círculo eleitoral, devolve um tuplo com o número de mandatos atribuído a cada candidatura nesse círculo eleitoral. Cada valor no tuplo com o resultado deverá corresponder ao número de votos no tuplo `nr_votos` na posição respectiva. Não assuma que o número de candidaturas é fixo, i.e., a dimensão do tuplo `nr_votos` não é sempre 15, sendo no entanto sempre maior ou igual a um.
2. Escreva uma função `assembleia` que, tendo em conta os dados nas Tabelas 1 e 2, dado um tuplo de tuplos `votacoes` com os resultados da votação em cada círculo eleitoral, devolve um tuplo com o número total de mandatos atribuído a cada candidatura na Assembleia da República. Assuma que o tuplo `votacoes` tem 22 entradas, em que cada entrada é um tuplo com 15 valores, i.e., o número de votos em cada candidatura. Assuma que a ordem das entradas em cada tuplo segue sempre a ordem presente nas Tabelas 1 e 2.
3. Escreva uma função `max_mandatos` que, tendo em conta os dados nas Tabelas 1 e 2, dado um tuplo de tuplos `votacoes` com os resultados da votação em cada círculo eleitoral, devolve uma cadeia de caracteres com a sigla e a designação, separadas por um caractere de tabulação, da candidatura com o maior número de mandatos atribuído na Assembleia da República. No caso de existirem duas candidaturas com o mesmo número de mandatos, esta função deverá retornar `'Empate tecnico'`. Assuma que o tuplo `votacoes` tem 22 entradas, em que cada entrada é um tuplo com 15 valores, i.e., o número de votos em cada candidatura. Assuma que a ordem das entradas em cada tuplo segue sempre a ordem presente nas Tabelas 1 e 2.

Apresenta-se de seguida um exemplo de interacção deste projecto. As votações aqui utilizadas têm por base os dados das legislativas de 2011, em que por exemplo os votos no PPD/PSD e no CDS/PP foram acumulados numa única candidatura uma vez que concorrem em coligação nas legislativas de 2015 (Tabela 2).

```
>>> from proj1 import *

>>> mandatos(5, (100, 34, 12, 8))
(4, 1, 0, 0)

>>> mandatos(10, (100, 34, 12, 8))
(8, 2, 0, 0)

>>> mandatos(20, (100, 34, 12, 8))
(14, 4, 1, 1)
```

```

>>> votacoes = ((0, 15729, 220408, 1297, 0, 3040, 993, 0, 1354, 1046,\
0, 3284, 99652, 19327, 0), (0, 19000, 23173, 255, 0, 532, 201, 0, 306,\
232, 0, 1980, 22307, 3890, 0), (0, 23731, 244971, 1959, 0, 2710, 1465,\
0, 1094, 1114, 0, 4264, 159476, 20488, 0), (0, 1956, 47716, 282, 0, 0,\
175, 0, 165, 247, 0, 417, 19728, 1732, 0), (0, 5384, 52325, 403, 0,\
770, 543, 0, 428, 0, 0, 1454, 38317, 4609, 0), (0, 14138, 113419, 662,\
0, 2535, 600, 0, 591, 557, 0, 2014, 66199, 13034, 0), (0, 18967,\
31260, 237, 0, 649, 216, 0, 168, 207, 0, 1810, 25010, 4225, 0), (0,\
17255, 99745, 2076, 0, 3285, 0, 0, 1069, 700, 0, 3160, 46082, 16347,\
0), (0, 3299, 53450, 251, 0, 520, 199, 0, 178, 191, 0, 755, 26263,\
3114, 0), (0, 12351, 148762, 977, 0, 3029, 633, 0, 595, 453, 0, 2502,\
51518, 0, 0), (0, 111661, 560365, 4135, 0, 16913, 2410, 0, 5897, 4270,\
0, 14419, 322034, 66874, 0), (0, 7910, 26257, 176, 0, 333, 162, 0,\
151, 135, 0, 1031, 19963, 2753, 0), (0, 61832, 488402, 2413, 0, 9072,\
3386, 0, 1551, 1525, 0, 9640, 318113, 51002, 0), (0, 21347, 118028,\
1454, 0, 2220, 692, 0, 832, 726, 0, 3413, 61194, 13712, 0), (0, 82159,\
156444, 1682, 0, 6282, 1133, 0, 1595, 847, 0, 0, 112764, 29667, 0),\
(0, 6648, 76961, 384, 0, 926, 0, 0, 213, 331, 0, 1473, 35327, 5928,\
0), (0, 3656, 71840, 304, 0, 617, 254, 0, 147, 574, 0, 675, 34825,\
2784, 0), (0, 5810, 123184, 696, 0, 1229, 465, 0, 266, 626, 0, 1456,\
54107, 5786, 0), (0, 2288, 53518, 314, 0, 756, 293, 0, 219, 271, 0,\
669, 23189, 3965, 0), (0, 5096, 87597, 2560, 0, 2385, 2992, 0, 617,\
538, 0, 1967, 20360, 5568, 0), (0, 803, 6306, 101, 0, 192, 83, 0, 48,\
50, 0, 132, 7205, 602, 0), (0, 127, 8938, 87, 0, 0, 0, 0, 64, 47, 0,\
52, 2714, 165, 0))

>>> mandatos(19, votacoes[2])
(0, 1, 11, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 7, 0, 0)

>>> mandatos(3, votacoes[3])
(0, 0, 2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0)

>>> assembleia(votacoes)
(0, 16, 137, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 71, 6, 0)

>>> max_mandatos(votacoes)
'PPD/PSD-CDS/PP\tPortugal a Frente'

>>>

```

2 Classificação

A avaliação da execução será feita através de um sistema automático para entrega de projectos designado Mooshak. Existem vários testes configurados no sistema. O tempo de execução de cada teste está limitado, bem como a memória utilizada. Só poderá efectuar uma nova submissão pelo menos 15 minutos depois da submissão anterior. Só são permitidas 10 submissões em simultâneo no sistema, pelo que uma submissão poderá ser recusada se este limite for excedido. Nesse caso tente mais tarde.

Os testes considerados para efeitos de avaliação podem incluir ou não os exemplos disponibilizados no enunciado, além de um conjunto de testes adicionais. O facto de um projecto completar com sucesso os exemplos fornecidos no enunciado não implica, pois, que esse projecto esteja totalmente correcto, pois o conjunto de exemplos fornecido não

é exaustivo. É da responsabilidade de cada grupo garantir que o código produzido está correcto.

Não será disponibilizado qualquer tipo de informação sobre os casos de teste utilizados pelo sistema de avaliação automática. Os ficheiros de teste usados na avaliação do projecto serão disponibilizados na página da disciplina após a data de entrega.

A nota do projecto será baseada nos seguintes aspectos:

1. Execução correcta (70%).

Esta parte da avaliação é feita recorrendo a um programa de avaliação automática que sugere uma nota face aos vários aspectos considerados.

2. Facilidade de leitura, nomeadamente abstracção procedimental, nomes bem escolhidos, qualidade (e não quantidade) dos comentários e tamanho das funções (25%).
3. Estilo de programação (5%).

3 Condições de realização e prazos

Este projecto deverá ser realizado em grupo de dois alunos, num **tempo estimado de 7.5 horas**. A entrega do projecto será efectuada exclusivamente por via electrónica, através do sistema Mooshak, até às **23:59** do dia **23 de Outubro de 2015**. Projectos em atraso não serão aceites seja qual for o pretexto.

Deverá submeter um único ficheiro com extensão .py contendo todo o código do seu projecto. O ficheiro de código deve conter em comentário, na primeira linha, os números e os nomes dos alunos do grupo, bem como o número do grupo.

No seu ficheiro de código não devem ser utilizados caracteres acentuados ou qualquer caractere que não pertença à tabela ASCII. Isto inclui comentários e cadeias de caracteres. Programas que não cumpram este requisito serão penalizados em três valores.

Duas semanas antes do prazo, serão publicadas na página da cadeira as instruções necessárias para a submissão do código no Mooshak. Apenas a partir dessa altura será possível a submissão por via electrónica. Nessa altura serão também fornecidas a cada um as necessárias credenciais de acesso. Até ao prazo de entrega poderá efectuar o número de entregas que desejar, sendo utilizada para efeitos de avaliação a última entrega efectuada. Deverá portanto verificar cuidadosamente que a última entrega realizada corresponde à versão do projecto que pretende que seja avaliada. Não serão abertas excepções.

Pode ou não haver uma discussão oral do trabalho e/ou uma demonstração do funcionamento do programa (será decidido caso a caso).

Projectos iguais, ou muito semelhantes, serão penalizados com a reprovação na disciplina. Estas ocorrências serão ainda reportadas à coordenação de curso. O corpo docente da cadeira será o único juiz do que se considera ou não copiar num projecto.