

Curso de Bacharelado em Engenharia da Computação

Inteligência Computacional - 2016/2

Avaliação Formativa - 1º Bimestre

University Course TimeTabling Problem

Resolvido por Algoritmos Genéticos

Prof. Wanderley de Souza Alencar

Abstract

Este documento tem por objetivo apresentar as estruturas de três arquivos a serem utilizados para a elaboração da aplicação que visa resolver o problema denominado *University Course TimeTabling Problem* (UCTTP).

A aplicação corresponde à implementação, na linguagem de programação *Java*, de um Algoritmo Genético (AG) que deverá resolver uma instância do problema UCTTP.

A instância a ser resolvida será especificada pelos dois primeiros arquivos a seguir especificados e gerará, como resultado, o terceiro arquivo:

- **[ag-informacoes.csv]**: arquivo de entrada que, portanto, será utilizado no modo de leitura pela aplicação. Contém as informações referentes aos *entes* que serão por ela utilizados, dentre eles: *estudantes, docentes, salas de aulas e laboratórios, disciplinas, etc*;
- **[ag-restricoes.csv]**: arquivo de entrada que contém as restrições sobre alguns dos *entes* que participam da resolução de presente instância do problema UCTTP. Nesta versão da aplicação os únicos entes que poderão ter restrições são os *docentes e as disciplinas*;
- **[ag-horarios.csv]**: arquivo de saída que conterá os horários de aulas gerados para os cursos e, portanto.

A extensão *.csv* indica que os arquivos possuem o formato denominado *comma separated values* e terão suas estruturas internas serão detalhadas em cada uma das seções a seguir.

I. O ARQUIVO DE ENTRADA DE DADOS

A aplicação a ser elaborada, ou seja, o Algoritmo Genético (AG) que se destina a solucionar o *University Course TimeTabling Problem* (UCTTP) deverá receber como entrada um arquivo que contenha as informações referentes a uma instância do problema a ser solucionado.

O arquivo **ag-informacoes.csv** é dividido em diversas *seções*, sendo que cada uma delas se destina a descrever um dos *entes* envolvidos na elaboração de um horário de aulas. Cada seção é iniciada por uma palavra identificadora, sempre grafada em letras maiúsculas.

Para inserir um *comentário* no arquivo, basta iniciar a linha com DUAS BARRAS.

Os identificadores das seções, e a ordem em que aparecem no arquivo, são as seguintes:

- *Timeslot*;
- Curso;
- Tipo de Sala;
- Sala;
- Disciplina;
- Estudante;
- Professor.

Timeslot: A Unidade de Tempo dos Horários

Na aplicação que se propõe a resolver uma instância do UCTTP, uma semana letiva qualquer é dividida em períodos fixos de tempo denominados individualmente de *timeslot*.

Um *timeslot* é o período de tempo que corresponde ao que normalmente denominamos de *aula*. Por exemplo, 50min ou 45min. Muitas vezes nas universidades duas aulas são agrupadas e ministradas como um único *encontro* entre um professor e seus estudantes.

Por exemplo, a disciplina de *Cálculo Diferencial e Integral - I* tem um encontro às quartas-feiras, das 08h às 09h40min. Isto corresponde a *duas aulas* de 50min – o tamanho do *timeslot*.

Instituto de Informática (INF) da Universidade Federal de Goiás (UFG), Câmpus Samambaia - CEP:74690-900, Goiânia, Goiás, Brazil. Fone: +55 62 3521-1181.

Correio eletrônico: wanderley@inf.ufg.br.

Com o intuito de facilitar o desenvolvimento da aplicação, nela o *timeslot* corresponderá a exatamente 1h (uma hora), sendo eles sequenciados a partir do primeiro dia da semana, ou seja, o domingo.

As Tabelas I-IV mostra o sequenciamento e, portanto, os códigos de cada *timeslot* para toda a semana letiva. É claro que alguns deles jamais serão utilizados para aulas como, por exemplo, todos aqueles que correspondem a horários anteriores às 07h e posteriores às 22h de cada dia da semana. Um caso especial é o domingo, pois nenhum de seus *timeslots* é utilizado para a ocorrência de aulas.

TABLE I
Timeslots - CODIFICAÇÃO DURANTE A SEMANA LETIVA

N. SLOT	Dia da Semana	Horário	N. SLOT	Dia da Semana	Horário
1	domingo	00:00 - 00:59	25	segunda-feira	00:00 - 00:59
2	domingo	01:00 - 01:59	26	segunda-feira	01:00 - 01:59
3	domingo	02:00 - 02:59	27	segunda-feira	02:00 - 02:59
4	domingo	03:00 - 03:59	28	segunda-feira	03:00 - 03:59
5	domingo	04:00 - 04:59	29	segunda-feira	04:00 - 04:59
6	domingo	05:00 - 05:59	30	segunda-feira	05:00 - 05:59
7	domingo	06:00 - 06:59	31	segunda-feira	06:00 - 06:59
8	domingo	07:00 - 07:59	32	segunda-feira	07:00 - 07:59
9	domingo	08:00 - 08:59	33	segunda-feira	08:00 - 08:59
10	domingo	09:00 - 09:59	34	segunda-feira	09:00 - 09:59
11	domingo	10:00 - 10:59	35	segunda-feira	10:00 - 10:59
12	domingo	11:00 - 11:59	36	segunda-feira	11:00 - 11:59
13	domingo	12:00 - 12:59	37	segunda-feira	12:00 - 12:59
14	domingo	13:00 - 13:59	38	segunda-feira	13:00 - 13:59
15	domingo	14:00 - 14:59	39	segunda-feira	14:00 - 14:59
16	domingo	15:00 - 15:59	40	segunda-feira	15:00 - 15:59
17	domingo	16:00 - 16:59	41	segunda-feira	16:00 - 16:59
18	domingo	17:00 - 17:59	42	segunda-feira	17:00 - 17:59
19	domingo	18:00 - 18:59	43	segunda-feira	18:00 - 18:59
20	domingo	19:00 - 19:59	44	segunda-feira	19:00 - 19:59
21	domingo	20:00 - 20:59	45	segunda-feira	20:00 - 20:59
22	domingo	21:00 - 21:59	46	segunda-feira	21:00 - 21:59
23	domingo	22:00 - 22:59	47	segunda-feira	22:00 - 22:59
24	domingo	23:00 - 23:59	48	segunda-feira	23:00 - 23:59

TABLE II
Timeslots - CODIFICAÇÃO DURANTE A SEMANA LETIVA

N. SLOT	Dia da Semana	Horário	N. SLOT	Dia da Semana	Horário
49	terça-feira	00:00 - 00:59	73	quarta-feira	00:00 - 00:59
50	terça-feira	01:00 - 01:59	74	quarta-feira	01:00 - 01:59
51	terça-feira	02:00 - 02:59	75	quarta-feira	02:00 - 02:59
52	terça-feira	03:00 - 03:59	76	quarta-feira	03:00 - 03:59
53	terça-feira	04:00 - 04:59	77	quarta-feira	04:00 - 04:59
54	terça-feira	05:00 - 05:59	78	quarta-feira	05:00 - 05:59
55	terça-feira	06:00 - 06:59	79	quarta-feira	06:00 - 06:59
56	terça-feira	07:00 - 07:59	80	quarta-feira	07:00 - 07:59
57	terça-feira	08:00 - 08:59	81	quarta-feira	08:00 - 08:59
58	terça-feira	09:00 - 09:59	82	quarta-feira	09:00 - 09:59
59	terça-feira	10:00 - 10:59	83	quarta-feira	10:00 - 10:59
60	terça-feira	11:00 - 11:59	84	quarta-feira	11:00 - 11:59
61	terça-feira	12:00 - 12:59	85	quarta-feira	12:00 - 12:59
62	terça-feira	13:00 - 13:59	86	quarta-feira	13:00 - 13:59
63	terça-feira	14:00 - 14:59	87	quarta-feira	14:00 - 14:59
64	terça-feira	15:00 - 15:59	88	quarta-feira	15:00 - 15:59
65	terça-feira	16:00 - 16:59	89	quarta-feira	16:00 - 16:59
66	terça-feira	17:00 - 17:59	90	quarta-feira	17:00 - 17:59
67	terça-feira	18:00 - 18:59	91	quarta-feira	18:00 - 18:59
68	terça-feira	19:00 - 19:59	92	quarta-feira	19:00 - 19:59
69	terça-feira	20:00 - 20:59	93	quarta-feira	20:00 - 20:59
70	terça-feira	21:00 - 21:59	94	quarta-feira	21:00 - 21:59
71	terça-feira	22:00 - 22:59	95	quarta-feira	22:00 - 22:59
72	terça-feira	23:00 - 23:59	96	quarta-feira	23:00 - 23:59

No arquivo, as informações sobre os *timeslots* são as seguintes:

- Código: é o código – um número natural maior que zero – que identifica de maneira única *timeslot*;
- Código do dia da semana: código do dia da semana ao qual *timeslot* corresponde. Os códigos de dias da semana são os seguintes:

1) domingo;

TABLE III
Timeslots - CODIFICAÇÃO DURANTE A SEMANA LETIVA

N. SLOT	Dia da Semana	Horário	N. SLOT	Dia da Semana	Horário
97	quinta-feira	00:00 - 00:59	121	sexta-feira	00:00 - 00:59
98	quinta-feira	01:00 - 01:59	122	sexta-feira	01:00 - 01:59
99	quinta-feira	02:00 - 02:59	123	sexta-feira	02:00 - 02:59
100	quinta-feira	03:00 - 03:59	124	sexta-feira	03:00 - 03:59
101	quinta-feira	04:00 - 04:59	125	sexta-feira	04:00 - 04:59
102	quinta-feira	05:00 - 05:59	126	sexta-feira	05:00 - 05:59
103	quinta-feira	06:00 - 06:59	127	sexta-feira	06:00 - 06:59
104	quinta-feira	07:00 - 07:59	128	sexta-feira	07:00 - 07:59
105	quinta-feira	08:00 - 08:59	129	sexta-feira	08:00 - 08:59
106	quinta-feira	09:00 - 09:59	130	sexta-feira	09:00 - 09:59
107	quinta-feira	10:00 - 10:59	131	sexta-feira	10:00 - 10:59
108	quinta-feira	11:00 - 11:59	132	sexta-feira	11:00 - 11:59
109	quinta-feira	12:00 - 12:59	133	sexta-feira	12:00 - 12:59
110	quinta-feira	13:00 - 13:59	134	sexta-feira	13:00 - 13:59
111	quinta-feira	14:00 - 14:59	135	sexta-feira	14:00 - 14:59
112	quinta-feira	15:00 - 15:59	136	sexta-feira	15:00 - 15:59
113	quinta-feira	16:00 - 16:59	137	sexta-feira	16:00 - 16:59
114	quinta-feira	17:00 - 17:59	138	sexta-feira	17:00 - 17:59
115	quinta-feira	18:00 - 18:59	139	sexta-feira	18:00 - 18:59
116	quinta-feira	19:00 - 19:59	140	sexta-feira	19:00 - 19:59
117	quinta-feira	20:00 - 20:59	141	sexta-feira	20:00 - 20:59
118	quinta-feira	21:00 - 21:59	142	sexta-feira	21:00 - 21:59
119	quinta-feira	22:00 - 22:59	143	sexta-feira	22:00 - 22:59
120	quinta-feira	23:00 - 23:59	144	sexta-feira	23:00 - 23:59

TABLE IV
Timeslots - CODIFICAÇÃO DURANTE A SEMANA LETIVA

N. SLOT	Dia da Semana	Horário
145	sábado	00:00 - 00:59
146	sábado	01:00 - 01:59
147	sábado	02:00 - 02:59
148	sábado	03:00 - 03:59
149	sábado	04:00 - 04:59
150	sábado	05:00 - 05:59
151	sábado	06:00 - 06:59
152	sábado	07:00 - 07:59
153	sábado	08:00 - 08:59
154	sábado	09:00 - 09:59
155	sábado	10:00 - 10:59
156	sábado	11:00 - 11:59
157	sábado	12:00 - 12:59
158	sábado	13:00 - 13:59
159	sábado	14:00 - 14:59
160	sábado	15:00 - 15:59
161	sábado	16:00 - 16:59
162	sábado	17:00 - 17:59
163	sábado	18:00 - 18:59
164	sábado	19:00 - 19:59
165	sábado	20:00 - 20:59
166	sábado	21:00 - 21:59
167	sábado	22:00 - 22:59
168	sábado	23:00 - 23:59

- 2) segunda-feira;
- 3) terça-feira;
- 4) quarta-feira;
- 5) quinta-feira;
- 6) sexta-feira;
- 7) sábado;

- Horário de início: horário de início do *timeslot*, no formato hh:mm, onde *hh* são os dois dígitos da hora (00 a 23) e *mm* os dois dígitos dos minutos (00 a 59).
- Horário de término: horário de término do *timeslot*, no formato hh:mm, onde *hh* são os dois dígitos da hora (00 a 23) e *mm* os dois dígitos dos minutos (00 a 59).

Normalmente, no contexto escolar, há *turnos* de funcionamento de cursos. Na presente aplicação cada um dos turnos funcionará nos seguintes horários:

- 1) matutino: das 07h às 12h, de segunda a sexta-feira, e aos sábados das 07h às 12h;
- 2) vespertino: das 13h às 18h, de segunda a sexta-feira, e aos sábados das 07h às 12h;
- 3) noturno: das 18h às 22h, de segunda a sexta-feira, e aos sábados das 07h às 12h.

Seção: Curso

A aplicação a ser desenvolvida será capaz de manipular os horários de aulas de apenas três cursos:

- 1) Engenharia da Computação;
- 2) Engenharia Elétrica;
- 3) Engenharia Mecânica.

As informações referentes a um curso são as seguintes:

- Código: é o código – um número natural maior que zero – que identifica de maneira única um curso (veja a lista anterior);
- Nome: é uma cadeia de caracteres que descreve o nome oficial do curso;
- Número de Períodos: define o número de períodos – um número natural maior que zero – do curso;
- Turnos de Funcionamento: é um código que identifica em quais turnos do dia o curso oferece disciplinas. Pode ser um dos seguintes valores:
 - 1) matutino;
 - 2) vespertino;
 - 3) noturno;
 - 4) matutino e vespertino;
 - 5) matutino e noturno;
 - 6) vespertino e noturno;
 - 7) matutino, vespertino e noturno.

Seção: Tipo de Sala

Uma sala de aula deve, obrigatoriamente, ser associada a um – e somente um – dos seguintes *tipos de sala*:

- 1) Sala Comum;
- 2) Laboratório de Informática;
- 3) Laboratório Específico;
- 4) Outro tipo.

Assim as informações a respeito do *tipo de sala* a serem armazenadas são as seguintes:

- Código: é o código – um número natural maior que zero – que identifica de maneira única o tipo de sala de aula;
- Descrição: é uma cadeia de caracteres que descreve o tipo de sala de aula.

Seção: Sala

Uma *sala de aula* é, no contexto da presente aplicação, qualquer espaço físico destinado à realização de uma atividade acadêmica e tem as seguintes características:

- Código: é o código – um número natural maior que zero – que identifica de maneira única uma sala de aula. Portanto não há duas salas de aula com o mesmo código;
- Descrição: é uma cadeia de caracteres que descreve o nome oficial da sala de aula;
- Tipo de Sala: identifica as especiais características (físicas e/ou funcionais) da sala. Veja a seção referente ao *Tipo de Sala*;
- Capacidade: identifica a capacidade, em número de estudantes, da sala.

Todas as salas de aula são consideradas, nesta versão da aplicação, disponíveis para uso durante todos os dias letivos, em qualquer horário, desde que já não esteja sendo utilizada por uma aula previamente alocada no horário.

Seção: Disciplina

Uma *disciplina* é, no contexto da presente aplicação, um conjunto de conteúdos relacionados e que recebe um nome para identificação, sendo ela sempre vinculada a um único curso e certo período neste curso.

Uma disciplina terá as seguintes informações:

- Código: é o código – um número natural maior que zero – que identifica de maneira única disciplina. Portanto não há duas disciplinas com o mesmo código em toda a aplicação;
- Código do Curso: é o código – um número natural maior que zero – do curso ao qual a disciplina está vinculada. Uma disciplina somente pode estar vinculada a um único curso.

- Código do Período: é o código – um número natural maior que zero – do período ao qual a disciplina está vinculada. Uma disciplina somente pode estar vinculada a um único período do curso.
- Descrição: é uma cadeia de caracteres que descreve o nome oficial da disciplina;
- Carga Horária de Teoria: expressa a carga horária semanal, em número de horas, das aulas *teóricas* da disciplina. Se não houver aulas teóricas, então deve valer 0 (zero);
- Tipo de Sala para Teoria: define qual o tipo de sala de aula é necessário para acomodar as aulas teóricas da disciplina;
- Carga Horária de Prática: expressa a carga horária semanal, em número de horas, das aulas *práticas* da disciplina. Se não houver aulas práticas, então deve valer 0 (zero);
- Tipo de Sala para Prática: define qual o tipo de sala de aula é necessário para acomodar as aulas teóricas da disciplina.

Seção: Estudante

Um *estudante* pode cursar, num semestre letivo de referência, até 10 (dez) disciplinas. Esta seção terá as seguintes informações:

- Código: é o código – um número natural maior que zero – que identifica de maneira única o estudante. Portanto não há dois estudantes com o mesmo código;
- Nome: é uma cadeia de caracteres que descreve o nome do estudante;
- Disciplinas a Cursar: Códigos – separados por vírgulas – das disciplinas que o estudante deve cursar no corrente período letivo.

Seção: Professor

Um *professor* pode ministrar, num semestre letivo de referência, até 5 (cinco) disciplinas, independentemente do curso às quais elas estejam vinculadas. A seção dos professores terá as seguintes informações:

- Código: é o código – um número natural maior que zero – que identifica de maneira única o professor. Portanto não há dois professores com o mesmo código;
- Nome: é uma cadeia de caracteres que descreve o nome do professor;
- Disciplinas a Ministrar: Códigos – separados por vírgulas – das disciplinas que o professor está apto a ministrar naquele período letivo.

No último item, *Disciplinas a Ministrar*, como visto, aparece a relação de disciplinas que o professor pode ministrar naquele período letivo, mas isto não o obriga a ministrá-la, ou seja, pode acontecer de alguns professores não ministrarem todas as disciplinas para as quais estavam aptos.

II. O ARQUIVO DE ENTRADA: RESTRIÇÕES

Além do arquivo de entrada anterior, a aplicação também poderá receber um arquivo que contém as restrições a serem impostas a alguns dos *entes* que participam da resolução da presente instância do problema UCTTP. Este arquivo é denominado **ag-restricoes.csv**.

Nesta versão da aplicação os únicos entes que poderão ter restrições são os *professores* e as *disciplinas* e, por isso, este arquivo terá no máximo duas seções:

- Disciplina: O único tipo de restrição que pode ser aplicado sobre uma disciplina é limitar os horários nos quais ela pode ser ministrada naquele período letivo. Cada linha desta seção terá o código da disciplina e a sequência de *timeslots* nos quais ela DEVE SER MINISTRADA. Por exemplo, a linha:
167, 32, 33, 34, 35
indica que a disciplina de código igual a 167 tem que ser ministrada nos *timeslots* de números 32, 33, 34 e 35. Estes *timeslots* correspondem à manhã de segunda-feira, das 07h às 12h. Se uma disciplina tiver muitos horários possíveis pode acontecer da linha ficar extensa e, nesta situação, é permitido fazer com que uma mesma disciplina ocupe mais de uma linha. Por exemplo:
167, 32, 33, 34, 35 167, 92, 93, 94 167, 110, 111, 112, 113, 114
para indicar que a disciplina anterior apenas pode ser ministrada nas manhãs de segunda-feira, das 07h às 12h, ou nas noites de quarta-feira, das 19h às 22h ou nas tardes de quinta-feira, das 13h às 18h.
- Professor: O único tipo de restrição que pode ser aplicado a um professor é limitar os horários para os quais ele está disponível para ministrar disciplinas naquele período letivo. Cada linha desta seção terá o código do professor e a sequência de *timeslots* para os quais ele ESTÁ INDISPONÍVEL para ministrar aulas. Por exemplo, a linha:
4, 32, 33, 34, 35
indica que o professor de código igual a 4 não pode ministrar aulas nos *timeslots* de números 32, 33, 34 e 35. Estes *timeslots* correspondem à manhã de segunda-feira, das 07h às 12h.

Se um professor tiver muitos impedimentos de horários pode acontecer da linha ficar extensa e, nesta situação, é permitido fazer com que um mesmo professor ocupe mais de uma linha. Por exemplo:

4, 32, 33, 34, 35 4, 92, 93, 94 4, 110, 111, 112, 113, 114

para indicar que o professor anterior também não pode ministrar aulas nas quartas-feiras, das 19h às 22h e nas quintas-feiras, das 13h às 18h.

III. O ARQUIVO DE SAÍDA: O HORÁRIO DE AULAS

A aplicação a ser elaborada, ou seja, o Algoritmo Genético (AG) que resolverá o UCTTP, deverá gerar ao final de sua execução um *horário de aulas* para os cursos utilizados.

O horário gerado deverá ser apresentado no dispositivo de saída (normalmente o monitor de vídeo) e também ser armazenado num arquivo do tipo **.csv** (*comma separated values*). O arquivo de saída terá o formato descrito a seguir:

- cada linha do arquivo corresponde a uma aula, que acontece num determinado intervalo de tempo (uma hora), numa certa sala de aula e em dia da semana específico;
- a aula será ministrada por um professor e envolverá um conjunto de estudantes.

Por exemplo: A primeira linha – mostrada a seguir – representa a aula da *Disc 001* – que pertence ao curso de *Engenharia da Computação* – é ministrada nas quartas-feiras, das 07h às 07h59min, pelo professor *Prof 26* na *Sala 126* corresponderá à seguinte linha no arquivo de saída, ou seja, o arquivo de horário de aulas:

Código Número do Código do(a) Código da da Disciplina Timeslot Docente Sala 1, 80, 26, 126

A segunda linha deste arquivo – mostrada a seguir – representa a aula da *Disc 002* – que pertence ao curso de *Engenharia da Computação* – é ministrada nas sextas-feiras, das 19h às 19h59min, pelo professor *Prof 43* na *Sala 008*:

2, 140, 43, 008

Não há nenhuma ordenação obrigatória entre as linhas do arquivo que formam o horário de aulas. Apesar disso, é conveniente – para facilidade de leitura – que os horários sejam ordenados em ordem crescente pelas seguintes chaves, na ordem em que são apresentadas:

- 1) código do curso;
- 2) código do *timeslot*.

IV. DÚVIDAS

Na hipótese de quaisquer dúvidas, as publique no *fórum* destinado à Avaliação Formativa do 1º Bimestre. O fórum está disponível na área da disciplina Inteligência Computacional publicada na Plataforma EaD-INF. O endereço eletrônico é <http://ead.inf.ufg.br>.