

PEDRO ROCHAVETZ DE LARA ANDRADE

**OTIMIZAÇÃO NA GERAÇÃO DE GRADE HORÁRIA ESCOLAR ATRAVÉS
DE UM MODELO MATEMÁTICO E DAS META-HEURÍSTICAS BUSCA
LOCAL E *ITERATED LOCAL SEARCH***

CURITIBA

2014

PEDRO ROCHAVETZ DE LARA ANDRADE

**OTIMIZAÇÃO NA GERAÇÃO DE GRADE HORÁRIA ESCOLAR ATRAVÉS
DE UM MODELO MATEMÁTICO E DAS META-HEURÍSTICAS BUSCA
LOCAL E *ITERATED LOCAL SEARCH***

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, área de concentração em Pesquisa Operacional, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Teresinha Arns Steiner

Coorientador: Prof. Dr. Anderson Roges Teixeira Góes

CURITIBA

2014

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por sempre guiar meus passos. Também agradeço a toda minha família, em especial à minha mãe, Mayra, meu pai, Mauro, e meus irmãos, Mateus e Gustavo, pois sei que são as pessoas com as quais posso sempre contar.

Não existem palavras para expressar meus agradecimentos à minha namorada, Camilla, pelo apoio incondicional, não apenas para a elaboração do trabalho, mas em todas as etapas, sendo sempre uma companheira para superar os momentos difíceis e para aproveitar os bons momentos.

Pelo grande apoio que me deram, meus profundos agradecimentos aos meus orientadores, Maria Teresinha Arns Steiner e Anderson Roges Teixeira Góes, pois sem a experiência e dedicação de ambos não seria possível a realização deste trabalho.

Também agradeço aos meus grandes amigos, Fábio, pela idealização do nome do programa, e Karine, pela grande ajuda que me deu às vésperas da qualificação da dissertação, e pela ajuda na revisão do abstract do trabalho.

RESUMO

Com a atual tendência de crescimento das instituições de ensino, aumenta-se também a necessidade de melhoria na utilização dos recursos desses estabelecimentos. Entre os recursos que podem ser otimizados está a definição de uma grade horária escolar, envolvendo professores, alunos, disciplinas, horários e salas de aula. Mais especificamente, o tema deste trabalho é a geração da grade horária escolar, com a definição de dias e horários para encontros entre alunos e professores com o objetivo de tratar sobre disciplinas específicas. Para a resolução do problema foi desenvolvida uma ferramenta chamada “Classe Mestre” capaz de gerar a grade horária de instituições de Ensino Fundamental, baseada em técnicas meta-heurísticas que levem em consideração, também, as preferências dos professores. No presente trabalho são aplicados o modelo matemático de Programação Linear Inteira Binária (PLIB) e as meta-heurísticas Busca Local (BL) e *Iterated Local Search (ILS)* a alguns problemas. Tendo em vista que o *ILS* contém a BL no seu procedimento, analisam-se os ganhos que a aplicação do *ILS* fornece em relação à aplicação isolada da BL, bem como a dispersão de ambas as técnicas em relação à solução ótima do problema. Todos os resultados apresentados são gerados a partir da aplicação da ferramenta em estudos de caso de escolas da rede pública do Município de Araucária-PR.

Palavras-chave: Otimização, Grade Horária, *Iterated Local Search*, Busca Local, Programação Linear Inteira Binária.

ABSTRACT

The current growth trend of educational institutions increases the need for improvement in the use of establishments' resources. Among the resources that can be optimized is the ones used for the definition of a school timetable involving teachers, students, courses, schedules, and classrooms. The theme of this dissertation is, more specifically, the generation of this school timetable, that establishes dates and times for meetings between students and teachers that lecture specific disciplines. To solve this problem, a tool called "Classe Mestre" has been developed, capable of generating the timetable for institutions of primary education, considering teachers' preferences and based on meta-heuristic techniques. In this paper, the mathematical model of Binary Integer Linear Programming (BILP), the meta-heuristics Local Search (LS) and Iterated Local Search (ILS) are applied to selected problems. Since ILS contains the LS in its procedure, the gains that the application of ILS provides for the application of isolated LS are analyzed, as well as the dispersion of both techniques regarding the optimal solution. All results are generated from the application of the tool in case studies of public schools in the city of Araucária-PR.

Keywords: Optimization, Timetable, Iterated Local Search, Local Search, Binary Integer Linear Programming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Características dos estudos de casos.....	21
Figura 2.2 - Dia de hora atividade para professores de cada disciplina.	22
Figura 2.3 - Carga horária semanal das disciplinas em cada turma.....	22
Figura 2.4 - Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 1.	23
Figura 3.1 - Quantidade de trabalhos publicados entre 1994 e 2012 – <i>Timetabling</i>	26
Figura 3.2 - Quantidade de trabalhos publicados entre 1994 e 2012 – <i>Rostering</i>	26
Figura 3.3 - Quantidade de trabalhos publicados entre 1994 e 2012 – <i>Scheduling</i>	27
Figura 3.4 - Procedimento BL.....	38
Figura 3.5 - Procedimento <i>Iterated Local Search</i>	41
Figura 4.1 – Possibilidades para o cálculo de G'	46
Figura 4.2 – Possibilidades para o cálculo de G''	47
Figura 4.3 - Exemplo de quadro de horários do professor.	51
Figura 4.4 - Exemplo de quadro de horários da turma.	51
Figura 4.5 - Matriz de carga horária alocada das disciplina para as turmas em cada dia.....	51
Figura 4.6 – Carga horária diária máxima de cada disciplina.....	52
Figura 4.7 – Preferências dos professores – Dia de não vínculo e hora atividade.....	53
Figura 4.8 – Matriz de carga horária das disciplinas em cada turma.	53
Figura 4.9 – Matriz de conjuntos Professor-Disciplina-Turma.	54
Figura 4.10 – Problema reduzido para geração da solução inicial.	57
Figura 4.11 - Problema reduzido para geração da solução inicial (2).	59
Figura 4.12 - Problema reduzido para aplicação da Busca Local.	62
Figura 4.13 - Problema reduzido para aplicação da Busca Local (2).	63
Figura 4.14 – Alteração no horário da turma – <i>ILS</i> (1).	66
Figura 4.15 – Alteração no horário da turma – <i>ILS</i> (2).	67
Figura 4.16 – Alteração no horário da turma – <i>ILS</i> (3).	68
Figura 4.17 – Alteração no horário da turma – <i>ILS</i> (4).	69
Figura 4.18 – Alteração no horário do professor – <i>ILS</i> (1).....	70
Figura 4.19 – Alteração no horário do professor – <i>ILS</i> (2).....	71
Figura 4.20 – Alteração no horário do professor – <i>ILS</i> (3).....	72
Figura 4.21 – Alteração no horário do professor – <i>ILS</i> (4).....	73
Figura 4.22 – Entrada de dados iniciais do sistema.	74
Figura 4.23 - Entrada dos nomes de professores, disciplinas e turmas.	74
Figura 4.24 - Cadastro de carga horária.....	75
Figura 4.25 - Alerta de incompatibilidade de carga horária.	75
Figura 4.26 - Cadastro de conjuntos Professor-Disciplina-Turma.	76

Figura 4.27 – Tela de cadastro de preferências.....	77
Figura 4.28 – Alerta de incompatibilidade de preferências.....	77
Figura 4.29 – Resolução do problema.....	78
Figura 5.1 – Solução 1.6 – Horários dos professores – Solução Inicial.	81
Figura 5.2 – Solução 1.6 – Horários das turmas – Solução Inicial.	82
Figura 5.3 – Solução 1.6 – Horários dos professores – Busca Local.....	84
Figura 5.4 – Solução 1.6 – Horários das turmas – Busca Local.....	85
Figura 5.5 – Solução 1.6 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i> . 86	
Figura 5.6 – Solução 1.6 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i>	87
Figura 5.7 – Solução 1 – Horários dos professores – Método Exato.	89
Figura 5.8 – Solução 1 – Horários das turmas – Método Exato.	90
Figura 5.9 – Solução 1 – Horários dos professores – Time S’Cool.....	92
Figura 5.10 – Solução 1 – Horários das turmas – Time S’Cool.....	93
Figura 5.11 – Apresentação dos resultados – Problema 1.....	94
Figura 5.12 – Apresentação dos resultados – Demais problemas.	96
Figura 5.13 – Apresentação dos resultados – Método Exato.	98
Figura 5.14 – Comparação dos resultados – Meta-Heurísticas x Método Exato.	100
Figura 8.1 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 2.....	107
Figura 8.2 – Solução 2.10 – Horários dos professores – Solução Inicial.	108
Figura 8.3 – Solução 2.10 – Horários das turmas – Solução Inicial.	108
Figura 8.4 – Solução 2.10 – Horários dos professores – Busca Local.....	109
Figura 8.5 – Solução 2.10 – Horários das turmas – Busca Local.....	109
Figura 8.6 – Solução 2.10 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i>	110
Figura 8.7 – Solução 2.10 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i> . ..	110
Figura 8.8 – Solução 2 – Horários dos professores – Método Exato.	111
Figura 8.9 – Solução 2 – Horários das turmas – Método Exato.	111
Figura 8.10 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 3.....	112
Figura 8.11 – Solução 3.8 – Horários dos professores – Solução Inicial.	113
Figura 8.12 – Solução 3.8 – Horários das turmas – Solução Inicial.	114
Figura 8.13 – Solução 3.8 – Horários dos professores – Busca Local.....	115
Figura 8.14 – Solução 3.8 – Horários das turmas – Busca Local.....	116
Figura 8.15 – Solução 3.8 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i>	117
Figura 8.16 – Solução 3.8 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i>	118
Figura 8.17 – Solução 3 – Horários dos professores – Método Exato.	119
Figura 8.18 – Solução 3 – Horários das turmas – Método Exato.	120
Figura 8.19 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 4.....	121
Figura 8.20 – Solução 4.4 – Horários dos professores – Solução Inicial.	122
Figura 8.21 – Solução 4.4 – Horários das turmas – Solução Inicial.	123

Figura 8.22 – Solução 4.4 – Horários dos professores – Busca Local.....	124
Figura 8.23 – Solução 4.4 – Horários das turmas – Busca Local.....	125
Figura 8.24 – Solução 4.4 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i>	126
Figura 8.25 – Solução 4.4 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i>	127
Figura 8.26 – Solução 4 – Horários dos professores – Método Exato.	128
Figura 8.27 – Solução 4 – Horários das turmas – Método Exato.	129
Figura 8.28 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 5.....	130
Figura 8.29 – Solução 5.10 – Horários dos professores – Solução Inicial.	131
Figura 8.30 – Solução 5.10 – Horários das turmas – Solução Inicial.	132
Figura 8.31 – Solução 5.10 – Horários dos professores – Busca Local.....	133
Figura 8.32 – Solução 5.10 – Horários das turmas – Busca Local.....	134
Figura 8.33 – Solução 5.10 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i>	135
Figura 8.34 – Solução 5.10 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i> . .	136
Figura 8.35 – Solução 5 – Horários dos professores – Método Exato.	137
Figura 8.36 – Solução 5 – Horários das turmas – Método Exato.	138
Figura 8.37 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 6.....	139
Figura 8.38 – Solução 6.9 – Horários dos professores – Solução Inicial (1)..	140
Figura 8.39 – Solução 6.9 – Horários dos professores – Solução Inicial (2)..	141
Figura 8.40 – Solução 6.9 – Horários das turmas – Solução Inicial.	142
Figura 8.41 – Solução 6.9 – Horários dos professores – Busca Local (1).....	143
Figura 8.42 – Solução 6.9 – Horários dos professores – Busca Local (2).....	144
Figura 8.43 – Solução 6.9 – Horários das turmas – Busca Local.....	145
Figura 8.44 – Solução 6.9 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i> (1).....	146
Figura 8.45 – Solução 6.9 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i> (2).....	147
Figura 8.46 – Solução 6.9 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i>	148
Figura 8.47 – Solução 6 – Horários dos professores – Método Exato (1).....	149
Figura 8.48 – Solução 6 – Horários dos professores – Método Exato (2).....	150
Figura 8.49 – Solução 6 – Horários das turmas – Método Exato.	151
Figura 8.50 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 7.....	152
Figura 8.51 – Solução 7.4 – Horários dos professores – Solução Inicial.	153
Figura 8.52 – Solução 7.4 – Horários das turmas – Solução Inicial.	154
Figura 8.53 – Solução 7.4 – Horários dos professores – Busca Local.....	155
Figura 8.54 – Solução 7.4 – Horários das turmas – Busca Local.....	156
Figura 8.55 – Solução 7.4 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i>	157
Figura 8.56 – Solução 7.4 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i>	158
Figura 8.57 – Solução 7.4 – Horários dos professores – Método Exato.	159

Figura 8.58 – Solução 7.4 – Horários das turmas – Método Exato.	160
Figura 8.59 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 8.	161
Figura 8.60 – Solução 8.1 – Horários dos professores – Solução Inicial.	162
Figura 8.61 – Solução 8.1 – Horários das turmas – Solução Inicial.	163
Figura 8.62 – Solução 8.1 – Horários dos professores – Busca Local.	164
Figura 8.63 – Solução 8.1 – Horários das turmas – Busca Local.	165
Figura 8.64 – Solução 8.1 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i>	166
Figura 8.65 – Solução 8.1 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i>	167
Figura 8.66 – Solução 8 – Horários dos professores – Método Exato.	168
Figura 8.67 – Solução 8 – Horários das turmas – Método Exato.	169
Figura 8.68 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 9.	170
Figura 8.69 – Solução 9.1 – Horários dos professores – Solução Inicial.	171
Figura 8.70 – Solução 9.1 – Horários das turmas – Solução Inicial.	172
Figura 8.71 – Solução 9.1 – Horários dos professores – Busca Local.	173
Figura 8.72 – Solução 9.1 – Horários das turmas – Busca Local.	174
Figura 8.73 – Solução 9.1 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i>	175
Figura 8.74 – Solução 9.1 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i>	176
Figura 8.75 – Solução 9.1 – Horários dos professores – Método Exato.	177
Figura 8.76 – Solução 9.1 – Horários das turmas – Método Exato.	178
Figura 8.77 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 10.	179
Figura 8.78 – Solução 10.6 – Horários dos professores – Solução Inicial.	180
Figura 8.79 – Solução 10.6 – Horários das turmas – Solução Inicial.	181
Figura 8.80 – Solução 10.6 – Horários dos professores – Busca Local.	182
Figura 8.81 – Solução 10.6 – Horários das turmas – Busca Local.	183
Figura 8.82 – Solução 10.6 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i>	184
Figura 8.83 – Solução 10.6 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i> . .	185
Figura 8.84 – Solução 10 – Horários dos professores – Método Exato.	186
Figura 8.85 – Solução 10 – Horários das turmas – Método Exato.	187
Figura 8.86 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 11.	188
Figura 8.87 – Solução 11.5 – Horários dos professores – Solução Inicial.	189
Figura 8.88 – Solução 11.5 – Horários das turmas – Solução Inicial.	190
Figura 8.89 – Solução 11.5 – Horários dos professores – Busca Local.	191
Figura 8.90 – Solução 11.5 – Horários das turmas – Busca Local.	192
Figura 8.91 – Solução 11.5 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i>	193
Figura 8.92 – Solução 11.5 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i> . .	194
Figura 8.93 – Solução 11 – Horários dos professores – Método Exato.	195

Figura 8.94 – Solução 11 – Horários das turmas – Método Exato.	196
Figura 8.95 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 12.	196
Figura 8.96 – Solução 12.8 – Horários dos professores – Solução Inicial.	197
Figura 8.97 – Solução 12.8 – Horários das turmas – Solução Inicial.	198
Figura 8.98 – Solução 12.8 – Horários dos professores – Busca Local.	199
Figura 8.99 – Solução 12.8 – Horários das turmas – Busca Local.	200
Figura 8.100 – Solução 12.8 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i>	201
Figura 8.101 – Solução 12.8 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i>	202
Figura 8.102 – Solução 12 – Horários dos professores – Método Exato.	203
Figura 8.103 – Solução 12 – Horários das turmas – Método Exato.	204
Figura 8.104 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 13.	205
Figura 8.105 – Solução 13.3 – Horários dos professores – Solução Inicial.	206
Figura 8.106 – Solução 13.3 – Horários das turmas – Solução Inicial.	207
Figura 8.107 – Solução 13.3 – Horários dos professores – Busca Local.	208
Figura 8.108 – Solução 13.3 – Horários das turmas – Busca Local.	209
Figura 8.109 – Solução 13.3 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i>	210
Figura 8.110 – Solução 13.3 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i>	211
Figura 8.111 – Solução 13 – Horários dos professores – Método Exato.	212
Figura 8.112 – Solução 13 – Horários das turmas – Método Exato.	213
Figura 8.113 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 14.	214
Figura 8.114 – Solução 14.6 – Horários dos professores – Solução Inicial.	215
Figura 8.115 – Solução 14.6 – Horários das turmas – Solução Inicial.	216
Figura 8.116 – Solução 14.6 – Horários dos professores – Busca Local.	217
Figura 8.117 – Solução 14.6 – Horários das turmas – Busca Local.	218
Figura 8.118 – Solução 14.6 – Horários dos professores – <i>Iterated Local Search</i>	219
Figura 8.119 – Solução 14.6 – Horários das turmas – <i>Iterated Local Search</i>	220
Figura 8.120 – Solução 14.6 – Horários dos professores – Método Exato.	221
Figura 8.121 – Solução 14.6 – Horários das turmas – Método Exato.	222

LISTA DE SIGLAS

BL – Busca Local

FO – Função Objetivo

ILS – Iterated Local Search

POC – Problema de Otimização Combinatória

PLIB – Programação Linear Inteira Binária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo Geral	14
1.1.2	Objetivos Específicos	14
1.2	JUSTIFICATIVA	14
1.3	LIMITAÇÕES.....	15
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
2	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	18
2.1	ESTUDO DE CASO DE ESCOLAS DE ARAUCÁRIA/PR.....	20
3	REVISÃO DE LITERATURA	24
3.1	TRABALHOS CORRELATOS	26
3.2	DESCRIÇÃO DAS META-HEURÍSTICAS UTILIZADAS.....	38
3.2.1	Busca Local.....	38
3.2.2	<i>Iterated Local Search</i>	39
4	METODOLOGIA	42
4.1	MODELO MATEMÁTICO	43
4.1.1	Função Objetivo	43
4.1.2	Restrições	48
4.2	PROCEDIMENTOS META-HEURÍSTICOS	50
4.2.1	Problema fictício.....	50
4.2.2	Estrutura Básica	50
4.2.3	Geração da Solução Inicial.....	55
4.2.4	BL aplicada ao problema.....	60
4.2.5	<i>ILS</i> aplicado ao problema.....	64
4.3	SISTEMA DESENVOLVIDO – CLASSE MESTRE	74
5	RESULTADOS	79
5.1	ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PROBLEMA 01	79
5.1.1	Resultado da Solução Inicial	80
5.1.2	Resultado da Busca Local.....	82
5.1.3	Resultado do <i>ILS</i>	85
5.1.4	Resultado do Método Exato	87
5.1.5	Resultados obtidos por <i>Software</i> livre	90
5.1.6	Comparação dos Resultados	93
5.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS PROBLEMA 02 A 14	95
6	CONCLUSÕES	101
	REFERÊNCIAS	103
	APÊNDICES	107

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, existe uma forte tendência de crescimento das instituições de ensino, e para sustentar esse crescimento, sem “abrir mão” da qualidade de ensino, essas instituições precisam otimizar a utilização de seus recursos. O objetivo dessas melhorias, em última instância, é a melhoria da qualidade da instituição como um todo, o que pode ocorrer através de um retorno financeiro ou pela sobra de recursos (horários de aula, professores, salas de aula, entre outros) possibilitando, assim, o aumento da abrangência das atividades da instituição.

Entre os recursos das instituições que podem ser otimizados está o tempo disponível de seus professores e salas de aula, através da definição do horário de seus compromissos (grade horária). Gerar uma grade horária que beneficie aos professores permite que estes realizem outras atividades, tanto profissionais como pessoais, para enriquecer sua formação.

O que se vê na maioria das escolas é que estas ainda geram seu quadro de horários de forma empírica, mesmo com recursos tecnológicos cada vez mais avançados que poderiam ser usados para resolver esse problema, ou *softwares* comerciais existentes para esse fim. No entanto, a maioria desses *softwares* não são popularizados em decorrência do custo financeiro que geram para a escola, por não se adequarem às características específicas que a escola gostaria de considerar para gerar sua grade horária, ou ainda por possuírem especificidades que dificultam sua aplicação prática.

De forma geral, as instituições de ensino também não se utilizam da tecnologia computacional para gerar sua grade horária por não possuírem profissionais capacitados para criar ferramentas que realizem essa tarefa ou, até mesmo, por essas técnicas ainda não serem suficientemente difundidas a ponto da escola saber que poderia desenvolver uma ferramenta que se adapte à sua realidade no que diz respeito à geração de grade horária.

Existem muitas técnicas para a resolução deste tipo de problema, métodos exatos, heurísticos e meta-heurísticos. Dessa forma, neste projeto são aplicadas três técnicas: modelo matemático de Programação Linear Inteira Binária (PLIB); a meta-heurística Busca Local (BL); e a meta-heurística *Iterated Local Search* (ILS). Como a *ILS* contém a BL, pretende-se analisar os ganhos

que o procedimento do *ILS* fornece em relação à aplicação da BL “pura”, bem como a dispersão de ambas as técnicas em relação à solução ótima do problema obtida pelo PLIB.

1.1 OBJETIVOS

São aqui apresentados os objetivos geral e específicos do trabalho.

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma ferramenta capaz de gerar a grade horária otimizada para instituições públicas de Ensino Fundamental, baseada em técnicas meta-heurísticas.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Coletar dados de instituições de Ensino, tendo em vista a geração da grade horária de forma automatizada;
- Apresentar o modelo matemático do problema;
- Analisar técnicas meta-heurísticas aplicáveis ao problema;
- Desenvolver uma ferramenta capaz de gerar a grade horária de escolas de Ensino Fundamental e Médio, com a utilização do *software Visual Basic 2010®* para interface com o usuário;
- Comparar a grade horária gerada pelo método exato e pelas meta-heurísticas nos estudos realizados, analisando também a dispersão dos resultados à solução ótima;

1.2 JUSTIFICATIVA

Em toda instituição de ensino, antes do início do período letivo, existe a necessidade da geração do quadro de horários, ou seja, a definição dos dias e horários em que cada disciplina será ministrada. Essa tarefa envolve diversas

variáveis, como as preferências de horários dos professores, restrições pedagógicas de limite de carga horária diária de cada disciplina, necessidade de aulas geminadas (seguidas), minimização do número de dias de aula de cada professor para preparação de aulas (hora atividade), entre outras restrições operacionais relacionadas a cada escola. Pelos motivos citados, muitas vezes a geração manual da grade horária de instituições de ensino se torna bastante complexa, sendo que apenas o alcance de uma solução viável já é satisfatório.

O problema de geração da grade horária está enquadrado na área de Otimização Combinatória, e é classificado como NP-Completo devido à grande quantidade de variáveis e restrições, também, da forte interrelação entre elas (Cooper e Kingston, 2006). Para Matte e Meinerz, (2012), NP-Completo é uma classificação de complexidade para problemas de decisões. Um problema é classificado como NP (Não-determinístico Polinomial) quando ele possui um número finito de soluções possíveis, e se pode verificar em um tempo polinomial de processamento se uma solução é correta.

Portanto, a elaboração de uma ferramenta capaz de automatizar essa atividade, proporcionará à escola maior qualidade e rapidez em sua execução quando comparado à grade horária realizada manualmente.

A resolução deste tipo de problema através do Método Exato pode exigir um tempo computacional elevado, não sendo viável sua execução, principalmente para problemas de maior porte. Assim, justifica-se a utilização de métodos meta-heurísticos, que em geral alcançam uma solução factível em um menor tempo de processamento.

1.3 LIMITAÇÕES

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de gerar o quadro de horários de professores e disciplinas para escolas de Ensino Fundamental e Médio, atendendo a todas as restrições do problema, considerando todas as preferências estabelecidas, utilizando três métodos da Pesquisa Operacional.

Não será considerada aqui, a questão de ensalamento das disciplinas, sendo esta considerada como um problema a ser resolvido posteriormente à resolução do problema da geração da grade horária.

É importante salientar que a ferramenta poderá gerar os horários de escolas de ensino fundamental para turmas do sexto ao nono ano, visto que as turmas do primeiro ao quinto ano possuem outra lógica na definição de suas aulas que não serão contempladas neste estudo.

Quando este tipo de problema é resolvido com o foco em escolas da rede privada, para se reduzir os custos da instituição, geralmente uma das “restrições fracas”, como será mostrado posteriormente, tem como objetivo reduzir o intervalo entre aulas dos professores. Como este trabalho estuda escolas públicas, essa restrição não será considerada.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em seis capítulos, incluindo esta introdução.

No segundo capítulo, o problema de geração de grade horária do Ensino Fundamental e Médio é descrito, além da apresentação das características dos estudos de caso.

O terceiro capítulo apresenta a revisão da literatura, com definição dos principais conceitos a serem abordados, além da explicação das técnicas meta-heurísticas nas quais a ferramenta será baseada. Apresenta-se também a análise de trabalhos correlatos.

No capítulo quatro estrutura-se a metodologia do trabalho, apresentando o modelo matemático do mesmo, a forma como a ferramenta foi desenvolvida no *software Visual Basic 2010®*, bem como a explicação sobre a adaptação das técnicas utilizadas ao problema.

O capítulo cinco ilustra os resultados da execução da ferramenta nos estudos de caso, apresentando o quadro de horários dos professores e turmas gerado após a aplicação das meta-heurísticas e do Método Exato em um dos problemas.

No capítulo seis são feitas as conclusões do trabalho e sugestões para trabalho futuros. Por fim, são apresentadas as referências e os apêndices do trabalho.

2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A tarefa de gerar a grade horária escolar envolve diversos fatores, como a definição de dias e horários para a realização de encontros entre alunos e professores de uma escola, com o objetivo de tratar sobre disciplinas específicas.

No caso das escolas de Ensino Fundamental e Médio cada disciplina possui uma carga horária definida, que varia dependendo da série em que está sendo ministrada, contudo, geralmente totaliza 25 horas aulas na semana. Nesse caso, diferente do problema aplicado ao Ensino Superior, não existe a preocupação em minimizar intervalos entre aulas, uma vez que a carga horária das turmas sempre é completa, ou seja, todos os horários disponíveis de cada turma são preenchidos por disciplinas, o que torna o problema ainda mais denso, uma vez que se tem menos liberdade para alterar os horários das disciplinas.

Em geral, o quadro de horários dessas escolas possui cinco dias de aula, de segunda a sexta-feira, e cinco aulas diárias com duração de 50 minutos, totalizando assim 25 possibilidades de alocação de aulas por semana. Além disso, há um intervalo de 20 minutos entre a terceira e a quarta aulas. Durante o ano letivo, existe a necessidade de se cumprir ao menos 800 horas de aula, distribuídas em no mínimo 200 dias (BRASIL, 2002). Com os feriados, e outros imprevistos, que acontecem em diferentes dias da semana, é possível que alguma disciplina não tenha sua carga horária integral cumprida em alguma turma específica, porém deve ser garantido que, em todas as turmas, o número mínimo de dias letivos, bem como a carga horária mínima como um todo, sejam cumpridos.

Em relação aos professores que compõem o quadro da escola, estes nem sempre possuem as 25 aulas na semana, pois a carga horária assumida em disciplinas não pode ser suficiente para completar todos os horários da semana, visto que, no caso das escolas públicas, nesta carga horária, também deve ser considerado o tempo para preparação das aulas (hora atividade), que deve ser de no mínimo um dia por semana. Como a carga horária semanal dos professores não é completamente preenchida por aulas, existe a possibilidade dos horários serem alocados espalhados ao longo da semana, por isso, em

geral, o objetivo do problema é minimizar o número de dias de aula de cada professor, sendo esse o principal fator para análise da qualidade do quadro de horários.

No caso de escolas particulares, no qual o professor recebe por hora-aula ministrada e, conforme a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), decreto de lei 5452/43, os intervalos entre aulas devem ser pagos como períodos de aula normal (BRASIL, 1943). No caso das escolas públicas, o salário dos professores é fixo com base na carga horária para a qual ele foi contratado, logo não varia conforme os intervalos de aula que ele possa ter em seu quadro de horários. Tendo isto em vista, no caso das escolas públicas, não é de grande importância existir a preferência para que o horário do professor não possua intervalos durante o dia, uma vez que o ponto principal neste caso é a minimização do número de dias de aula de cada professor, e isso já faz com que naturalmente as aulas não fiquem “espalhadas” ao longo da semana.

No caso da rede pública aqui estudada, existe a necessidade da definição de um dia chamado de ‘não-vínculo’, e neste dia, o professor não deve ter aulas alocadas. Dessa forma, a carga horária máxima que pode ser assumida por um professor é de 15 aulas por semana, deixando assim dois dias livres, para a hora-atividade e não-vínculo.

Outros fatores pedagógicos e operacionais que obrigatoriamente devem ser respeitados para que o quadro de horários possa ser considerado viável (restrições “fortes”), são eles:

- Uma turma não pode ter mais de uma aula no mesmo horário;
- Um professor não pode lecionar para mais de uma turma no mesmo horário;
- As turmas devem ter todo o seu horário preenchido por aulas;
- A carga horária que cada professor é alocado em cada turma deve ser igual à soma da carga horária das disciplinas que ele ministra nessa turma;
- Cada disciplina deve ser ministrada por apenas um professor;
- Cada turma não pode ter mais do que duas aulas diárias da mesma disciplina, sendo as aulas em sequência ou não;

- Disciplinas específicas selecionadas pelo usuário não podem ter mais de 50% de sua carga horária semanal concentrada em um único dia, por exemplo, disciplinas com carga horária de duas horas semanais não devem ser alocadas no mesmo dia;

A última restrição, descrita acima, existe para permitir que disciplinas com pouca carga horária (2 ou 3 aulas semanais) possam ser alocadas em dias diferentes, para melhorar o aproveitamento das aulas, quando for a preferência do tomador de decisão. Se esse for o caso, a disciplina escolhida passa a ter no máximo uma aula por dia. Caso o tomador de decisão opte por não gerar essa restrição, o sistema fica livre para alocar até 2 aulas diárias de todas as disciplinas, podendo alocar essas disciplinas de forma geminada ou não.

Em geral, os professores preferem lecionar suas disciplinas em períodos isolados, de apenas uma aula, pois acreditam que o rendimento da turma é maior dessa forma do que quando as aulas são alocadas duas em sequência (geminadas). Porém essa não é uma regra, tendo em vista que alguns professores preferem que suas aulas sejam geminadas. Atender a essa preferência dos professores, portanto, é um fator considerado na análise da qualidade do quadro de horários gerado.

Tendo isso em vista, os fatores tanto pedagógicos quanto operacionais, que são considerados na análise da qualidade da solução, não precisam ser obrigatoriamente cumpridos. Tais restrições são as chamadas restrições “fracas” que, para o problema em pauta, são:

- Atender às preferências dos professores por aulas geminadas;
- Atender às preferências de cada professor por seus dias de aula;
- Alocar o mínimo possível de dias de aulas para cada professor.

2.1 ESTUDO DE CASO DE ESCOLAS DE ARAUCÁRIA/PR

O problema será resolvido com base na realidade de três escolas localizadas no Município de Araucária, PR, referentes ao período de 2010 a

2013, sendo que os nomes das escolas e professores serão omitidos do trabalho.

Como essas escolas possuem aulas em dois ou mais períodos do dia, e são gerados os horários para cada um dos períodos separadamente, tem-se quatorze problemas de geração de grade horária a serem resolvidos e comparados através das três técnicas citadas. As características de cada um desses problemas estão ilustradas na Figura 2.1, a seguir.

Nº	Escola	Ano	Período	Professores	Disciplinas	Turmas
1	Escola 1	2013	Tarde	23	8	12
2	Escola 2	2010	Noite	14	8	8
3	Escola 2	2013	Manhã	22	8	12
4	Escola 1	2012	Manhã	22	8	13
5	Escola 1	2013	Manhã	26	8	13
6	Escola 3	2012	Tarde	35	8	20
7	Escola 2	2012	Tarde	22	8	12
8	Escola 1	2012	Tarde	23	8	12
9	Escola 1	2011	Tarde	22	8	12
10	Escola 1	2011	Manhã	23	8	13
11	Escola 2	2011	Manhã	22	8	12
12	Escola 1	2010	Tarde	22	8	12
13	Escola 1	2010	Manhã	22	8	13
14	Escola 2	2010	Manhã	18	8	12

Figura 2.1 – Características dos estudos de casos.
Fonte: Autor (2014).

Sabendo que cada um desses quatorze problemas seguem a mesma lógica, diferenciando-se apenas pela quantidade de turmas e professores, nesta seção do trabalho apenas o Problema 1 será descrito. Os dados referentes aos outros problemas constam nos Anexos 01 a 13.

É importante salientar que a decisão pelo dia de hora atividade não é tomada pelo próprio professor, mas sim pela rede pública na qual ele leciona, que em geral, padroniza esse dia para professores da mesma disciplina, facilitando a participação em cursos de aperfeiçoamento ou outras atividades que são comuns às disciplinas. A Figura 2.2 a seguir ilustra o dia de hora atividade dos professores de cada disciplina das escolas em questão, padronização vigente na rede pública do município de Araucária/PR, no ano de 2013.

Disciplina	Hora-Atividade
Portugues; Inglês	Segunda-feira
Educação Física	Terça-feira
História; Artes	Quarta-feira
Matemática	Quinta-feira
Geografia; Ciências	Sexta-feira

Figura 2.2 - Dia de hora atividade para professores de cada disciplina.
Fonte: Autor (2014).

O primeiro problema a ser resolvido refere-se à Escola 1 no ano de 2013, do período da tarde. Neste problema existem 23 professores para lecionarem 8 disciplinas para 12 turmas.

A Figura 2.3 a seguir ilustra a carga horária que cada turma recebe de cada disciplina semanalmente. Esses valores são aplicados a todos os problemas, pois é uma padronização do município de Araucária/PR.

Carga Horária Disciplinas	6D	6E	6F	7D	7E	7F	8D	8E	8F	9D	9E	9F
ARTES	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
CIENCIAS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
EDFISICA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
GEOGRAFIA	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
HISTORIA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
INGLES	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
MATEMATICA	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PORTUGUES	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5

Figura 2.3 - Carga horária semanal das disciplinas em cada turma.
Fonte: Autor (2014).

Pode se concluir pela grade contida na Figura 2.3 que a disciplina de Artes possui uma carga horária de duas aulas semanais em todas as turmas; a disciplina de Geografia possui três aulas semanais nas turmas do 6° e 7° anos, e duas aulas semanais nas turmas do 8° e 9° anos.

A Figura 2.4, a seguir, ilustra a disciplina que cada professor ministra, e cada turma que ele atende, bem como a carga horária total que o professor tem em aulas. Os nomes dos professores foram omitidos do trabalho, então eles são representados pela disciplina que ministram. Também são

apresentadas a preferência dos professores pelo dia de não vínculo, bem como seu dia de hora atividade.

Tabela Professor	Disciplina	6D	6E	6F	7D	7E	7F	8D	8E	8F	9D	9E	9F	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
PROFART1	ARTES				X			X	X	X	X	X	X	3	4	14
PROFART2	ARTES	X	X	X		X	X							5	4	10
PROFCIE1	CIENCIAS								X	X	X	X	X	3	6	15
PROFCIE2	CIENCIAS	X	X	X	X	X								4	6	15
PROFCIE3	CIENCIAS						X	X						4	6	6
PROFEDF1	EDFISICA							X	X	X	X	X		2	3	15
PROFEDF2	EDFISICA	X	X	X	X	X								5	3	15
PROFEDF3	EDFISICA						X					X		4	3	6
PROFGEO1	GEOGRAFIA				X	X	X				X	X	X	2	6	15
PROFGEO2	GEOGRAFIA	X	X	X				X	X	X				5	6	15
PROFHIST1	HISTORIA	X	X	X	X	X								6	4	15
PROFHIST2	HISTORIA						X	X	X	X				5	4	12
PROFHIST3	HISTORIA										X	X	X	5	4	9
PROFING1	INGLES	X	X	X	X	X	X	X						3	2	14
PROFING2	INGLES								X	X	X	X	X	4	2	10
PROFMAT1	MATEMATICA	X	X	X										3	5	12
PROFMAT2	MATEMATICA										X	X	X	6	5	15
PROFMAT3	MATEMATICA				X	X	X							6	5	15
PROFMAT4	MATEMATICA							X	X	X				3	5	15
PROFPORT1	PORTUGUES				X	X	X							6	2	12
PROFPORT2	PORTUGUES							X	X	X				3	2	15
PROFPORT3	PORTUGUES										X	X	X	6	2	15
PROFPORT4	PORTUGUES	X	X	X										5	2	15

Figura 2.4 - Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 1.
Fonte: Autor (2014).

Pela análise da Figura 2.4, conclui-se que o Professor de História 1 atende às turmas 6°D, 6°E, 6°F, 7°D e 7°E, assumindo no total, 15 horas-aula semanais. O mesmo professor possui a preferência de que seu dia de “não vínculo” seja na sexta-feira, e seu dia de hora atividade é padronizado na quarta-feira. Neste problema, nenhum professor ultrapassou o limite de 15 horas-aula semanais, logo não necessariamente precisarão lecionar no dia de hora atividade ou não vínculo, situação que não ocorre em todos os problemas resolvidos.

Em alguns casos, contemplados nos apêndices deste trabalho, não foram preenchidas as preferências dos professores pelo dia de “não vínculo”, nesses casos o valor inserido na ferramenta foi “0” e nenhuma preferência foi considerada.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Os Problemas de Otimização Combinatória (POCs) são definidos por Schrijver (2003) como sendo os de maximizar ou minimizar funções sobre um domínio, em geral, finito, no qual listar os seus elementos é uma tarefa simples, porém testar todos eles para verificar o melhor é geralmente impraticável.

Na prática, a resolução de POCs auxilia na tomada de decisões para problemas reais complexos como, por exemplo, roteamento de veículos, programação da produção, análise de investimentos, escala de trabalho de funcionários ou geração de grades horárias para instituições de ensino, que é o foco deste trabalho. São diversos os tipos de POCs relacionados ao tema desse trabalho, sendo que alguns deles são apresentados a seguir.

O problema de *Scheduling* (Programação ou Agendamento) pode ser definido como um problema no qual é necessário agendar eventos, tarefas ou recursos a serem realizados por uma ou mais pessoas em um período definido (Pinedo, 2012). Um problema de *Scheduling* pode ser tanto a definição da jornada de trabalho de funcionários, como o agendamento de consultas médicas ou, até mesmo, a programação da produção de uma fábrica.

Este tipo de problema engloba tanto aqueles que são definidos como problemas de *Timetabling* (Geração de Quadro de Horários) como os de *Rostering* (Definição de Escalas de Trabalho).

O problema denominado de *Timetabling* foi proposto pela primeira vez por Gottlieb (1963), e trata de definir onde e quando as pessoas e/ou recursos devem estar em um dado momento (Green, 1999). Um dos principais exemplos de problema de *Timetabling* é o da grade horária escolar, no qual são definidos dia e horário para os encontros entre professores e alunos em salas de aula para tratarem de determinadas disciplinas.

Já o problema chamado *Rostering* (Silva *et al*, 2004) trata de designar a trabalhadores, tarefas de um determinado período de tempo, tal que cada tarefa seja realizada por um único funcionário, sendo que cada um deles possui um intervalo mínimo de descanso entre tarefas, dentre outras restrições.

O *Rostering* difere do *Timetabling*, pois o primeiro envolve funcionários que deverão realizar tarefas em um período de tempo, e o segundo envolve funcionários que podem apenas realizar um determinado tipo de tarefa e

tarefas que devem acontecer em uma carga horária específica ou, ainda, grupos que devem receber determinados tipos de tarefas por período.

Para justificar a complexidade do problema de *Timetabling*, Green (1999), mostra que uma solução factível é muitas vezes difícil de ser encontrada, pois são envolvidos vários recursos (professores, disciplinas, turmas, horários e algumas vezes salas de aulas). Para que a grade horária seja satisfatoriamente construída, todos esses recursos devem ser levados em consideração de forma simultânea. O aumento da magnitude do problema faz com que o tempo de processamento para sua resolução aumente exponencialmente e, por isso, em muitos casos, o alcance da solução ótima não é primordial, mas apenas o alcance de uma solução válida, a qual pode ser alcançada por métodos heurísticos, de forma geral, mais rapidamente do que através de métodos exatos.

Segundo Chaves (2003), as técnicas heurísticas são algoritmos que buscam encontrar soluções viáveis para problemas de otimização em tempo computacional razoável. Já as técnicas meta-heurísticas, segundo Melián, Pérez e Vega (2003), vão além das heurísticas, pois são estratégias mais genéricas que se aplicam a uma gama mais extensa de problemas. As meta-heurísticas, usualmente apresentam maior complexidade em sua estrutura, por isso, em geral, necessitam que sejam definidos mais parâmetros para que o algoritmo possa ser processado. No caso das heurísticas, a necessidade de definição paramétrica geralmente é menor.

Em geral, as meta-heurísticas não são apenas processos iterativos constituídos de uma sequência de passos a serem seguidos para se obter um resultado, mas, também, são inspiradas em fenômenos diversos da natureza, que envolvem a genética humana (por exemplo, Algoritmos Genéticos), o processo de resfriamento gradativo de materiais (por exemplo, *Simulated Annealing*), dentre outros. Tanto as heurísticas como as meta-heurísticas não garantem o alcance da solução ótima do problema, porém de uma forma geral, encontram boas soluções.

3.1 TRABALHOS CORRELATOS

Muitos trabalhos têm sido publicados sobre *Timetabling*, *Rostering* e *Scheduling* e, para se entender melhor a evolução desses estudos ao longo do tempo, são apresentados a seguir, gráficos contidos nas Figuras 3.1, 3.2 e 3.3 que ilustram o número de trabalhos existentes no banco de dados da *ScienceDirect* sobre cada um destes temas, desde 1994 a 2012. Para a pesquisa desses dados, foi inserida no filtro apenas a palavra do título de cada gráfico.

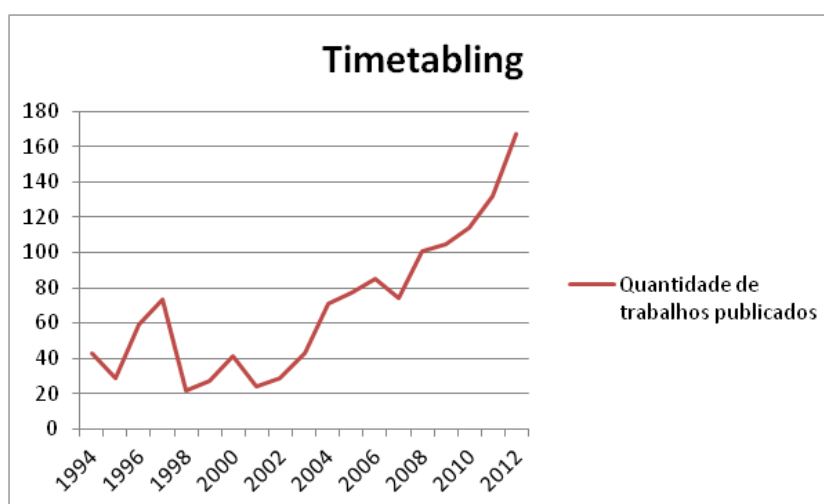


Figura 3.1 - Quantidade de trabalhos publicados entre 1994 e 2012 – *Timetabling*.
Fonte: Autor (2014).

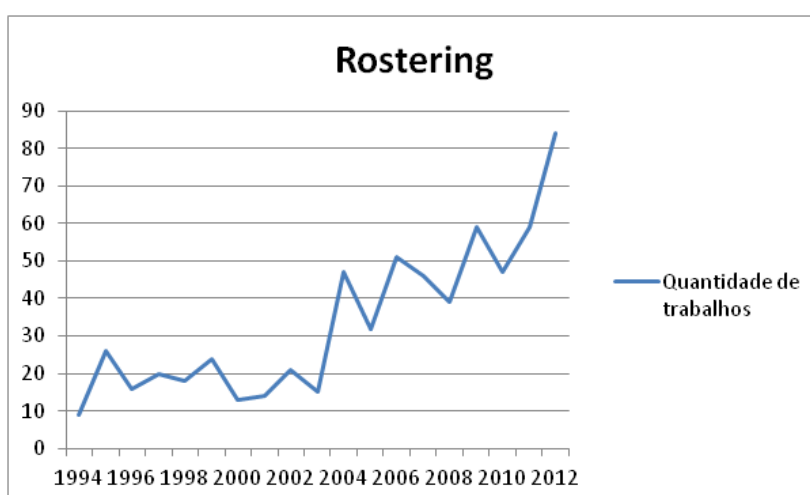


Figura 3.2 - Quantidade de trabalhos publicados entre 1994 e 2012 – *Rostering*.
Fonte: Autor (2014).

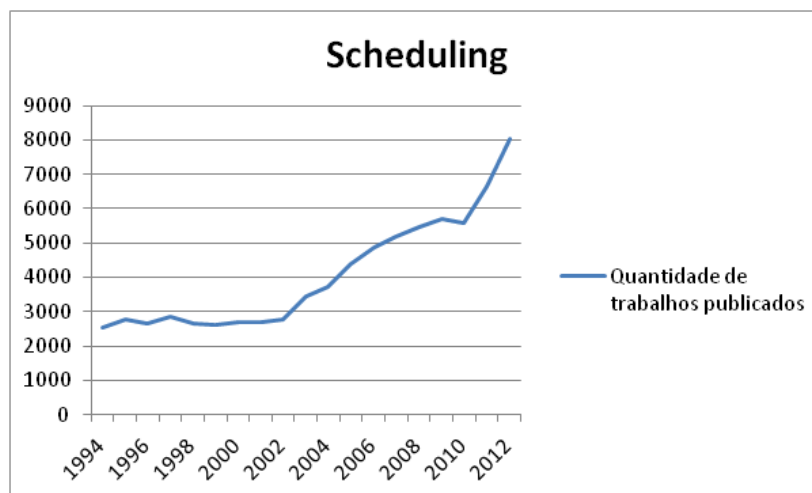


Figura 3.3 - Quantidade de trabalhos publicados entre 1994 e 2012 – Scheduling.
Fonte: Autor (2014).

Nota-se da análise dos gráficos, que mesmo existindo uma grande diferença na ordem de grandeza da quantidade de trabalhos publicados sobre os temas, principalmente em se tratando de *Scheduling*, todos seguem a mesma tendência, ou seja, a partir de 2003, iniciou-se o crescimento no número de trabalhos publicados sobre os três temas. Um dos possíveis motivos para esse fato é o rápido crescimento da capacidade dos processadores neste período, o que impulsiona o avanço de áreas de estudo como as citadas, as quais tem seu desempenho fortemente atrelado à capacidade de processamento dos computadores.

A seguir são apresentados, em ordem cronológica, estudos acerca de trabalhos correlatos, os quais resolveram o problema de Timetabling utilizando diversas técnicas, dentre elas, inclusive o *ILS*, no caso de Fonseca *et al.* (2012).

Souza, Maculan e Ochi (2001) apresentam uma heurística chamada GBT-II para resolver o problema de *Timetabling*. Para a geração da solução inicial é utilizada uma abordagem construtiva parcialmente gulosa, na qual são priorizados os professores com maior carga horária, ou com maiores períodos indisponíveis, também são priorizados os horários com menos professores disponíveis. Caso seja encontrada alguma inviabilidade na construção da grade horária atendendo a todas as restrições, existe também uma ordem de prioridade das restrições. Assim, a restrição menos prioritária é a primeira a não ser atendida. A solução gerada é aceita mesmo quando não é factível. A

partir da solução inicial, a próxima etapa do algoritmo proposto é a aplicação de um método de Busca Tabu, o qual visa eliminar infactibilidades da solução através de perturbações definidas na solução. Então um procedimento chamado “Intraturmas-Interturmas” é aplicado para eliminar as infactibilidades restantes, e após, melhorar a qualidade da solução. Após o fim do processo, ele é repetido até que um critério de parada seja atingido.

Os autores explicam as características do problema abordado, no qual cada disciplina pode ser assumida por apenas um professor previamente definido, porém um professor pode ser titular de mais de uma disciplina, gerando a necessidade de distribuir as disciplinas na grade horária de cada turma, sem gerar sobreposição de horários para professores e turmas. Além das restrições naturais do problema, também foi incluída uma restrição para impedir que uma turma tenha mais do que duas aulas diárias de uma mesma disciplina. A preferência estabelecida foi por manter o horário do professor tão compacto quanto possível. Foi definida uma penalidade para a violação de cada restrição, e para o não atendimento das preferências dos professores, e a função objetivo do método proposto é traduzida na minimização dessas penalidades.

O procedimento Intraturmas-Interturmas é composto de duas fases, primeiramente, ele tem como objetivo gerar uma solução factível e, em seguida, a melhoria da solução. O método analisa o conjunto de disciplinas de uma mesma turma que podem ter seu horário alterado, e para quais horários elas podem ser remanejadas, sendo que nesses horários, tanto o professor quanto a turma precisam estar disponíveis, ou precisam ter as disciplinas desses horários também remanejadas.

São analisados também, os impactos que a mudança causa nas penalidades e são feitos apenas os movimentos que geram diminuição de penalidades. Após terem sido finalizados todos os movimentos possíveis de melhora dentro das disciplinas de cada turma isoladamente (intraturmas), é iniciado o processo de movimento entre diferentes turmas (interturmas). Esse processo é mais complexo, pois envolve mais variáveis e mais possibilidades de troca. Porém a lógica é a mesma: analisar as diminuições de penalidades de mudanças de professores ou horários de disciplinas, sendo possível um professor assumir uma disciplina de uma turma para a qual não lecionaria na

solução original, ou uma disciplina mudar de horário e ser assumida por outro professor, desde que ele seja habilitado para tal.

O algoritmo proposto (GBT-II) foi testado em sete instâncias, das quais cinco foram obtidas do estudo de caso de caso da Escola Estadual Dom Silvério, localizada em Mariana (MG) e duas da literatura. Os resultados foram comparados com os gerados pelo mesmo modelo, porém sem o recurso do procedimento Intraturmas-Interturmas (GBT).

Os autores concluem da análise dos resultados gerados que o procedimento Intraturmas-Interturmas gera melhorias tanto no tempo de processamento, o qual foi menor para o GBT-II em todos os casos, como também na qualidade da solução, o que pode ser percebido no fato de o GBT-II, de forma geral, convergir para a melhor solução mais rapidamente.

Moura *et al.* (2004) resolvem o problema de *Timetabling* aplicado a escolas de ensino fundamental e médio, tanto particulares quanto públicas dos municípios de Santos - SP e Campinas - SP. As instâncias são resolvidas através de meta-heurísticas evolutiva (Algoritmos Genéticos) e de busca local (Busca Tabu, *Greedy Randomized Adaptive Search Procedure* e *Path Relinking*).

Além das restrições fortes inerentes ao problema, dentre as restrições fracas do problema está a minimização dos intervalos entre aulas de cada professor, os quais são pagos como períodos de aula pelas escolas particulares. Outras restrições fracas são o atendimento das preferências de horários e por aulas geminadas dos professores, além da definição de aulas coordenadas, ou seja, que devem ocorrer no mesmo horário.

A resolução através do Algoritmo Genético, segundo explicado pelo autor, utilizou o operador nomeado *crossover* uniforme, o qual apresentou melhores resultados do que o operador tradicional. O *crossover* uniforme gera apenas um descendente a partir de dois indivíduos progenitores, mantendo dessa forma, as boas alocações de horário da solução. Também foi desenvolvido um operador chamado mutação corretiva, para corrigir as possíveis infactibilidades geradas pelo *crossover* uniforme. A diferença deste operador para a mutação comum é que ao fazer uma modificação no indivíduo, a mutação corretiva procura escolher locais onde ocorre a violação de uma

restrição forte do problema, e assim resolver este problema e tornar a solução factível.

Na resolução do problema através de Busca Tabu, criou-se uma matriz que armazena os últimos movimentos realizados na solução, com o objetivo de explorar a vizinhança da solução corrente. Para que a solução não fique restrita a ótimos locais, os movimentos armazenados nessa matriz ficam, por um número determinado de iterações, proibidos de serem realizados. Os autores desenvolveram duas abordagens para a aplicação desta técnica, uma com o objetivo de diversificar a solução, e outra com o objetivo de intensificar a melhora da qualidade dela. A primeira permite movimentos que reduzam a qualidade da solução, e assim permite que a solução mude de vizinhança. A segunda não permite a piora da solução, tendo como objetivo encontrar o ótimo local da região analisada.

Na resolução através do *Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (GRASP)* a cada iteração uma nova solução é gerada através de um procedimento aleatório o qual aloca antes as disciplinas mais críticas nos horários mais críticos. Em seguida a solução melhorada através de uma Busca Local que aceita soluções melhores ou iguais à solução atual.

Na resolução através do *Path Relinking* duas soluções geradas pelas outras técnicas baseadas em Busca Local (Busca Tabu e *GRASP*) são utilizadas como soluções iniciais. A técnica se baseia em, com base em algum critério definido, calcular a distância entre as duas soluções, e então gerar soluções intermediárias que percorram o caminho entre as duas soluções. As soluções intermediárias são geradas através da combinação das soluções iniciais, e o objetivo na prática é gerar outras soluções que preservem as características boas de cada solução e, dessa forma, explorar a vizinhança de ambas as soluções. Para o sucesso deste método é fundamental que as soluções iniciais possuam boa qualidade.

Os autores também apresentam os resultados, nos quais se pode notar que o Algoritmo Genético obteve o pior desempenho devido à dificuldade em atender à preferência por aulas coordenadas. Este método obteve 0% de soluções consideradas de alta qualidade, 60% de soluções de qualidade intermediária e 40% de soluções infactíveis. O *GRASP* aplicado como entrada para o *Path Relinking* apresentou os melhores resultados, obtendo soluções de

alta qualidade em 96% das aplicações, com um tempo médio de processamento de 334 segundos. A aplicação da Busca Tabu obteve 93% de soluções de alta qualidade e com um o melhor dentre os tempos médios de processamento, o qual foi de 240 segundos.

Ao final do trabalho, sugere que mais estudos sejam feitos acerca da aplicação da Busca Tabu como entrada para o *Path Relinking*, pois o desempenho nesse caso foi consideravelmente pior do que o da aplicação da Busca Tabu sozinha.

Góes (2005) resolveu um problema de *Timetabling* de uma escola pública de educação infantil e ensino fundamental da região metropolitana de Curitiba, PR. Utilizou três abordagens na resolução do problema, resolvendo através de Programação Linear Binária (método exato), Algoritmo Genético (método heurístico) e um método misto entre ambos.

O método exato é explicado pelo autor, mostrando de que forma foi realizada a modelagem do problema. As variáveis indicam se um professor p está ou não atendendo uma turma t , no dia d , no horário h . A decisão deve ser de designar professores para dias e horários de aulas, já que suas turmas são previamente definidas. Também existem variáveis que indicam os dias que cada professor possui aulas, com o objetivo de concentrar suas aulas no mesmo dia, e assim, se possível, deixar alguns dias sem aula para o professor. A função objetivo foi construída para maximizar a satisfação dos professores em relação ao dia e horário de suas aulas, privilegiando os professores mais antigos na instituição. Além das restrições naturais do problema de grade horária, foram incluídas restrições para que cada turma não tenha mais do que duas aulas da mesma disciplina no mesmo dia; cada professor tenha no mínimo um dia sem aulas; e que seja atendida sua preferência por aulas em sequência caso exista.

Também são detalhados todos os parâmetros utilizados para a resolução do problema através do Algoritmo Genético: geração da solução inicial aleatoriamente (que é aceita mesmo sendo infactível); parâmetros dos operadores genéticos (quantidade e forma de aplicação de *crossover*, mutação e inversão, os quais têm como objetivo evitar as infactibilidades da solução); cálculo do *fitness*; criação de uma heurística de verificação, para analisar se a

solução gerada é viável (sendo que no caso de apresentar infactibilidade, uma heurística específica é aplicada para a eliminação da mesma); critério de parada (alcance de uma solução viável); dentre outros.

Em seguida, o autor descreve a abordagem mista, que foi estruturada com base na flexibilização do método exato, ou seja, foram excluídas da modelagem as restrições relacionadas à preferência dos professores por aulas em sequência, que representam mais de 50% do total de restrições geradas na modelagem original. Após a solução desse novo modelo, a solução é refinada pelas heurísticas que fazem parte do algoritmo baseado no Algoritmo Genético. O resultado é o alcance de uma solução de forma mais rápida do que a solução pelo método exato completo, sem perder a qualidade da solução, visto que a restrição excluída não é primordial para a solução do problema.

Os resultados obtidos em cada um dos métodos foram comparados: o tempo para resolver o problema pelo método exato foi de cerca de 10 horas para o alcance da solução ótima, o que inviabilizou sua aplicação prática, visto que ele não possui flexibilidade para processar diversas vezes e se adequar a possíveis mudanças. O tempo de processamento do Algoritmo Genético foi de 53 segundos, e a solução encontrada não respeita a preferência por aulas em sequência de alguns professores, porém o percentual de não atendimento dessa restrição é de cerca de 7%, o que torna a solução aceitável. O tempo total de processamento do método misto foi de 19 segundos, sendo a parte exata resolvida em 14 segundos, e a parte heurística em 5 segundos. A solução gerada por esse método também não cumpriu completamente a preferência de aulas em sequência de alguns professores.

Por fim, conclui que cada método possui vantagens e desvantagens, não existindo necessariamente um método que possa ser considerado melhor em todos os quesitos. Sugere para trabalhos futuros que os resultados sejam comparados com outros métodos heurísticos; que os modelos sejam aplicados em outros estudos de caso, para análise do seu comportamento; que a interface com o usuário seja aprimorada.

Kingston (2006) aborda um método para resolução do problema de *Timetabling* conhecido como Programação de Horários Hierárquica. Para isso, ele utilizou o método combinado com expressões e operadores matemáticos e

uma estrutura de dados que facilita essa forma de construção da grade horária, a qual ele chamou *layer tree*. Com essa estrutura, Kingston (2006) criou o sistema chamado KTS, sendo esse o sistema utilizado por Fonseca *et al.* (2012) para a geração de uma solução inicial.

O autor apresenta as expressões que especificam o problema, expressões de tempo, que definem o domínio do horário da variável de tempo, mostra também os tipos de operações utilizados: a de unificação de variáveis, que faz com que duas aulas ocorram necessariamente no mesmo horário; concatenação, que faz com que elas ocorram necessariamente em horários diferentes; alternância, a qual evidencia que não há dependência de horários entre os eventos. Esses operadores são utilizados para montar a estrutura *layer tree* de banco de dados.

Na sequência são apresentadas as restrições de recursos e como elas são atendidas na estrutura *layer tree*. Esse tipo de restrição assegura que aulas de ciências que necessitam de um laboratório, ocorram somente no laboratório, ou que professores de matemática somente lecionem aulas de matemática, entre outros. O autor apresenta também outros recursos que o sistema KTS possui, como o sequenciamento de aulas. Para possibilitar esse recurso, são criados blocos de tempo, os quais tem tamanhos variáveis e podem ser alocados em qualquer ordem. E para definir em que período eles serão alocados e em qual ordem, é gerado um subproblema classificado como NP-Completo, conhecido como Problema de Carregamento de Mochilas (PCM).

O PCM consiste na escolha, dentro de um universo de diversos itens, de alguns itens com o objetivo de maximizar a importância dos itens carregados, levando em consideração a importância de cada item e o quanto ele compromete da capacidade da mochila (Florentino e Spadotto, 2006). O sistema KTS utiliza um algoritmo heurístico para resolver o Problema de Carregamento de Mochilas e definir o sequenciamento de aulas.

Assim, o autor conclui que a nova estrutura de dados proposta suporta eficientemente o método de Programação de Horários Hierárquica, permitindo que sua construção ocorra de forma flexível e rápida, já que o tempo médio para o alcance de uma solução é de cerca de 10 segundos. Na sequência, propõe que sejam criados novos algoritmos para geração de grade horária que

explorem de forma mais profunda a flexibilidade fornecida pela estrutura *layer tree*.

Santos (2007) propôs a solução do problema de *Timetabling* através de uma heurística baseada em Busca Tabu, um método exato baseado em Programação Linear Inteira Mista, e um método híbrido entre os dois, que se baseia na divisão do problema em partes menores, no qual a solução inicial utilizada como base para a heurística é fornecida pelo método exato.

No caso da solução apenas através do método heurístico proposto, a solução inicial é gerada por meio de um algoritmo guloso aleatório, que gera a solução alocando primeiramente as disciplinas mais críticas nos horários que possuem menos professores disponíveis. O método heurístico de melhoramento foi chamado pelo autor de BT-PPTC, e se baseia em utilizar a Busca Tabu para explorar a vizinhança da solução, com a diferença de que é utilizado um método para evitar que a solução fique presa em ótimos locais, baseado na criação de uma memória de curto prazo, e uma memória de longo prazo. A memória de longo prazo pode ser de dois tipos, guardando a memória das trocas realizadas envolvendo cada professor e cada turma, ou guardando a memória do número de iterações que cada aula permaneceu em um determinado dia e horário.

O autor analisa a qualidade dos métodos propostos matematicamente, através de testes computacionais que comparam os resultados de métodos já registrados na literatura com os métodos propostos. Como o método proposto possui um componente aleatório para a geração da solução inicial, os resultados apresentados foram o resultado da média de 10 execuções independentes. Foram resolvidos sete exemplos, um deles criado com base em uma escola de Ensino Médio do Distrito Federal, dois foram criados artificialmente, e os outros quatro foram obtidos de uma escola de Ensino Fundamental de Minas Gerais. Cada instância foi resolvida com quatro valores diferentes para o tempo de permanência do movimento na lista tabu, ou seja, o tempo em que o movimento não poderá ser repetido. O autor conclui que o algoritmo com a memória de longo prazo proposta é melhor do que os métodos analisados que não utilizam essa técnica.

Além disso, o problema é resolvido como um Problema de Programação Linear, onde as restrições inseridas, além das naturais do problema, tratam de minimizar o número de dias que o professor precisa comparecer à escola, limitar a quantidade de aulas que um professor pode ministrar em uma turma no mesmo dia. Então o autor explica como foi feita a extensão da formulação inicial, na qual as variáveis duais são consideradas. Nessa nova formulação são criadas também variáveis que representam padrões de alocações para um professor em um dia, com custos associados a esses padrões. Essa formulação apresentou resultados expressivamente melhores do que os fornecidos pela heurística, porém em tempos computacionais bastante elevados.

Com o intuito de conseguir manter os bons resultados das soluções exatas, porém em tempo de processamento menor, o autor utiliza o método conhecido como *Local Branching*. Este método se baseia em dividir o problema em subproblemas, resolvê-los pelo método exato com um tempo limite de execução, e as soluções geradas desses subproblemas são processadas pelo método heurístico proposto. O principal parâmetro desse método é o tamanho dos subproblemas, que não podem ser gerados em uma quantidade muito grande que dificultem o processamento, nem serem problemas muito grandes que dificultem o alcance de uma boa solução no tempo de processamento proposto.

Por fim, o Método *Local Branching* obtém sucesso dentro da sua proposta, e consegue alcançar de forma rápida, grades horárias de qualidade. O autor ressalta também que a formulação utilizada pode ser aplicada a vários problemas relacionados, em consequência de sua estrutura bastante comum em problemas de *timetabling*, além da qualidade da solução fornecida por ela, que encontrou a solução ótima para problemas que ainda estavam em aberto na literatura, e aprimorou a melhor solução conhecida para outros.

Andrade, Scarpin e Steiner (2012) utilizaram um método exato baseado em Programação Linear Binária para resolver o problema de *Timetabling*, utilizando como estudo de caso o curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Paraná. Primeiramente foi explicada a realidade do

curso, suas particularidades a respeito de quais períodos as disciplinas devem ser ofertadas, professores habilitados a ministrá-las, entre outros.

Em seguida, tratam sobre a estrutura do modelo proposto e seus objetivos. Para reduzir o número de variáveis do problema, os autores criaram um artifício que atrela um professor apenas às disciplinas as quais ele está habilitado a ministrar, e as disciplinas apenas às turmas que devem recebê-las. O modelo tem como objetivo sugerir o dia e horário de todas as disciplinas que cada turma deve receber; deixar livre para todos os professores um horário específico, para que sejam feitas reuniões administrativas; garantir o cumprimento da carga horária mínima de todos os professores, sugerindo disciplinas optativas aos professores que necessitarem; fazer todas as atividades citadas de forma a maximizar as preferências de horários de aulas dos professores, e minimizar a sobreposição de horários de disciplinas ofertadas em períodos consecutivos.

A Função Objetivo do modelo se traduz na minimização da soma de todas as variáveis, multiplicadas por um coeficiente que traduz a preferência de utilizar ou não aquela variável. Essa preferência é definida levando em consideração a ideia de evitar aulas no horário do almoço, atender à preferência de horários dos professores e evitar sobreposição de disciplinas ofertadas em períodos consecutivos, o que tem como objetivo possibilitar que alunos de um período se matriculem em disciplinas do período anterior ou do seguinte, caso seja necessário. As restrições do problema, além das naturais do problema, são para que seja garantido um horário livre para todos os professores, para que sejam feitas as reuniões administrativas, também para que as aulas sejam alocadas de forma organizada ao longo da semana, alocando sempre as disciplinas em dois períodos de duas horas, no mesmo horário de dias alternados. E, por fim, uma restrição para garantir que todos os professores cumpram sua carga horária mínima em sala de aula.

Os autores analisam os resultados obtidos após a execução do modelo: tempo de processamento de 42 segundos, considerado baixo levando em consideração a complexidade do modelo; a grade horária gerada não teve intervalos entre aulas para nenhuma turma, e também não gerou nenhuma sobreposição entre disciplinas de períodos consecutivos; o horário definido

para as reuniões foi respeitado, e a preferência de horários dos professores foi respeitada na maioria dos casos.

Com isso, os autores concluem que o modelo atendeu satisfatoriamente os objetivos aos quais foi proposto, e sugerem para trabalhos futuros, que sejam considerados outros estudos de caso para analisar a flexibilidade do modelo, e que seja levada em consideração a questão de alocação de salas de aula.

Fonseca *et al.* (2012) resolveram as instâncias propostas pela *Third International Timetabling Competition* (ITC2011) através de técnicas baseadas em BL, dentre elas um Método não Descendente Randômico, *Simulated Annealing* e *Iterated Local Search*, utilizando o conceito de Programação de Horários Hierárquica combinada com uma abordagem de busca multi-vizinhança para gerar soluções iniciais. Os autores apresentam o modelo no qual a ITC2011 estruturou as instâncias, ou seja, atributos atrelados às disciplinas, alunos, professores e salas de aula, explicando também as restrições fortes e fracas.

Em seguida, detalham as técnicas utilizadas na construção do modelo que teve o melhor desempenho dentre os candidatos da competição, levando a equipe dos autores a ser campeã da ITC2011. O método de geração da solução inicial utilizado foi baseado na Programação de Horários Hierárquica, que funciona agrupando alocações de pequena duração gerando assim blocos maiores até que se alcance uma solução completa. Antes de se aplicar as técnicas heurísticas, ainda são feitos ajustes na solução inicial movendo aulas para períodos vazios, ou trocando duas aulas de horário.

O método não Descendente Randômico se baseia em analisar um vizinho qualquer da solução e aceitar a nova solução, caso ela seja melhor ou igual à solução anterior.

Por fim, os autores afirmam que o diferencial da abordagem proposta foi o método de geração da solução inicial, que foi capaz de gerar, de forma geral, boas soluções para serem melhoradas pelas heurísticas.

3.2 DESCRIÇÃO DAS META-HEURÍSTICAS UTILIZADAS

Uma descrição sucinta das meta-heurísticas utilizadas neste trabalho para resolução do problema de *Timetabling*, é apresentada nesta seção.

3.2.1 Busca Local

A Busca Local (BL) é um procedimento utilizado para encontrar, com base em uma solução inicial previamente gerada, ótimos locais em POC's, ou seja, encontrar a melhor solução de um espaço de busca reduzido, possivelmente, a melhor solução para o problema como um todo (ótimo global).

Conforme Hoos e Stützle (2005), o processo da BL começa selecionando uma solução inicial, e depois, atua iterativamente, gerando novas soluções a partir de alterações realizadas na solução anterior, atualizando a solução que sofrerá as perturbações sempre que uma solução melhor é encontrada. O procedimento termina quando um critério de parada é atingindo, então ele retorna a melhor solução alcançada.

O tempo computacional de convergência da BL é afetado exponencialmente pela qualidade da solução inicial, por isso, é importante que seja aplicado um “bom” método para a geração da solução inicial, além de uma implementação eficiente (Rangel, Abreu e Netto, 2000).

A Figura 3.4 a seguir ilustra o procedimento da BL.

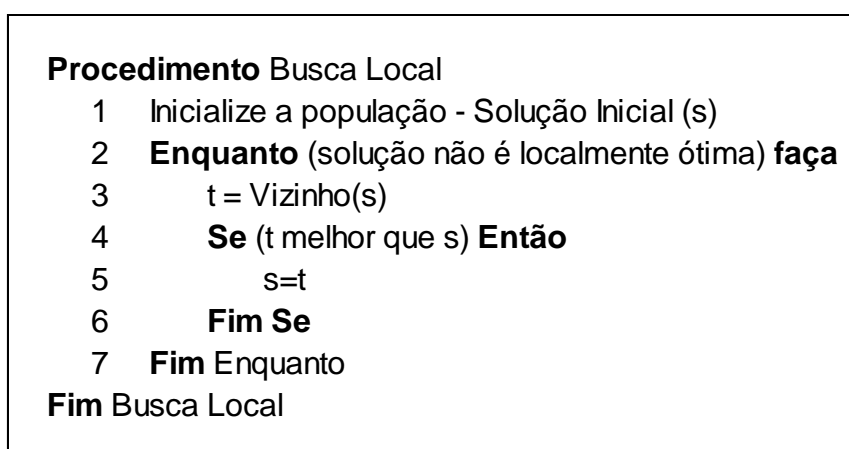


Figura 3.4 - Procedimento BL
Fonte: Rangel, Abreu e Netto (2000).

3.2.2 *Iterated Local Search*

A técnica *Iterated Local Search (ILS)* é uma meta-heurística baseada em BL. Foi proposta por Lourenço, Martin e Stutzle em 2002 e, desde então, já foi amplamente utilizada na resolução de diversos tipos de POC's.

Brito *et al.* (2008) utilizaram essa técnica para resolver o problema das k -medianas com capacidade, problema que consiste em criar k grupos de pontos, os quais possuem uma determinada demanda, respeitando a capacidade de cada agrupamento e minimizando a distância de cada ponto a sua mediana. Ribeiro *et al.* (2008) resolveram, através de *ILS*, um problema de *Scheduling*, aplicado ao caso de sequenciamento de produção. Penna, Subramanian e Ochi (2011), utilizaram o *ILS* na resolução de um problema de roteamento de veículos com frota heterogênea, ou seja, capacidades de carregamento diferentes em cada veículo. Guersola (2013) utilizou o mesmo método para resolver um problema de p -medianas capacitado, e do caixeiro viajante, ambos aplicados à otimização na entrega de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) a clientes. Fonseca *et al.* (2012) utilizaram, dentre outras técnicas, o *ILS*, para resolver o problema de *Timetabling*.

Para Subramanian (2008), a diferença entre algoritmos de BL e o *ILS*, é o fato de que, em geral, após o alcance de uma solução ótima local, os algoritmos de BL continuam o processo a partir de uma solução inicial completamente nova, e o *ILS*, aplica perturbações a essa solução para continuar as iterações.

Segundo Brito *et al.* (2008), a técnica *ILS*, se baseia na aplicação sucessiva de perturbações a uma solução inicial, seguidas de um procedimento de busca local, até que um critério de parada seja atingido. Para Guersola (2013) o diferencial desta meta-heurística está no fato de que geralmente as técnicas de BL ficam restritas a ótimos locais, porém no caso do *ILS*, através de uma adequada parametrização das perturbações, a solução atual pode ser modificada para próximo de outro ótimo local melhor do que o anterior, visando sempre o ótimo global do problema.

Conforme Lourenço, Martin e Stutzle (2002) e Guersola (2013), a implementação do *ILS* depende de quatro etapas, descritas a seguir:

1. Geração de solução inicial

O *ILS* depende de uma solução do problema previamente fornecida para iniciar o processo iterativo de melhoria da mesma. Essa solução pode ser obtida através de um método aleatório, ou um método heurístico, o qual geralmente fornece melhores soluções, melhorando, desta forma, também o resultado final, conforme Fonseca *et al.* (2012).

2. Perturbação da solução

É uma alteração na solução atual, de forma a obter uma nova solução para exploração através da BL, e assim aumentar a probabilidade de não limitar a melhor solução a ótimos locais. Segundo Guersola (2013) a escolha deste procedimento é crucial para o êxito da meta-heurística, pois caso a perturbação seja muito pequena, a solução ficará “presa” em ótimos locais; já se for muito grande, será equivalente a um processo de geração de soluções aleatórias, descaracterizando o procedimento.

3. Busca Local

É definido como sendo um processo iterativo para exploração da região próxima da solução atual, e assim melhorar a solução. Para Brito *et al.* (2008), este procedimento está diretamente relacionado com o tipo de problema a ser resolvido, e é um dos pontos principais para o sucesso do *ILS*.

4. Critério de aceitação

O critério de aceitação é o fator de decisão sobre qual será a nova solução a sofrer a perturbação e busca local. Pode-se adotar como critério escolher a melhor solução encontrada até o momento, ou então, aceitar soluções piores para diversificar a busca. Para Subramanian (2008), a decisão desse critério é importante, pois ele define o equilíbrio entre intensificação e diversificação.

A Figura 3.5 a seguir apresenta o procedimento do *ILS*.

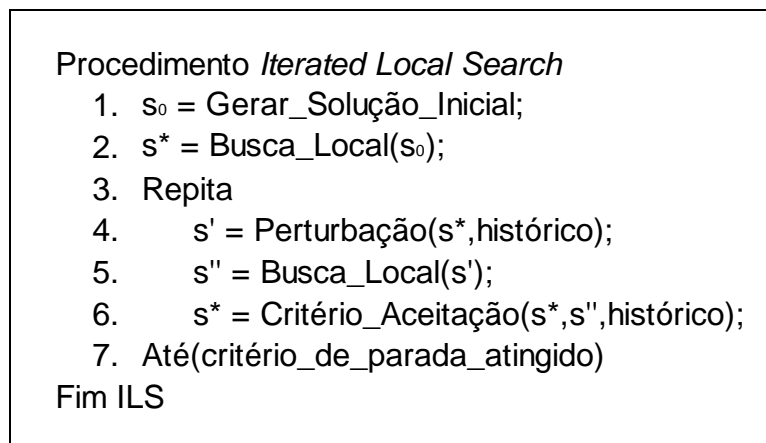


Figura 3.5 - Procedimento *Iterated Local Search*.
Fonte: Lourenço, Martin e Stutzle (2002).

O critério de parada é definido com base nas características do problema a ser resolvido, em geral ele é definido com base no número de iterações ou no tempo de processamento.

4 METODOLOGIA

As técnicas escolhidas para resolução do problema foram as meta-heurísticas *Iterated Local Search (ILS)* e Busca Local, com o intuito de analisar os benefícios proporcionados pelo *ILS* à BL, visto que, dentro do procedimento do *ILS* existe uma etapa baseada na BL. Portanto, caso o *ILS* apresente melhores resultados em relação à BL, pode-se concluir que essa melhora decorre da influência de uma ou mais dentre as outras etapas do procedimento do *ILS* (perturbação da solução e critérios de aceitação).

Tais técnicas, *ILS* e BL, foram selecionadas dentre as diversas alternativas, pelo fato das mesmas terem apresentado resultados bastante promissores em aplicações constantes na literatura, por exemplo, Guersola (2013), Fonseca *et al.* (2012) e Penna, Subramanian e Ochi (2011).

O problema será também resolvido pelo método exato, conforme a modelagem que será apresentada nas próximas seções, para comparação dos resultados de ambas as meta-heurísticas em relação à solução ótima de cada caso.

Observe-se que a forma exata só pôde ser aqui aplicada pelo fato do tamanho do problema abordado ser relativamente pequeno. Como na grande maioria dos casos, o tamanho de tais problemas é de grande porte, para os quais se farão obrigatórias a utilização de métodos heurísticos e/ou meta-heurísticos, tem-se aqui a oportunidade de verificar o quão próximos ficam os seus resultados da solução exata.

Tais técnicas serão aplicadas aos dados dos problemas reais descritos no capítulo 2, ou seja, nos dados de três escolas do Município de Araucária-PR, no período de 2010 a 2013. Tendo isso em vista, como serão gerados os horários para cada um dos casos separadamente, tem-se no total 14 problemas de geração de grade horária a serem resolvidos e comparados através das três técnicas citadas (modelo matemático de Programação Linear Inteira Binária; BL e *ILS*).

4.1 MODELO MATEMÁTICO

O modelo matemático do presente problema foi adaptado do proposto por Góes, Costa e Steiner (2010), e será explicado a seguir.

O Problema consiste em alocar professores, cujas turmas já foram previamente definidas a dias e horários de forma a maximizar suas preferências. Dessa forma, as variáveis de decisão são binárias, e representam se um professor p ministra alguma disciplina para a turma t no dia d e no horário h , ou não. As variáveis são representadas por $X_{p,t,d,h}$.

4.1.1 Função Objetivo

A Função Objetivo (FO) do problema é representada através da equação (4.1), a seguir.

$$\text{Max } Z(X) = \left(\sum_p \sum_t \sum_d \sum_h PD_{p,d} * PP_p * X_{p,t,d,h} \right) - D + G \quad (4.1)$$

Tem-se que:

p – Representa o professor;

t – Representa a turma;

d – Representa um dia letivo;

h – Representa um horário de aula;

$PD_{p,d}$ – Representa o peso referente à preferência do professor p por lecionar em cada dia d ;

PP_p – Representa o peso referente à hierarquia do professor p ;

D – Representa o valor da penalidade aplicada no caso do professor ter mais dias de aula do que o mínimo necessário;

G – Representa o coeficiente que analisa o atendimento à preferência dos professores por aulas geminadas.

Os valores das preferências de horários dos professores são definidos da seguinte forma: para o dia definido como o dia de “não vínculo” de um

professor, o peso é “1”, para o dia de hora atividade é “4”, e o valor do peso é “10” para os demais dias.

A hierarquia dos professores é definida pelo tomador de decisão, sendo o peso do professor de menor hierarquia é “10”, o professor seguinte tem seu peso igual a “11”, o seguinte com peso “12”, e assim por diante até o primeiro professor da hierarquia, o qual tem o maior valor de todos para o seu peso. Essa ordem inicia-se em “10”, pois dessa forma a diferença entre os professores é proporcionalmente menor do que se a ordem inicia-se em “1” pois, neste caso, o segundo professor teria sua preferência equivalente à metade da preferência do primeiro professor, e no caso utilizado a diferença da preferência entre os dois primeiros professores é de 10%.

O cálculo de D é feito da seguinte forma: com base na carga horária alocada para cada professor, é calculado o número mínimo de dias de aula dele:

- Professores com carga horária menor ou igual a 5 h/sem possuem no mínimo 1 dia de aula;
- Professores com carga horária maior ou igual a 6 h/semana e menor ou igual a 10 h/semana possuem no mínimo 2 dias de aula;
- Professores com carga horária maior ou igual a 11 h/semana e menor ou igual a 15 h/semana possuem no mínimo 3 dias de aula;
- Professores com carga horária maior ou igual a 16 h/semana e menor ou igual a 20 h/semana possuem no mínimo 4 dias de aula, e obrigatoriamente lecionarão no dia de hora atividade ou no dia de não vínculo;
- Professores com carga horária maior do que 20 h/semana possuem 5 dias de aula, e obrigatoriamente lecionarão no dia de hora atividade e no dia de não vínculo.

Após a definição do mínimo de dias de aula de cada professor é calculada a diferença entre esse valor e o número de dias alocados para ele. O valor de D é igual a essa diferença multiplicada por 10 vezes o peso da hierarquia do professor, e somada para todos os professores, conforme equação (4.2).

$$D = \sum_p 10 * P_p * (DA_p - DM_p) \quad (4.2)$$

Tem-se que:

DA_p - Representa o número de dias de aulas designados de um professor p ;

DM_p - Representa o número mínimo de dias de aula que um professor p pode ter.

O coeficiente “10” de multiplicação foi definido apenas para adequar os valores à magnitude dos valores trabalhados nos problemas, e assim quantificar a importância da minimização do número de dias de aula dos professores. A multiplicação do número de dias a mais de cada professor pelo peso referente à hierarquia desse professor faz com que o valor da penalidade D se adeque ao tamanho de cada problema, visto que esse peso também está em função do número de professores do problema. Além disso, faz com que os primeiros professores tenham a qualidade de seu horário preferenciada.

O coeficiente G é definido através da soma de dois outros coeficientes, os quais consideram as preferências dos professores: para professores que não possuem preferência por aulas geminadas (p_n), é calculado o coeficiente G' , e são gerados os conjuntos de restrições fracas mostrados pela equação (4.3). Para aqueles que preferem aulas geminadas (p_g), calcula-se G'' , e são geradas as restrições fracas descritas pela equação (4.4). Ambos os casos são explicados a seguir.

$$G'_{p_n} = \sum_t P_{p_n} * \sum_d \left\{ \left[\left(\sum_{h=1}^{k-1} X_{p_n,t,d,h} * X_{p_n,t,d,h+1} \right) - \frac{1}{2} \right] * (-2) \right\}, \quad \forall p_n \quad (4.3)$$

Tem-se que:

k - Representa o total de horários de um dia letivo;

p_n - Representa o professor que não possui preferência por aulas geminadas.

A Figura 4.1 a seguir ilustra as possibilidades de resultados dessa restrição (equação 4.3), como exemplo, a primeira coluna ilustra o caso de um professor, que não quer aulas geminadas, possuir aulas no primeiro e terceiro horário de um dia na mesma turma. O valor da multiplicação de cada variável pela variável seguinte resulta em 0 para todos os casos desse dia, pois apenas seria diferente caso existam aulas geminadas alocadas, que fariam com que a multiplicação resultasse em 1, pois neste caso o valor de ambas as variáveis seria 1 (colunas 4 e 5). Caso o professor não possua nenhum dos horários alocados no dia, a multiplicação resulta em 0 e, para o caso de ele ter apenas um dos horários alocado, o resultado também é 0.

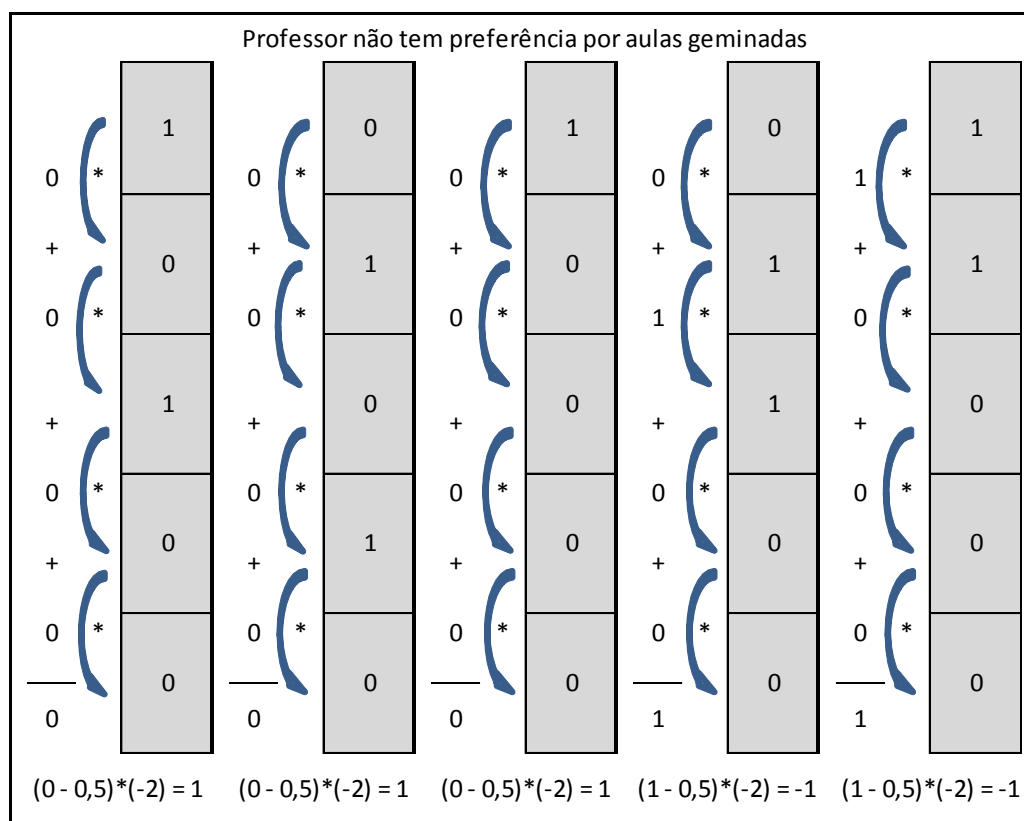


Figura 4.1 – Possibilidades para o cálculo de G' .
Fonte: Autor (2014).

Conforme se pode concluir pela Figura 4.1 anterior, após os cálculos seguintes à multiplicação das variáveis, obtém-se “1” como resultado para os casos em que o professor não possui aulas geminadas (conforme sua preferência), e o resultado é “(-1)” caso seja alocada alguma aula geminada.

Para professores que possuem a preferência por aulas geminadas, o coeficiente a ser calculado é o G'' , conforme a equação (4.4) a seguir.

$$G''_{p_g} = \sum_t P_{p_g} * \sum_d \left\{ \left[\left(\sum_{h=1}^{k-1} X_{p_g,t,d,h} * X_{p_g,t,d,h+1} \right) - \frac{1}{2} \right] * (2) \right\}, \quad \forall p_g \quad (4.4)$$

Tem-se que:

p_g – Representa o professor que possui preferência por aulas geminadas.

No caso da equação (4.4) anterior, o resultado obtido após as operações de cada dia é 1 quando esse dia possui aulas geminadas (conforme a preferência do professor), caso contrário, o resultado é -1. (FIGURA 4.2)

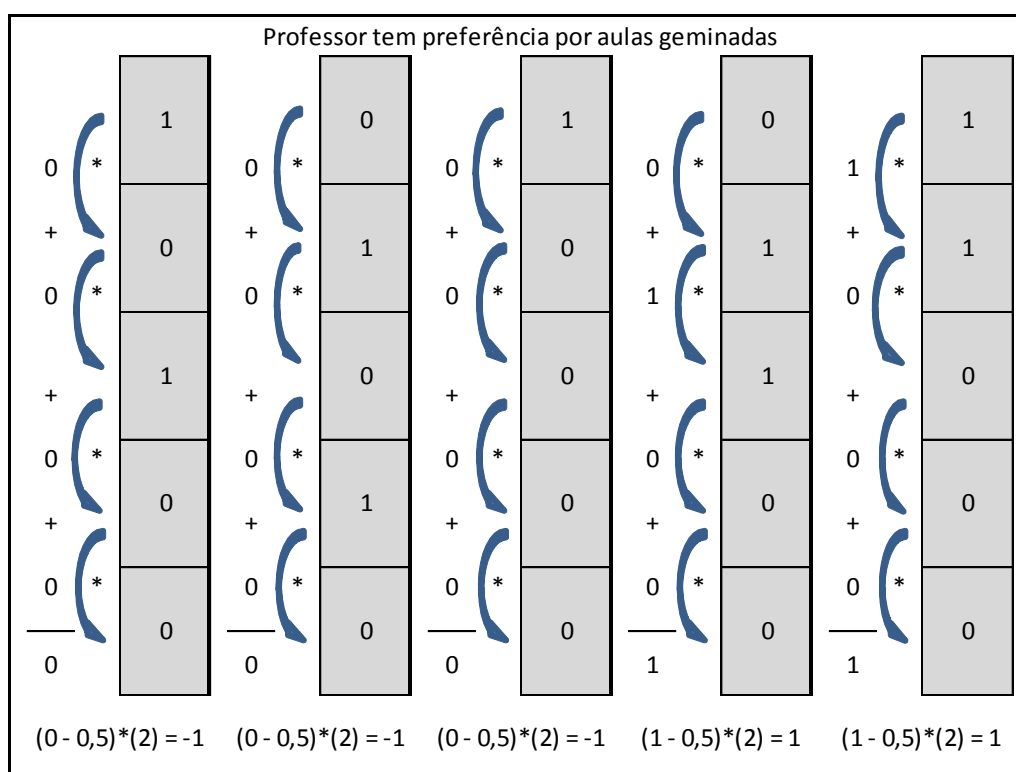


Figura 4.2 – Possibilidades para o cálculo de G'' .
Fonte: Autor (2014).

Em ambos os coeficientes, a soma dos valores referentes a todos os dias do professor é multiplicada pelo peso P_p desse professor. Dessa forma, preferencia-se o atendimento das preferências dos primeiros professores na

hierarquia. Além disso, aumenta-se como um todo o impacto do coeficiente G na FO.

É importante salientar que, em ambos os coeficientes G' e G'' , resultados positivos são alcançados quando as preferências são atendidas, e negativos quando não são. Portanto, a soma de todos os resultados mostrará o quanto às preferências por aulas geminadas estão sendo atendidas na solução analisada.

O coeficiente G resulta da soma dos dois outros coeficientes, G' e G'' (equação 4.5).

$$G = \sum_{p_n} G'_{p_n} + \sum_{p_g} G''_{p_g} \quad (4.5)$$

4.1.2 Restrições

São apresentadas, a seguir, as quatro restrições do problema, explicitando-se quais das restrições fortes, citadas no Capítulo 2, são contempladas em cada uma delas.

1. Garantir que todos os horários de todas as turmas sejam preenchidos por aulas, e que em cada horário da semana, apenas um professor lecionem para cada turma (equação 4.6);

$$\sum_p X_{p,t,d,h} = 1, \quad \forall t, \forall d, \forall h \quad (4.6)$$

As restrições fortes contempladas pela equação (4.6) são:

- Uma turma não pode ter mais de uma aula no mesmo horário;
- As turmas devem ter todo o seu horário preenchido por aulas;

2. Impedir que um professor lecionem em mais de uma turma no mesmo horário (inequação 4.7);

$$\sum_t X_{p,t,d,h} \leq 1, \quad \forall p, \forall d, \forall h \quad (4.7)$$

As restrições fortes contempladas pela inequação (4.7) são:

- Um professor não pode lecionar para mais de uma turma no mesmo horário;
 - Cada disciplina deve ser ministrada por apenas um professor;
3. Garantir que um professor ministre toda a carga horária da disciplina a que foi alocado em cada turma (equação 4.8);

$$\sum_d \sum_h X_{p,t,d,h} = C_{p,t}, \quad \forall p, \forall t \quad (4.8)$$

Nesse caso, $C_{p,t}$ representa a carga horária da disciplina que um professor p ministra para a turma t .

As restrições fortes contempladas pela equação (4.8) são:

- A carga horária que cada professor é alocado em cada turma deve ser igual à soma da carga horária das disciplinas que ele ministra nessa turma;
4. Impedir que as turmas recebam mais de duas aulas diárias de uma disciplina (inequação 4.9);

$$\sum_h X_{p,t,d,h} \leq 2, \quad \forall p, \forall t, \forall d \quad (4.9)$$

As restrições fortes contempladas pela inequação (4.9) são:

- Cada turma não pode ter mais do que duas aulas diárias da mesma disciplina, sendo as aulas em sequência ou não;

A última restrição forte, mostrada a seguir, por ser opcional, não está contemplada em nenhuma das 4 restrições explicadas.

- Disciplinas específicas selecionadas pelo usuário não podem ter mais de 50% de sua carga horária semanal concentrada em um único dia, por exemplo, disciplinas com carga horária de duas horas semanais não devem ser alocadas no mesmo dia;

A resolução deste modelo matemático é apresentada no capítulo 5, Resultados.

4.2 PROCEDIMENTOS META-HEURÍSTICOS

Na aplicação dos procedimentos meta-heurísticos, BL e *ILS*, faz-se necessário a definição da estrutura básica matricial; da geração solução inicial; e da adaptação de ambas as técnicas aos problemas; que são apresentadas a seguir.

4.2.1 Problema fictício

Para melhor visualização dos algoritmos propostos em cada etapa, é definido um problema fictício de pequeno porte, com: 3 turmas (6A, 7A e 8A), 5 professores (das disciplinas de Português, Matemática, Ciências, História e Geografia), 3 dias de aula por semana e 3 horários de aula de aula por dia. Este problema será detalhado nas próximas seções do trabalho, durante a explicação da estrutura criada para armazenamento das informações, e dos métodos utilizados na solução do problema.

4.2.2 Estrutura Básica

Para a estruturação do problema no *Visual Basic 2010*®, é utilizada uma estrutura matricial, na qual o horário dos professores é representado por uma matriz com 3 índices. O primeiro índice representa o professor, e os dois seguintes o dia e o horário, gerando assim, uma matriz $m \times n$, onde m representa o número de dias da semana e n representa a quantidade de aulas por dia. O mesmo acontece com o horário das turmas.

O valor de cada unidade da matriz é “0” para horários em que o professor representado está livre, e para os horários em que está ocupado, a matriz recebe o nome da turma que está atendendo no momento (FIGURA 4.3).

Prof Matemática	1º	2º	3º
1º	0	6A	8A
2º	0	7A	8A
3º	0	6A	7A

Figura 4.3 - Exemplo de quadro de horários do professor.
Fonte: Autor (2014).

No caso das turmas, o valor das matrizes é igual ao nome da disciplina que ela recebe em cada horário, a qual está vinculada ao professor (FIGURA 4.4).

6A	1º	2º	3º
1º	Português	Matemática	Geografia
2º	Ciências	História	Ciências
3º	Geografia	Matemática	Português

Figura 4.4 - Exemplo de quadro de horários da turma.
Fonte: Autor (2014).

Para o controle do horário das disciplinas, e assim assegurar que não se exceda o limite de duas aulas diárias de cada disciplina em cada turma, é criada uma matriz com 3 índices, $d \times t \times D$, que armazena a informação de quantas aulas de uma disciplina d já foram alocadas em uma turma t , em um dia específico D . Antes de cada alocação, são feitos testes para garantir que essa restrição não será violada (FIGURA 4.5).

Geografia	1º	2º	3º
6A	1	0	1
7A	0	0	1
8A	2	0	0

Figura 4.5 - Matriz de carga horária alocada das disciplina para as turmas em cada dia.
Fonte: Autor (2014).

Na Figura 4.5 anterior, tem-se, por exemplo, que a turma 8A, já possui duas aulas de Geografia no primeiro dia, logo não poderá mais ter aulas dessa disciplina alocadas no mesmo dia.

Para atender à restrição forte a qual estabelece que uma disciplina não tenha mais de 50% de sua carga horária alocada em um mesmo dia, é criado um vetor, que armazena a informação de qual é a carga horária máxima de cada disciplina. Obviamente que o maior valor possível de ser inserido nessa matriz é 2, pois existe uma restrição forte que impede que qualquer disciplina tenha mais de duas aulas alocadas no mesmo dia. Dessa forma, a função desse novo vetor, representado na Figura 4.6 a seguir, é possibilitar que algumas disciplinas de 2 ou 3 horas semanais tenham sua carga horária máxima diária definida como 1, e assim não tenham mais de 50% de sua carga horária alocada em um só dia. Como essa é uma restrição fraca, a decisão fica a cargo do usuário, para definir quais disciplinas terão sua carga horária máxima diária reduzida, e quais não.

Disciplina	Carga Horária Máxima
Português	2
Matemática	2
História	1
Geografia	2
Ciências	1

Figura 4.6 – Carga horária diária máxima de cada disciplina.
Fonte: Autor (2014).

Pela Figura 4.6 anterior, nota-se que as disciplinas de Português, Matemática e Geografia, mesmo tendo uma carga horária semanal de 2 aulas semanais, conforme ilustrado na Figura 4.8, podem ter essas duas aulas alocadas no mesmo dia. Já as disciplinas de História e Ciências podem ter no máximo uma aula alocada por dia.

Uma matriz com 2 índices, para armazenar as informações referentes às preferências pelo dia de não vínculo e o dia de hora atividade de cada professor, é apresentada a seguir (FIGURA 4.7).

Professor	Não Vínculo	Hora atividade
Prof. Matemática	3	4
Prof. Português	1	1
Prof. Ciências	2	5
Prof. História	3	3
Prof. Geografia	1	5

Figura 4.7 – Preferências dos professores – Dia de não vínculo e hora atividade.
Fonte: Autor (2014).

Como o dia de hora atividade é padronizado, essa padronização foi mantida nesta explicação, mesmo que o problema fictício possua apenas três dias de aula na semana. Na Figura 4.7, anterior, por exemplo, tem-se as preferências do Professor de Matemática. Nota-se que ele prefere seu dia de “não vínculo” no terceiro dia (quarta-feira) e seu dia de hora atividade é padronizado na rede pública do Estado do Paraná, como sendo na quinta-feira (dia 4) para todos os professores de Matemática. Como se pode perceber, o sistema utiliza a numeração de 1 à 5 para representar os dias da semana, sendo 1 representando a segunda-feira, 2 a terça-feira, e assim por diante até o 5 que representa a sexta-feira.

Outra matriz com 2 índices é utilizada para definir qual a carga horária de cada disciplina para cada turma. A ordem das colunas dessa matriz segue de acordo com a quantidade de disciplinas, e a das linhas conforme a quantidade de turmas. O valor da matriz corresponde ao valor da carga horária da respectiva disciplina para a turma em questão, conforme ilustrado na Figura 4.8 a seguir.

	Português	Matemática	História	Geografia	Ciências
6A	2	2	1	2	2
7A	2	2	2	1	2
8A	2	2	2	2	1

Figura 4.8 – Matriz de carga horária das disciplinas em cada turma.
Fonte: Autor (2014).

No problema mostrado pela Figura 4.8, a disciplina de História possui uma carga horária de 2 horas-aula semanais para as turmas 7A e 8A, já na

turma 6A, a carga horária é de 1 hora-aula semanal. Nota-se que a soma das cargas horárias de todas as disciplinas de cada turma resulta em 9 horas-aula semanais, pois para este problema reduzido, são considerados 3 dias de aula por semana e 3 aulas por dia. Esta definição será utilizada também para a explicação da geração da solução inicial e o funcionamento da Busca Local e *ILS*.

Foi criada também uma matriz com 4 índices para armazenar as informações referentes aos conjuntos Professor-Disciplina-Turma, atrelando professores apenas às disciplinas as quais estão habilitados a ministrar, e às turmas que eles atendem. Essa matriz armazena também a informação sobre a preferência do professor em ministrar a disciplina em questão com aulas geminadas ou não. O valor da matriz é zero para todos os conjuntos que não estão atrelados, e para os conjuntos atrelados, o valor da matriz é igual à carga horária semanal da disciplina na turma em questão, conforme ilustrado na Figura 4.9 a seguir.

Professor	Disciplina	Turma	Aula Geminada	Carga Horária
Prof. Matemática	Matemática	6A	Sim	2
Prof. Matemática	Matemática	6A	Não	0
Prof. Matemática	Matemática	7A	Sim	0
Prof. Matemática	Matemática	7A	Não	2
Prof. Matemática	Matemática	8A	Sim	0
Prof. Matemática	Matemática	8A	Não	2
Prof. Português	Português	6A	Sim	0
Prof. Português	Português	6A	Não	2
Prof. Português	Português	7A	Sim	2
Prof. Português	Português	7A	Não	0
Prof. Português	Português	8A	Sim	0
Prof. Português	Português	8A	Não	2
Prof. Ciências	Ciências	6A	Sim	0
Prof. Ciências	Ciências	6A	Não	2
Prof. Ciências	Ciências	7A	Sim	2
Prof. Ciências	Ciências	7A	Não	0
Prof. Ciências	Ciências	8A	Sim	0
Prof. Ciências	Ciências	8A	Não	1

Figura 4.9 – Matriz de conjuntos Professor-Disciplina-Turma.
Fonte: Autor (2014).

4.2.3 Geração da Solução Inicial

A heurística para a geração da solução inicial é baseada na preferência dos professores e na hierarquia definida entre eles, com o intuito de melhorar a qualidade da solução inicial para que, dessa forma, o resultado da aplicação das meta-heurísticas tenha sua qualidade também aumentada. Este procedimento se baseia no estabelecimento de uma ordem de prioridade entre os professores, com base no tempo de trabalho na escola ou outro critério a ser estabelecido pelo tomador de decisão na ordem de cadastro dos professores.

Desta forma, alocam-se todas as aulas de um professor para então partir para o próximo, de forma que o próximo professor pela ordem estabelecida sempre possui 80% de chances de ser o próximo a ser alocado, caso pelo sorteio esse professor não seja alocado, o professor seguinte possui também 80% de chances de ser alocado, e assim por diante até que, quando o último professor for atingido pelo sorteio, este terá 100% de chance de ser alocado. É evidente que quanto mais alto é um professor na hierarquia criada, maior é a chance de que ele seja alocado inicialmente, mesmo existindo também uma possibilidade de que algum professor que esteja no final da lista, seja alocado no início do processo.

Durante o processo de alocação das disciplinas de cada professor, o modelo tenta alocar as disciplinas primeiramente nos horários em que sua preferência é maior, o que é mais garantido para os primeiros professores alocados. Logo, os últimos professores a serem alocados, em geral, tem poucas de suas preferências atendidas, pois ficam com o horário bastante restrito às disponibilidades das turmas, pois estas já terão, a esta altura do processo, a maioria de seus horários preenchidos.

É importante salientar que antes de cada alocação são feitos testes para garantir que nenhuma restrição forte seja quebrada, garantindo assim uma solução inicial factível.

A preferência de cada professor por aulas geminadas de algumas disciplinas em turmas específicas é considerada na geração da solução inicial da seguinte forma: quando uma disciplina que possui a preferência por ser

alocada de forma geminada é alocada em algum horário, são analisados o próximo horário e o horário anterior, e caso algum deles esteja disponível simultaneamente para o professor e a turma em questão, a outra aula dessa disciplina é alocada nesse horário.

Através desse método de geração de grade horária, é possível assegurar que nenhuma restrição do problema será quebrada durante a alocação das disciplinas, porém não é possível assegurar que todas as disciplinas serão alocadas. Isto se explica, pois no final do processo de alocação, os horários disponíveis principalmente das turmas, mas também dos professores, estão bastante restritos aos poucos horários que ainda não foram alocados. Dessa forma, é possível que na alocação da última disciplina de uma turma, o único horário disponível para essa turma não esteja mais disponível para o professor que deve ministrá-la, o que acarreta na não alocação dessa disciplina.

Portanto, o método de geração da solução inicial é composto de duas etapas: a designação inicial já explicada, e o ajuste para alcance de uma solução factível, que será explicado a seguir.

O ajuste para alcance de uma solução factível foi desenvolvido no sistema para lidar com os casos em que não foi possível a alocação de todas as disciplinas durante a execução da designação inicial. Esta heurística encontra as falhas de alocação e, em seguida, altera o horário de disciplinas já alocadas para viabilizar a correta alocação de todas as disciplinas. Quando o problema explicado ocorre, normalmente é por uma indisponibilidade do horário do professor para lecionar no horário que a turma tem disponível. Por isso, a lógica desenvolvida funciona da seguinte forma:

1. É selecionada uma disciplina que ainda não foi alocada corretamente para uma turma (Disciplina 1), a qual é ministrada por um professor (Professor 1);
2. É encontrado um professor (Professor 2) que ministra alguma disciplina para esta turma (Disciplina 2), e que possui disponibilidade no horário que falta ser preenchido para a turma;

- 3.1 Caso o Professor 1 esteja livre no horário da Disciplina 2, a Disciplina 1 é alocada no horário da Disciplina 2, então, avança-se ao Passo 4;
- 3.2 Caso contrário, retorna-se ao Passo 2;
4. O novo horário da Disciplina 2 é definido no horário vago da turma, visto que o Professor 2 está disponível nesse horário;
- 5.1 Caso não existam mais disciplinas a serem alocadas, a solução inicial está gerada e é factível, então o processo termina;
- 5.2 Caso ainda existam disciplinas que não foram alocadas corretamente, retorna-se ao Passo 1;

As figuras a seguir ilustram os passos da fase de ajustes explicada acima, conforme o problema reduzido apresentado no início da seção 4.2. Nesta explicação, conforme já citado, serão considerados apenas 3 dias de aula por semana e 3 aulas por dia.

Prof Matemática	1º	2º	3º	6A	1º	2º	3º
1º		8A	6A	1º	Ciências	História	Matemática
2º			6A	2º	Português	Português	Matemática
3º		7A	7A	3º	Geografia	Geografia	Ciências
Prof Português	1º	2º	3º	7A	1º	2º	3º
1º	7A	7A		1º	Português	Português	História
2º	6A	6A		2º	Geografia	História	Ciências
3º	8A		8A	3º	Ciências	Matemática	Matemática
Prof Ciências	1º	2º	3º	8A	1º	2º	3º
1º	6A			1º	Geografia	Matemática	
2º	8A		7A	2º	Ciências	Geografia	História
3º	7A		6A	3º	Português	História	Português
Prof História	1º	2º	3º				
1º		6A	7A				
2º		7A	8A				
3º		8A					
Prof Geografia	1º	2º	3º				
1º	8A						
2º	7A	8A					
3º	6A	6A					

Figura 4.10 – Problema reduzido para geração da solução inicial.
Fonte: Autor (2014).

Neste problema da Figura 4.10, a Disciplina 1 é Matemática, pois essa foi a disciplina que faltou ser ofertada para a turma 8A, e o Professor 1 é o de Matemática. O Professor 2 é o de Ciências, pois ele possui disponibilidade no horário que está livre para a turma 8A, a Disciplina 2 é Ciências, pois é a disciplina ministrada pelo Professor 2.

Neste caso, foi possível fazer a mudança e gerar a solução inicial, porém a principal chance de insucesso do método está na possibilidade do Professor 1 não estar disponível no horário da Disciplina 2. No problema mostrado, aconteceria caso o professor de Matemática não estivesse disponível no segundo horário do primeiro dia. Neste caso, o Professor de Ciências seria descartado e procurar-se-ia outro professor disponível no primeiro horário do terceiro dia, conforme explicado no Passo 3. Caso nenhum professor esteja disponível neste horário, o método da solução inicial termina sem ter conseguido gerar solução factível e é necessário iniciar novamente o processo.

Após a aplicação do método, a solução inicial é ilustrada pela Figura 4.11.

Prof Matemática	1º	2º	3º	6A	1º	2º	3º
1º		8A	6A	1º	Ciências	História	Matemática
2º	8A		6A	2º	Português	Português	Matemática
3º		7A	7A	3º	Geografia	Geografia	Ciências
Prof Português	1º	2º	3º	7A	1º	2º	3º
1º	7A	7A		1º	Português	Português	História
2º	6A	6A		2º	Geografia	História	Ciências
3º	8A		8A	3º	Ciências	Matemática	Matemática
Prof Ciências	1º	2º	3º	8A	1º	2º	3º
1º	6A		8A	1º	Geografia	Matemática	Ciências
2º			7A	2º	Matemática	Geografia	História
3º	7A		6A	3º	Português	História	Português
Prof História	1º	2º	3º				
1º		6A	7A				
2º		7A	8A				
3º		8A					
Prof Geografia	1º	2º	3º				
1º	8A						
2º	7A	8A					
3º	6A	6A					

Figura 4.11 - Problema reduzido para geração da solução inicial (2).
Fonte: Autor (2014).

Neste processo explicado acima, a hierarquia também é levada em consideração, pois dentre todos os professores que possuem disponibilidade no horário que falta ser preenchido para a turma em questão, e lecionam alguma disciplina para ela, o professor escolhido é o último professor da hierarquia. Este professor terá seu horário alterado sem considerar suas preferências para viabilizar a geração da solução inicial, logo, é provável que seu horário seja piorado nesse processo, por isso, é importante a escolha do professor menos preferencial, pois a piora de seu horário terá o menor impacto na Função Objetivo. Analisando o problema mostrado nas Figuras 4.10 e 4.11, pode-se então concluir que o Professor de Ciências é menos prioritário do que os professores de Geografia e Português, que também estavam disponíveis no horário 1 do dia 3, porém não foram escolhidos para ter seu horário alterado.

Através dessas duas etapas explicadas (designação inicial e ajustes), espera-se que a solução inicial seja gerada com certa qualidade, visto que

foram levadas em consideração as preferências dos professores na sua construção, tanto por horários quanto por aulas geminadas. Por outro lado, é certo que ainda haverá bastante oportunidade de melhorias a serem realizadas pelas meta-heurísticas, pois espera-se que a melhor solução atenderá parcialmente às preferências de todos os professores, e não atenderá completamente às preferências de poucos professores, penalizando o atendimento dos outros, como ocorre neste método de geração da solução inicial proposto.

O método de solução inicial se aplica de forma preliminar à aplicação de ambas as meta-heurísticas que, nas seções seguintes deste trabalho, serão explicadas no que tange a adaptação delas ao problema foco do estudo.

É importante salientar que cada problema terá 10 soluções iniciais geradas aleatoriamente e, em cada uma delas, serão aplicados os procedimentos da BL e do *ILS*. Mesmo que as soluções iniciais são geradas por um procedimento aleatório, é possível que duas ou mais dentre as 10 soluções geradas sejam iguais, conforme poderá ser constatado na solução do problema 1.

4.2.4 BL aplicada ao problema

A BL aplicada ao problema proposto foi estruturada conforme a sequência a seguir:

1. É selecionado um professor que tem mais dias de aula do que o mínimo necessário para ele (Professor 1);
2. É encontrada uma disciplina que esteja alocada no dia de não vínculo ou no dia de hora atividade do Professor 1, para ter seu horário trocado (Disciplina 1);
3. É encontrado um horário livre do Professor 1, dentro dos dias que ele deve lecionar, para receber a Disciplina 1 (Horário 1);
4. É encontrado o professor que leciona no Horário 1 para a turma que recebe a Disciplina 1 (Professor 2);
- 5.1 Se o Professor 2 possui disponibilidade no horário da Disciplina 1, a disciplina que ele ministra tem seu horário trocado com a Disciplina 1. Então, o processo termina;

- 5.2 Caso contrário, se ainda existem horários livres do Professor 1, dentro dos dias que ele deve lecionar, que ainda não foram analisados, volta-se ao Passo 3;
- 5.3 Caso contrário, se ainda existem disciplinas alocadas no dia de não vínculo ou no dia de hora atividade do Professor 1, que ainda não foram analisadas, volta-se ao Passo 2;
- 5.4 Caso contrário, se ainda existem professores com mais aulas do que o mínimo necessário para eles, que ainda não foram analisados, volta-se ao Passo 1;
- 5.5 Caso não haja mais professores com mais aulas do que o mínimo necessário que ainda não tenham sido analisados, o processo termina.

As figuras a seguir ilustram o processo da Busca Local, tendo como solução inicial, aquela gerada na explicação deste processo, na seção 4.2.3.

Prof Matemática	1º	2º	3º	6A	1º	2º	3º
1º		8A	6A	1º	Ciências	História	Matemática
2º	8A		6A	2º	Português	Português	Matemática
3º		7A	7A	3º	Geografia	Geografia	Ciências
Prof Português	1º	2º	3º	7A	1º	2º	3º
1º	7A	7A		1º	Português	Português	História
2º	6A	6A		2º	Geografia	História	Ciências
3º	8A		8A	3º	Ciências	Matemática	Matemática
Prof Ciências	1º	2º	3º	8A	1º	2º	3º
1º	6A		8A	1º	Geografia	Matemática	Ciências
2º			7A	2º	Matemática	Geografia	História
3º	7A		6A	3º	Português	História	Português
Prof História	1º	2º	3º				
1º		6A	7A				
2º		7A	8A				
3º		8A					
Prof Geografia	1º	2º	3º				
1º	8A						
2º	7A	8A					
3º	6A	6A					

Figura 4.12 - Problema reduzido para aplicação da Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

Neste problema da Figura 4.12, o Professor 1 é o de Português, pois ele possui uma oportunidade de melhoria em seu horário. A Disciplina 1 é Português, ofertada para a turma 8A no terceiro horário do terceiro dia, pois é a disciplina que está alocada no horário que deve ser trocado. O Horário 1 é o terceiro horário do segundo dia, pois é o horário que está disponível dentro dos dias de aula do Professor 1. O Professor 2 é o de História, pois é ele quem dá aula para a turma 8A no Horário 1.

Neste caso, a melhoria foi possível, porém a maior chance de insucesso da melhoria da BL está no caso do Professor 2 não possuir disponibilidade no horário da disciplina 1. No caso explicado, aconteceria se o Professor de História não estivesse livre no terceiro horário do terceiro dia. Nesse caso seriam analisados, caso existissem, os outros horários livres do Professor de Português, dentro dos dias que ele prefere lecionar.

A solução após a aplicação da Busca Local está ilustrada na Figura 4.13 a seguir.

Prof Matemática	1º	2º	3º	6A	1º	2º	3º
1º		8A	6A	1º	Ciências	História	Matemática
2º	8A		6A	2º	Português	Português	Matemática
3º		7A	7A	3º	Geografia	Geografia	Ciências
Prof Português	1º	2º	3º	7A	1º	2º	3º
1º	7A	7A		1º	Português	Português	História
2º	6A	6A		2º	Geografia	História	Ciências
3º	8A	8A		3º	Ciências	Matemática	Matemática
Prof Ciências	1º	2º	3º	8A	1º	2º	3º
1º	6A		8A	1º	Geografia	Matemática	Ciências
2º			7A	2º	Matemática	Geografia	História
3º	7A		6A	3º	Português	Português	História
Prof História	1º	2º	3º				
1º		6A	7A				
2º		7A	8A				
3º			8A				
Prof Geografia	1º	2º	3º				
1º	8A						
2º	7A	8A					
3º	6A	6A					

Figura 4.13 - Problema reduzido para aplicação da Busca Local (2).
Fonte: Autor (2014).

Pode-se verificar pela Figura 4.13 anterior que, em função dos procedimentos da BL, as aulas de História na turma 8A ficaram ofertadas de forma geminada, mesmo que essa possa não ser a preferência do professor. Percebe-se também que ainda existe oportunidade de melhoria no horário do Professor de Matemática, que possui apenas uma aula no primeiro dia, e um horário vago no segundo.

É importante salientar que a cada troca, todos os testes são feitos para impedir que qualquer restrição forte seja desrespeitada. Outro ponto importante é o fato da troca de disciplinas só ocorrer caso o Professor 2 já tenha no mínimo uma disciplina já alocada no mesmo dia em que terá a disciplina alocada pela Busca Local. Dessa forma, impede-se que seu horário seja

penalizado para a melhoria do horário de outro professor. No problema da Figura 4.12, caso o Professor de História não tivesse no mínimo uma aula já alocada no terceiro dia, a melhoria da BL não teria ocorrido, pois isso acabaria por piorar a qualidade de seu horário, para a melhoria do horário do Professor de Português, e não necessariamente geraria uma melhora real no problema como um todo.

Esse tipo de mudança, que não gera melhora real na qualidade do problema como um todo, em alguns casos deve ser aceita, pois pode ser importante para a mudança da área de busca e, assim, aumentar as chances da BL encontrar uma melhor solução. Por isso, no processo de perturbação do *ILS*, o qual será explicado a seguir, aceita-se, dentro de um percentual de variação da Função Objetivo, pioras na qualidade da solução, porém como a ideia da BL é encontrar a melhor solução de uma área restrita de busca, durante sua aplicação, aceita-se apenas mudanças que gerem melhoria na qualidade da solução.

4.2.5 *ILS* aplicado ao problema

Partindo de uma solução inicial, o *ILS* aplica primeiramente uma perturbação na solução, a qual ocorre da seguinte forma:

Um professor é escolhido aleatoriamente, caso ele esteja lecionando mais aulas do que o mínimo necessário, ele é selecionado para ter seu horário alterado, caso contrário é sorteado outro professor até que se encontre um que possua oportunidade de melhoria em seu horário. Em seguida, é selecionada aleatoriamente uma das disciplinas que ele ministra nos dias em que não prefere lecionar (Disciplina 1). O horário dessa disciplina (Horário de Perturbação) será alterado para um novo horário (Horário de Destino). O dia do Horário de Destino é decidido aleatoriamente dentre os dias de preferência desse professor. Já o horário do Horário de Destino é aleatório apenas caso o professor não possua algum horário livre nesse dia, caso contrário ele é definido em um dos horários livres do professor nesse dia. Após essas definições, a primeira perturbação da solução está decidida, consistirá na mudança do horário da Disciplina 1, que está alocada no Horário de Perturbação, e será alocada no Horário de Destino.

Para se alterar o horário da Disciplina 1, é necessário que dois aspectos sejam analisados: os impactos dessa mudança no horário da turma que recebe a disciplina (Turma 1), bem como os impactos no horário do professor da disciplina (Professor 1). Essas análises são feitas para possibilitar a realização das alterações necessárias para que se alcance uma solução factível novamente.

As alterações feitas no horário da Turma 1, dependendo das condições de cada caso, são explicadas nos passos a seguir:

1. Encontra-se o professor que leciona para Turma 1 no Horário de Destino (Professor 2);
- 2.1 Caso o Professor 2 esteja livre no Horário de Perturbação, o horário da sua disciplina é trocado com o horário da Disciplina 1. Então, o processo termina;
- 2.2 Caso o Professor 2 não esteja livre no Horário de Perturbação, são encontrados os horários em que ele está livre (Horários Livres);
3. Encontra-se os professores que lecionam para a Turma 1 nos Horários Livres (Professores 3);
- 4.1 Caso algum dos Professores 3 estiver livre no Horário de Perturbação, é feita a troca dos horários das três disciplinas, dos Professores 1, 2 e 3. A ordem de troca das disciplinas será a seguinte: do Professor 1 para o Professor 2, do Professor 2 para o Professor 3, do Professor 3 para o Professor 1. Então, o processo termina;
- 4.2 Caso nenhum dos Professores 3 estiver livre no Horário de Perturbação, encontra-se algum professor que leccione para a Turma 1, e que esteja livre no Horário de Perturbação (Professor 4);
- 5.1 Caso não exista professor livre no Horário de Perturbação, são sorteados novos valores para o Professor 1, o Horário de Perturbação e o Horário de Destino. Então, retorna-se ao Passo 1;
- 5.2 Caso algum dos Professores 3 estiver livre no horário da aula do Professor 4, é feita a troca dos horários das quatro disciplinas,

dos Professores 1, 2, 3 e 4. A ordem de troca das disciplinas será a seguinte: do Professor 1 para o Professor 2, do Professor 2 para o Professor 3, do Professor 3 para o Professor 4 e do Professor 4 para o Professor 1. Então, o processo termina;

- 5.3 Caso nenhum dos Professores 3 estiver livre no horário da aula do Professor 4, são sorteados novos valores para o Professor 1, o Horário de Perturbação e o Horário de Destino. Então, retorna-se ao Passo 1;

O problema ilustrado nas figuras a seguir auxilia a explicação dos itens descritos anteriormente.

Turma 1	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o			
2 ^o			Disciplina 2
3 ^o	Disciplina 1		
Professor 2	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o			
2 ^o			Turma 1
3 ^o	Turma X		

Figura 4.14 – Alteração no horário da turma – *ILS* (1).
Fonte: Autor (2014).

A Figura 4.14 anterior mostra o horário da Turma 1, sendo que a Disciplina 1 está no Horário de Perturbação, e a Disciplina 2 está no Horário de Destino, ou seja, o objetivo é mudar o horário da Disciplina 1 para o horário da Disciplina 2. Neste problema, caso o Professor 2 não estivesse ocupado no horário da Disciplina 1, os horários das Disciplinas 1 e 2 simplesmente seriam trocados e o horário da Turma 1 estaria resolvido. Como ele leciona para uma turma qualquer no horário, é preciso continuar com a análise.

Turma 1	1º	2º	3º
1º	Disciplina Z		
2º		Disciplina Y	Disciplina 2
3º	Disciplina 1		
Professor 2	1º	2º	3º
1º			
2º			Turma 1
3º	Turma X		
Professor Y	1º	2º	3º
1º			
2º		Turma 1	
3º	Turma X		
Professor Z	1º	2º	3º
1º	Turma 1		
2º			
3º	Turma X		

Figura 4.15 – Alteração no horário da turma – *ILS* (2).
Fonte: Autor (2014).

Na Figura 4.15 anterior os horários livres do Professor 2 são os sem preenchimento, e os Professores Y e Z, são os que lecionam para a Turma 1 nos horários livres do Professor 2 (Professores 3). Caso ao menos um dos dois professores estivesse livre no horário da Disciplina 1, a troca entre as três disciplinas seria possível: A Disciplina 1 seria alocada no horário da Disciplina 2, a Disciplina 2 seria alocada no horário da aula de um dos Professores 3, que por sua vez teria sua disciplina alocada no horário da Disciplina 1. Como ambos os professores Y e Z lecionam para uma turma qualquer no horário da Disciplina 1, essa troca não é possível, e deve-se seguir com a análise.

Turma 1	1º	2º	3º
1º			Disciplina 4
2º		Disciplina Y	Disciplina 2
3º	Disciplina 1		
Professor 2	1º	2º	3º
1º			
2º			Turma 1
3º	Turma X		
Professor Y	1º	2º	3º
1º			
2º		Turma 1	
3º	Turma X		
Professor 4	1º	2º	3º
1º			Turma 1
2º			
3º			

Figura 4.16 – Alteração no horário da turma – *ILS* (3).
Fonte: Autor (2014).

Na sequência da análise, deve-se procurar algum professor livre no horário da Disciplina 1. Caso não seja encontrado nenhum professor livre nesse horário, o sorteio para definição do Professor 1, do Horário de Perturbação, e do Horário de Destino é refeito, e reinicia-se o processo. No problema mostrado na Figura 4.16 anterior, foi encontrado o Professor 4 livre no horário da Disciplina 1.

Em seguida, deve-se encontrar, entre os Professores 3, neste problema, Professores Y e Z, algum professor que esteja livre no horário que o Professor 4 leciona para a Turma 1. Caso nenhum dos Professores 3 estejam livres no horário da aula do Professor 4, o sorteio para definição do Professor 1, do Horário de Perturbação, e do Horário de Destino é refeito, e reinicia-se o processo. Neste problema, o professor Y está disponível no horário da disciplina do Professor 4 para a Turma 1, então a troca é realizada na seguinte ordem: a Disciplina 1 é alocada no horário da Disciplina 2, que é alocada no horário da Disciplina Y, a qual, por sua vez, é alocada no horário da Disciplina 4, que, por fim, é alocada no horário da Disciplina 1. Então o horário da Turma 1 está resolvido, e fica conforme ilustrado na Figura 4.17 a seguir, bem como o horário de todos os professores envolvidos na explicação.

Turma 1	1º	2º	3º
1º	Disciplina Z		Disciplina Y
2º		Disciplina 2	Disciplina 1
3º	Disciplina 4		
Professor 2	1º	2º	3º
1º			
2º		Turma 1	
3º	Turma X		
Professor Y	1º	2º	3º
1º			Turma 1
2º			
3º	Turma X		
Professor Z	1º	2º	3º
1º	Turma 1		
2º			
3º	Turma X		
Professor 4	1º	2º	3º
1º			
2º			
3º	Turma 1		

Figura 4.17 – Alteração no horário da turma – ILS (4).
Fonte: Autor (2014).

Os horários sem preenchimento da Figura 4.17 anterior, tanto de turmas quanto de professores, não necessariamente representam horários livres, mas apenas horários que não estavam envolvidos na explicação.

As alterações feitas no horário do Professor 1, dependendo das condições de cada caso, são explicadas nos passos a seguir:

- 1.1 Caso o Professor 1 esteja livre no Horário de Destino, o horário da Disciplina 1 é mudado para o Horário de Destino. Então o processo termina;
- 1.2 Caso o Professor 1 não esteja livre no Horário de Destino, é encontrada a turma para a qual ele leciona neste horário (Turma 2), e são encontrados os horários em que ele está livre (Horários Livres);
2. Encontra-se os professores que lecionam para a Turma 2 nos Horários Livres (Professores 2);
- 3.1 Caso algum dos Professores 2 estiver livre no Horário de Destino, é feita a troca dos horários das duas disciplinas, dos Professores

- 1 e 2 na Turma 2, e no horário do Professor 1, o horário da Disciplina 1 é mudado para o Horário de Destino. Então, o processo termina;
- 3.2 Caso nenhum dos Professores 2 estiver livre no Horário de Destino, encontra-se algum professor que leciona para a Turma 2, e que esteja livre no Horário de Destino (Professor 3);
- 4.1 Caso não exista professor livre no Horário de Destino, são sorteados novos valores para o Professor 1, o Horário de Destino e o Horário de Perturbação. Então, retorna-se à análise do horário da Turma 1;
- 4.2 Caso algum dos Professores 2 estiver livre no horário da aula do Professor 3, é feita a troca dos horários das três disciplinas, dos Professores 1, 2 e 3 na Turma 2. A ordem de troca das disciplinas será a seguinte: do Professor 1 para o Professor 2, do Professor 2 para o Professor 3, e do Professor 3 para o Professor 1. No horário do Professor 1, o horário da Disciplina 1 é mudado para o Horário de Destino. Então, o processo termina;
- 4.3 Caso nenhum dos Professores 2 estiver livre no horário da aula do Professor 3, são sorteados novos valores para o Professor 1, o Horário de Destino e o Horário de Perturbação. Então se retorna à análise do horário da Turma 1.

O problema ilustrado nas figuras a seguir auxilia a explicação dos passos citados anteriormente:

Professor 1	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o			
2 ^o			Turma 2
3 ^o	Turma 1		
Turma 2	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o			
2 ^o			Disciplina 1
3 ^o			

Figura 4.18 – Alteração no horário do professor – ILS (1).
Fonte: Autor (2014).

O objetivo da perturbação, no horário do Professor 1, é alocar a disciplina da Turma 1, alocada no Horário de Perturbação, no horário da disciplina da Turma 2, alocada no Horário de Destino. Na Figura 4.18 anterior, caso o Professor 1 estivesse livre no horário de Destino, a disciplina da Turma 1 simplesmente teria seu horário alterado para este horário, e os horários do Professor 1 estariam resolvidos. Como neste caso não é isso o que ocorre, são encontrados os horários livres do Professor 1, que são aqueles sem preenchimento na Figura 4.19 a seguir.

Professor 1	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o			
2 ^o			Turma 2
3 ^o	Turma 1		
Turma 2	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o		Disciplina Y	
2 ^o			Disciplina 1
3 ^o		Disciplina Z	
Professor Y	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o		Turma 2	
2 ^o			Turma X
3 ^o			
Professor Z	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o			
2 ^o			Turma X
3 ^o		Turma 2	

Figura 4.19 – Alteração no horário do professor – ILS (2).
Fonte: Autor (2014).

Em seguida, são encontrados os professores que lecionam para a Turma 2 nos horários livres do Professor 1 (Professores 2), neste problema, são os Professores Y e Z. Caso algum desses dois professores estivessem livres no horário da Disciplina 1, seria possível trocar, nos horários da Turma 2, a sua disciplina com a Disciplina 1, então seria possível, no horário do Professor 1, alocar a disciplina da Turma 1 no Horário de Destino, e os horários do Professor 1 estariam resolvidos. Como não é esse o caso, deve-se continuar com a análise.

Professor 1	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o			
2 ^o			Turma 2
3 ^o	Turma 1		
Turma 2	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o		Disciplina Y	
2 ^o	Disciplina 3		Disciplina 1
3 ^o		Disciplina Z	
Professor Y	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o		Turma 2	
2 ^o			Turma X
3 ^o			
Professor 3	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o			
2 ^o	Turma 2		
3 ^o			

Figura 4.20 – Alteração no horário do professor – ILS (3).
Fonte: Autor (2014).

Em seguida, é encontrado algum professor que lecionem para Turma 2 em qualquer horário, e que esteja disponível no horário da Disciplina 1. Caso não exista nenhum professor disponível no horário da Disciplina 1, o sorteio para definição do Professor 1, do Horário de Perturbação, e do Horário de Destino é refeito, e reinicia-se o processo. Neste problema, o Professor 3 está livre no horário da Disciplina 1. (FIGURA 4.20)

Por fim, deve-se encontrar, entre os Professores 2, ao menos um que esteja livre no horário da aula do Professor 3. Caso nenhum dos Professores 2 tenha essa disponibilidade, o sorteio para definição do Professor 1, do Horário de Perturbação, e do Horário de Destino é refeito, e reinicia-se o processo. Neste problema, o Professor Y está disponível no horário da aula do Professor 3, então é possível trocar o horário das três disciplinas da Turma 2, na seguinte ordem: a Disciplina 1 é alocada no horário da Disciplina Y, que é alocada no horário da Disciplina 3, a qual, por sua vez, é alocada no horário da Disciplina 1. Então, no horário do Professor 1, é possível alocar a disciplina da Turma 1 no Horário de Destino, e os horários do Professor 1 ficam resolvidos, conforme ilustrado na Figura 4.21 a seguir, bem como o horário da Turma 2 e de todos os outros professores envolvidos na explicação.

Professor 1	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o		Turma 2	
2 ^o			Turma 1
3 ^o			
Turma 2	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o		Disciplina 1	
2 ^o	Disciplina Y		Disciplina 3
3 ^o		Disciplina Z	
Professor Y	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o			
2 ^o	Turma 2		Turma X
3 ^o			
Professor Z	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o			
2 ^o			Turma X
3 ^o		Turma 2	
Professor 3	1 ^o	2 ^o	3 ^o
1 ^o			
2 ^o			Turma 2
3 ^o			

Figura 4.21 – Alteração no horário do professor – *ILS* (4).
Fonte: Autor (2014).

Os horários sem preenchimento da Figura 4.21 anterior, tanto de turmas quanto de professores, não necessariamente representam horários livres, mas apenas horários que não estavam envolvidos na explicação.

O processo explicado nesta seção ilustra apenas uma perturbação. Após esse processo, é analisada a alteração na FO, bem como o número de repetições já realizadas da perturbação. A primeira iteração do *ILS* termina caso a FO varie mais de 5%, tanto no caso de melhora da solução quanto no de piora, ou então, caso a perturbação seja repetida por um número maior de vezes do que 20% do número de professores. Para o fim do processo como um todo, são realizadas 100 iterações do *ILS*, nas quais a solução inicial é sempre a melhor solução conhecida até o momento. O valor de 100 iterações foi definido arbitrariamente em um valor que acredita-se ser suficiente para, em tempo computacional compatível, melhorar significativamente a qualidade da solução fornecida como solução inicial.

4.3 SISTEMA DESENVOLVIDO – CLASSE MESTRE

O sistema foi desenvolvido em linguagem *Visual Basic 2010® (VB)*, na qual foi criada uma interface para interação com o usuário. Foram criadas 4 telas para a entrada dos dados e visualização dos resultados. A primeira tela é ilustrada pela Figura 4.22. É utilizada para inserir os dados de estruturação do problema, como número de professores da instituição, número de disciplinas a serem alocadas, número de turmas, número de dias letivos e número de horários de aula por dia. O usuário pode optar por inserir esses dados através de um arquivo em formato “.txt” ou por meio da interface criada.

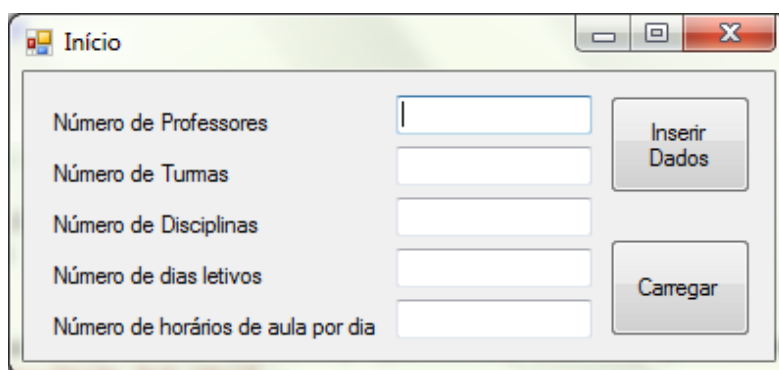


Figura 4.22 – Entrada de dados iniciais do sistema.
Fonte: Autor (2014).

Para inserir os dados através de arquivo “.txt”, basta o usuário clicar no botão “Carregar”, então o programa irá abrir uma tela solicitando que o arquivo seja selecionado. Inserindo as informações nos locais corretos, quando o usuário clica no botão “Inserir Dados”, antes de avançar o sistema exige que sejam inseridos os nomes de cada professor, turma e disciplina, conforme a Figura 4.23 a seguir.

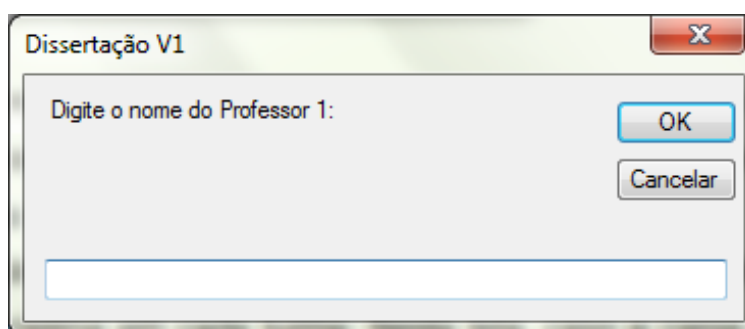


Figura 4.23 - Entrada dos nomes de professores, disciplinas e turmas.
Fonte: Autor (2014).

Então, o usuário é direcionado à segunda tela, para cadastro da carga horária de cada disciplina em cada turma. Nesta tela, deve-se inserir os valores desejados, clicar em “Inserir”, e em seguida clicar no botão “Avançar”. Caso a carga horária inserida para uma turma seja inferior ao total de carga horária semanal, o sistema alerta o usuário para essa situação e não permite o avanço até que a carga horária seja corrigida. Esta tela é ilustrada na Figura 4.24, e a Figura 4.25 ilustra um caso em que o alerta citado ocorre.

Turma \ Disciplina	1 - Português	2 - Matemática	3 - História	4 - Geografia	5 - Artes	6 - Ciências
1 - 1ªA						
2 - 1ªB						
3 - 1ªC						
4 - 2ªA						
5 - 2ªB						
6 - 2ªC						
7 - 3ªA						
8 - 3ªB						
9 - 3ªC						

Figura 4.24 - Cadastro de carga horária.
Fonte: Autor (2014).

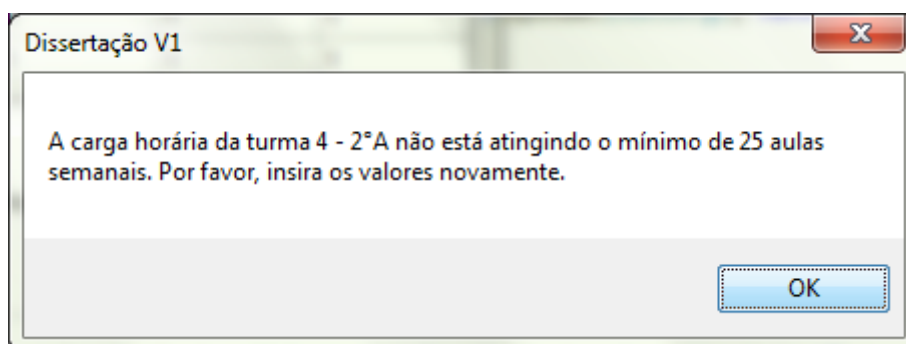


Figura 4.25 - Alerta de incompatibilidade de carga horária.
Fonte: Autor (2014).

Na tela seguinte, o usuário deve atrelar cada professor às disciplinas que ele ministra e às turmas que devem recebê-las. Nesta tela também é definido em quais disciplinas o professor tem preferência por aulas geminadas.

O usuário deve selecionar as opções corretas nos três *combobox*, selecionar ou não a opção por aulas geminadas e em seguida clicar em “Inserir”. O usuário pode também visualizar todos os conjuntos atrelados antes de avançar. A Figura 4.26 a seguir ilustra a terceira tela do sistema.

Professor	Disciplina	Turma	Carga Horária	Aula Geminada
1 - Anderson	1 - Português	1 - 1ªA	4	Não
1 - Anderson	1 - Português	2 - 1ªB	4	Não
1 - Anderson	1 - Português	3 - 1ªC	4	Não
1 - Anderson	9 - Literatura	4 - 2ªA	2	Não
2 - Rita	2 - Matemática	1 - 1ªA	5	Não
2 - Rita	2 - Matemática	2 - 1ªB	5	Sim
2 - Rita	2 - Matemática	3 - 1ªC	5	Sim
3 - Pedro	2 - Matemática	4 - 2ªA	4	Não
3 - Pedro	2 - Matemática	5 - 2ªB	4	Não
3 - Pedro	2 - Matemática	6 - 2ªC	4	Não
3 - Pedro	6 - Ciências	7 - 3ªA	3	Não
4 - Camilla	5 - Artes	1 - 1ªA	3	Não
4 - Camilla	5 - Artes	2 - 1ªB	3	Não
4 - Camilla	5 - Artes	3 - 1ªC	3	Não

Figura 4.26 - Cadastro de conjuntos Professor-Disciplina-Turma.
Fonte: Autor (2014).

Então, o usuário é direcionado para a tela de cadastro da preferência dos professores. Nesta tela, deve-se selecionar o professor desejado, e inserir o valor “1” para o dia de hora atividade, e “2” para o dia de não vínculo. Os demais dias devem ficar sem nenhum preenchimento. Após a inclusão dos valores, deve-se clicar no botão “Inserir”, selecionar o professor seguinte, e inserir os valores referentes às suas preferências. Após o fim do processo, deve-se clicar em “Avançar”.

O sistema analisa as preferências inseridas, e no caso de muitos professores preferirem não lecionar em algum dia específico, de forma a se

poder afirmar que não é possível atender a todas essas preferências simultaneamente, o programa alerta o usuário desta situação. A Figura 4.27 ilustra a tela de cadastro das preferências dos professores, e a Figura 4.28 mostra um caso no qual o alerta explicado ocorre.

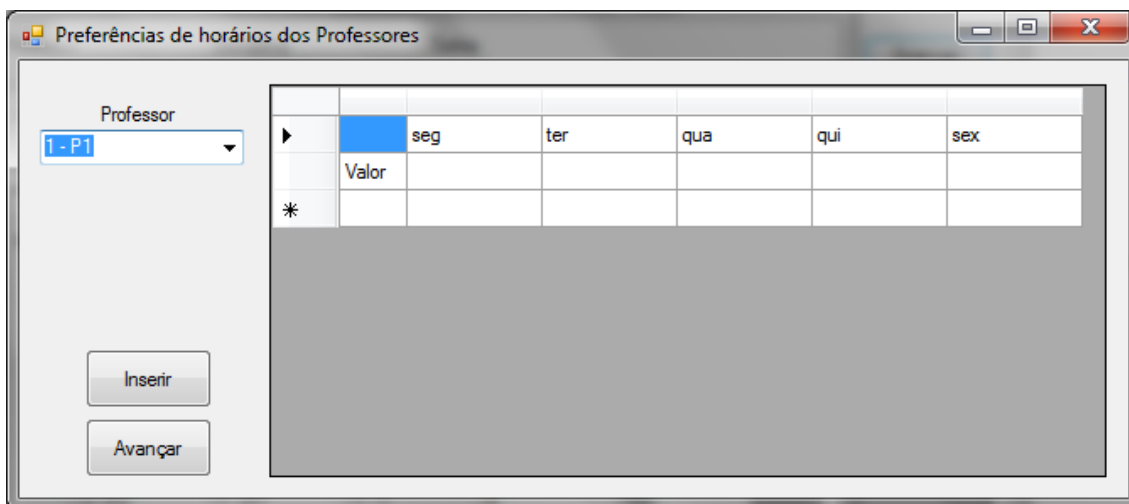


Figura 4.27 – Tela de cadastro de preferências.
Fonte: Autor (2014).

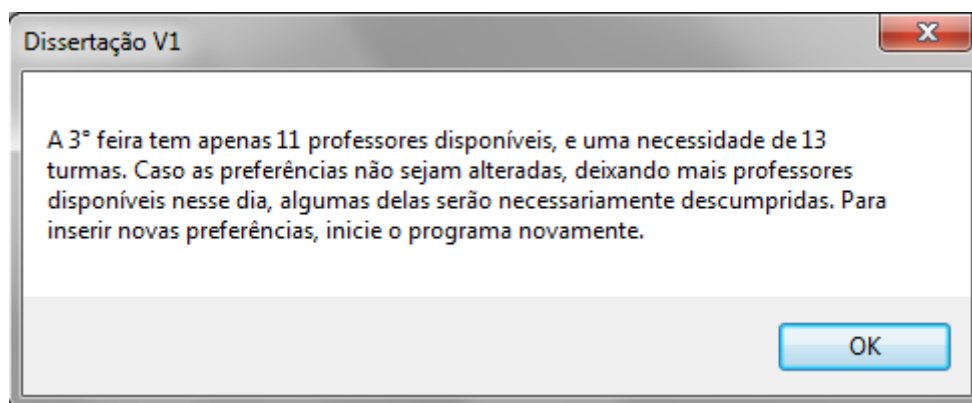


Figura 4.28 – Alerta de incompatibilidade de preferências.
Fonte: Autor (2014).

Por fim, a última tela do sistema é a de resolução do problema, na qual primeiramente é gerada a solução inicial, para então ser aplicada a meta-heurística de resolução, *ILS* ou Busca Local, clicando nos respectivos botões. Em seguida, nesta tela, pode-se visualizar a solução gerada, através do quadro de horários de cada professor e de cada turma. Primeiramente é exibido o horário do primeiro professor na escala hierárquica definida, e depois de atingido o último professor, começam a ser exibidos os horários das turmas. O

usuário pode “zapear” pelos horários gerados clicando nos botões “Próximo” e “Anterior”.

Nesta tela, o usuário pode também gerar o modelo matemático do problema, no formato a ser inserido no *software* LINGO 12.0, além disso, após resolver o modelo matemático, pode também inserir essa solução para que seja lida pelo programa. A última função do sistema é a possibilidade de inserir uma solução já gerada, para que seja lida e tenha sua qualidade avaliada pelo sistema com base nos mesmos critérios estabelecidos na Função Objetivo do problema, o que permite a comparação entre a solução gerada por outros métodos e a solução gerada pelo programa. A Figura 4.29 ilustra a tela de resolução do sistema.

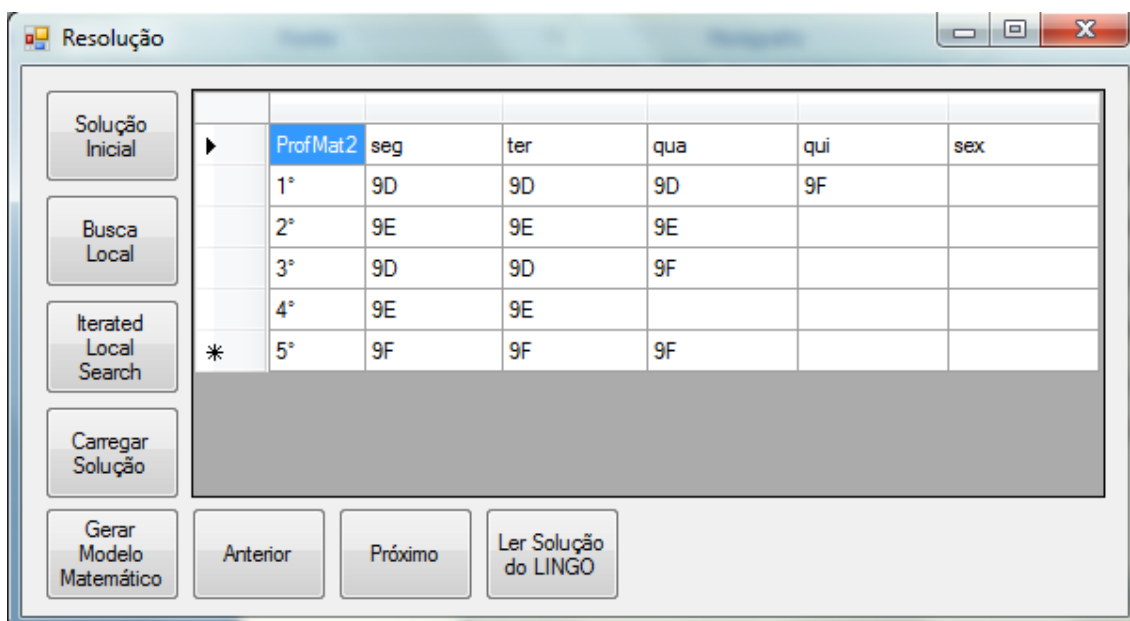


Figura 4.29 – Resolução do problema.
Fonte: (2014).

5 RESULTADOS

Neste trabalho são utilizados estudos de casos de escolas do município de Araucária – PR para validação do sistema Classe Mestre. As soluções geradas pela ferramenta são avaliadas conforme a sua proximidade da solução ótima do problema, além de serem comparados entre si os resultados obtidos após a geração da solução inicial, aplicação da BL e do *ILS*.

São aqui apresentados, os resultados da utilização do sistema Classe Mestre para geração da grade horária do Problema 1, explicado no Capítulo 2. Os resultados dos outros 13 problemas encontram-se nos apêndices do trabalho.

O sistema foi executado em um computador com processador Core i3 e 4GB de memória RAM. Para todos os casos testados, o tempo de processamento do método de geração da solução inicial e da aplicação da Busca Local foi inferior a 1 segundo. Já a aplicação do *ILS* e do método exato (através do *software* LINGO 12.0®) obteve diferentes tempos conforme o problema em questão, no entanto, para todos os casos o tempo do *ILS* sempre foi menor que o do método exato, de 25 a 340 vezes menor.

Tendo em vista que na construção da solução inicial há um componente aleatório, as soluções iniciais geradas são, na grande maioria das vezes, diferentes entre si, por isso, para cada um dos 14 problemas, são geradas 10 soluções iniciais. Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas àquela que gerou a melhor solução após a aplicação das heurísticas.

5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PROBLEMA 01

Nesta seção, são apresentadas apenas as soluções obtidas da sexta solução inicial gerada para o Problema 1 (solução 1.6), a qual, após a aplicação do *ILS*, resultou na melhor solução alcançada para esse caso (os resultados da melhor solução dos outros problemas são apresentados nos Apêndices). Primeiramente é apresentado o resultado da geração da solução

inicial, seguido do resultado da aplicação da BL e do *ILS*. Por fim, é apresentado o resultado da resolução do problema pelo Método Exato.

É importante salientar que como para esses problemas não houve uma definição da hierarquia entre os professores, essa hierarquia foi definida aleatoriamente, mantendo-a nos três métodos.

5.1.1 Resultado da Solução Inicial

Os horários dos professores após a geração da solução inicial estão presentes na Figura 5.1 a seguir, onde os professores aparecem na ordem de hierarquia estabelecida antes da resolução do problema. Por exemplo, o Professor de Matemática 2 é o professor mais prioritário de todos, seguido pelos professores de Português 4, de Matemática 3 e de Matemática 4, até o Professor de Educação Física 3 que é o menos prioritário de todos.

Da análise dos horários gerados pela solução inicial, pode-se perceber que apenas os professores de Inglês 1 e Inglês 2 tiveram seu horário gerado já na solução inicial de forma a lecionarem o mínimo de dias possível para a carga horária alocada a eles. Porém, nota-se também que a maioria dos professores ficou com apenas uma ou duas aulas alocadas nos dias fora de sua preferência, e portanto a correção de seu horário não está tão distante quanto em outros casos. Por fim, pode-se constatar também que pela forte interrelação entre os elementos do problema: professores; turmas; e disciplinas; a heurística criada para solução inicial consegue satisfatoriamente gerar uma solução factível, contudo essa solução possui grande lacuna para melhoria através da aplicação das técnicas meta-heurísticas, principalmente nos horários dos últimos professores.

ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9D	9D	9D	9F		1°	6F	6D	6D	6D		1°	7D	7D	7D	7F	
2°	9E	9E	9E			2°		6E	6E	6E		2°	7E	7E	7E		
3°	9D	9D	9F			3°		6D	6D	6F		3°	7D	7D	7F		
4°	9E	9E				4°		6E	6E			4°	7E	7E			
5°	9F	9F	9F			5°		6F	6F	6F		5°	7F	7F	7F		
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8D		8D	8F	8D	1°	7F	7E	7E			1°	8F	8F	8E	8D	8E
2°	8E		8E		8E	2°		7D	7D	7F		2°			8D	8E	8D
3°	8D		8D		8F	3°	7F	7E	7E			3°	8F		8E	8D	
4°	8E		8E			4°		7D	7D	7F		4°			8D	8E	8F
5°	8F		8F		8F	5°						5°				8F	
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIngles1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6D	6E		6F		1°			6E	6E	6F	1°				7D	6E
2°	6E	6D		7D		2°	6F		6D	6D		2°			7F	7E	7E
3°	6D	6F		7E		3°			6E	6E	6F	3°			6F	6D	8D
4°	6E		7E	7D		4°	6F		6D	6D		4°			7F	6E	6F
5°	6F	7D		7E		5°						5°			6D	7D	8D
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCiencias1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6E			7E	6D	1°	8E		8F	9E	9E	1°		7F	7F		7D
2°	6D		6F		6F	2°	8F		9D	9F	9F	2°		9D	9F		7D
3°	6E				7D	3°	8E			9E		3°		7F	9E		7E
4°	6D		6F		7E	4°	8F		9D	9F		4°		9D	9F	7E	
5°	7D	7E	6E		7D	5°	9D		8E			5°		9E	7D		7E
ProfIngles2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArtes1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8E		9D		1°	9E				8F	1°		9E	9E		9D
2°		8F		9E		2°	7D			8D	9D	2°		8E	8F	8F	9E
3°		8E		9F		3°	9E			8E	9F	3°			9D	9D	8E
4°		8F		9E		4°	7D			8F		4°			8F	8D	8D
5°		9D		9F		5°	8D	8E		9D	9F	5°		8D			8E
ProfCiencias2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7E				7E	1°				8E		1°	9F	9F	9F		
2°				6F	6E	2°	8D	6F			6D	2°	9D				
3°	6F	6E	7D	7D		3°		8F	8F		6E	3°	9F	9E			9E
4°		6D			7D	4°	8D	6F		6F	6D	4°	9D	9F	9E	9D	9D
5°	6D	6E	7E	6D	6F	5°	6E	6D		8E	6E	5°			9D	9E	9E
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArtes2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8D				1°						1°		6F	6F		7F
2°	7F	7F			8F	2°	9F	9F		9D		2°					
3°		8D		8F		3°					9D	3°	7E				6D
4°	7F	8E			8E	4°	9F				9E	4°		7F			6E
5°	8E	8F		8D		5°	9E		9E		9D	5°	7E			6E	6D
ProfCiencias3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°						1°					9F						
2°		8D			7F	2°											
3°						3°		9F		7F	7F						
4°		8D			7F	4°					9F						
5°			8D	7F		5°					7F						

Figura 5.1 – Solução 1.6 – Horários dos professores – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

Observando a grade horária do professor de Artes 2, por exemplo, verifica-se que ele leciona em 5 dias, porém poderia lecionar em apenas 2, caso suas aulas fossem melhor alocadas.

A Figura 5.2, a seguir, ilustra os horários das turmas gerados pelo processo da solução inicial.

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Port	Port	Port	Ed Fis	1°	Ed Fis	Hist	Mat	Mat	Ing	1°	Port	Art	Art	Hist	Mat
2°	Ed Fis	Hist	Mat	Mat	Geo	2°	Hist	Port	Port	Port	Cie	2°	Mat	Geo	Ed Fis	Cie	Ed Fis
3°	Hist	Port	Port	Ing	Art	3°	Ed Fis	Cie	Mat	Mat	Geo	3°	Cie	Hist	Ing	Port	Mat
4°	Ed Fis	Cie	Mat	Mat	Geo	4°	Hist	Port	Port	Ing	Art	4°	Mat	Geo	Ed Fis	Geo	Ing
5°	Cie	Geo	Ing	Cie	Art	5°	Geo	Cie	Ed Fis	Art	Geo	5°	Hist	Port	Port	Port	Cie
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Mat	Ing	Geo	1°	Cie	Port	Port	Ed Fis	Cie	1°	Port	Geo	Geo	Mat	Art
2°	Art	Port	Port	Hist	Geo	2°	Mat	Mat	Mat	Ing	Ing	2°	Hist	Hist	Ing	Port	Cie
3°	Mat	Mat	Cie	Cie	Ed Fis	3°	Art	Port	Port	Hist	Geo	3°	Port	Geo	Mat	Ed Fis	Ed Fis
4°	Art	Port	Port	Hist	Cie	4°	Mat	Mat	Hist	Geo	Ed Fis	4°	Hist	Art	Ing	Port	Cie
5°	Ed Fis	Hist	Geo	Ing	Ed Fis	5°	Art	Ed Fis	Cie	Hist	Geo	5°	Mat	Mat	Mat	Cie	Ed Fis
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Hist	Mat	Port	Mat	1°	Cie	Ing	Port	Geo	Port	1°	Port	Port	Cie	Mat	Art
2°	Geo	Cie	Port	Art	Port	2°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Mat	2°	Cie	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Hist
3°	Mat	Hist	Mat	Port	Ing	3°	Cie	Ing	Port	Art	Ed Fis	3°	Port	Geo	Geo	Hist	Mat
4°	Geo	Cie	Port	Ed Fis	Ed Fis	4°	Mat	Hist	Mat	Port	Hist	4°	Cie	Ing	Ed Fis	Art	Port
5°	Art	Ed Fis	Cie	Hist	Ing	5°	Hist	Art	Cie	Geo	Ed Fis	5°	Mat	Hist	Mat	Port	Mat
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Mat	Ing	Ed Fis	1°	Art	Ed Fis	Ed Fis	Cie	Cie	1°	Port	Port	Port	Mat	Ed Fis
2°	Port	Geo	Cie	Hist	Art	2°	Mat	Mat	Mat	Ing	Ed Fis	2°	Hist	Hist	Geo	Cie	Cie
3°	Mat	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Hist	3°	Art	Port	Geo	Cie	Port	3°	Port	Ed Fis	Mat	Ing	Art
4°	Port	Geo	Cie	Port	Port	4°	Mat	Mat	Port	Ing	Hist	4°	Hist	Port	Geo	Cie	Ed Fis
5°	Cie	Ing	Port	Art	Hist	5°	Hist	Geo	Hist	Port	Port	5°	Mat	Mat	Mat	Ing	Art

Figura 5.2 – Solução 1.6 – Horários das turmas – Solução Inicial.

Fonte: Autor (2014).

O valor da Função Objetivo da solução inicial gerada é 62.811, com professores ministrando 31 dias de aula a mais do que o mínimo necessário. Os valores dos coeficientes D e G são 5.980 e 9.963, respectivamente.

5.1.2 Resultado da Busca Local

Os horários dos professores e turmas após a aplicação da Busca Local são apresentados nas figuras 5.3 e 5.4 a seguir, onde o valor da Função Objetivo é 66.583, com professores ministrando 21 dias a mais do que o mínimo necessário. Os valores dos coeficientes D e G são 4.120 e 9.823, respectivamente.

Verifica-se que na aplicação da Busca Local houve bastante melhora com relação ao resultado obtido pela Solução Inicial, visto que existem agora seis professores lecionando o número mínimo de dias de aula (Matemática 2, História 1, Matemática 1, Inglês 1, Inglês 2 e História 2), com a aplicação da Solução Inicial eram apenas 2 professores.

Analisando os horários dos últimos professores conclui-se que, mesmo que suas grades horárias não estejam completamente otimizadas, foram consideravelmente melhoradas, reduzindo o número de dias de aulas desses professores. O Professor de Artes 2, por exemplo, teve suas aulas reduzidas para 3 dias, e seu horário ainda pode ser melhorado para lecionar em apenas 2 dias.

Pode-se perceber que ainda existe possibilidade para melhorias as quais a Busca Local não foi capaz de realizar. Isto é explicado pelo fato de a Busca Local examinar apenas soluções vizinhas à solução original, e por analisar um espaço de busca reduzido, de maneira geral, não se pode esperar que melhore drasticamente a solução.

Na Figura 5.4, a seguir, são ilustradas as grades horárias das turmas após a aplicação da Busca Local.

ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9F	9D	9D			1°		6D	6D	6D		1°	7D	7D	7D	7F	
2°	9E	9E	9E			2°	6F	6E	6E	6E		2°	7E	7E	7E		
3°	9D	9D	9F			3°		6D	6D	6F		3°	7D	7D	7F		
4°	9E	9E	9D			4°	6F	6E	6E			4°	7E		7E		
5°	9F	9F	9F			5°		6F		6F		5°	7F	7F	7F		
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			8D	8F	8D	1°	7F	7E		7E		1°	8F	8F	8E	8D	8E
2°	8E		8E		8E	2°		7D	7D	7F		2°			8D	8E	8D
3°	8D		8D	8F		3°	7F	7E	7E			3°			8E	8D	8F
4°	8E		8E		8D	4°		7D	7D	7F		4°			8D	8E	8F
5°	8F		8F		8F	5°						5°				8F	
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIngles1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6D	6E		6F		1°			6E		6F	1°				7D	6E
2°	6E	6D		7D		2°			6F	6D	6E	2°			7F	7E	7E
3°	6D	6F		7E		3°				6E	6F	3°			6F	6D	8D
4°	6E	7E		7D		4°			6D	6D	6D	4°			7F	6E	6F
5°	6F	7D		7E		5°			6F	6E		5°			6D	7D	8D
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6F		7E		6D	1°			8F	9F	9E	1°			7F		7D
2°	6D				6F	2°	8F		9D	9D	9F	2°		9D	9F		7D
3°	6E		6E		7D	3°	8E			9E	9E	3°		7F	9E		7E
4°	6D		6F		7E	4°	8F			9F		4°		9D	9F	7E	7F
5°	7D	7E	6E		7D	5°	9D		8E	8E		5°		9E	7D		7E
ProfIngles2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8E		9D		1°	9E				8F	1°			9E	8E	9D
2°		8F		9E		2°	7D			8D	9D	2°			8F	8F	9E
3°		8E		9F		3°	9E			8E	9F	3°			9D	9D	8E
4°		8F		9E		4°	7D			8F		4°			8F	8D	
5°		9D		9F		5°	8D	8E		9D	9F	5°		8D	9E	8D	8E
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7E			6E	7E	1°	8E		6F			1°		9F	9F	9E	
2°				6F		2°		8E	6D		6D	2°	9D			9F	
3°		6E	7D	7D		3°	6F	8F	8F		6E	3°	9F	9E			
4°		6D		6F	7D	4°	8D	6F				4°	9D	9F	9E	9D	9D
5°	6D	6E	7E	6D	6F	5°	6E	6D	8D		6E	5°			9D	9E	9E
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8D	8D				1°	9D	9E				1°	6E	6F			7F
2°	7F	7F			8F	2°		9F				2°		6F			
3°	8F	8D				3°		9F		9D		3°	7E				6D
4°	7F	8E			8E	4°	9F			9E		4°		7F			6E
5°	8E	8F				5°	9E			9D		5°	7E				6D
ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°		7F				1°					9F						
2°	8D	8D			7F	2°	9F										
3°						3°				7F	7F						
4°		8D				4°					9F						
5°				7F		5°					7F						

Figura 5.3 – Solução 1.6 – Horários dos professores – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Port	Port	Port	Ed Fis	1°	Art	Hist	Mat	Cie	Ingles	1°	Ed Fis	Art	Geo	Hist	Mat
2°	Ed Fis	Hist	Geo	Mat	Geo	2°	Hist	Port	Port	Port	Mat	2°	Port	Art	Mat	Cie	Ed Fis
3°	Hist	Port	Port	Ingles	Art	3°	Ed Fis	Cie	Ed Fis	Mat	Geo	3°	Geo	Hist	Ingles	Port	Mat
4°	Ed Fis	Cie	Mat	Mat	Mat	4°	Hist	Port	Port	Ingles	Art	4°	Port	Geo	Ed Fis	Cie	Ingles
5°	Cie	Geo	Ingles	Cie	Art	5°	Geo	Cie	Ed Fis	Mat	Geo	5°	Hist	Port	Mat	Port	Cie
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Mat	Ingles	Geo	1°	Cie	Port	Ed Fis	Port	Cie	1°	Port	Cie	Geo	Mat	Art
2°	Art	Port	Port	Hist	Geo	2°	Mat	Mat	Mat	Ingles	Ingles	2°	Hist	Hist	Ingles	Port	Cie
3°	Mat	Mat	Cie	Cie	Ed Fis	3°	Art	Port	Port	Hist	Geo	3°	Port	Geo	Mat	Ed Fis	Ed Fis
4°	Art	Port	Port	Hist	Cie	4°	Mat	Hist	Mat	Geo	Ed Fis	4°	Hist	Art	Ingles	Port	Geo
5°	Ed Fis	Hist	Geo	Ingles	Ed Fis	5°	Art	Ed Fis	Cie	Hist	Geo	5°	Mat	Mat	Mat	Cie	Ed Fis
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Hist	Mat	Port	Mat	1°	Geo	Ingles	Port	Ed Fis	Port	1°	Port	Port	Cie	Mat	Art
2°	Cie	Cie	Port	Art	Port	2°	Mat	Geo	Mat	Port	Mat	2°	Cie	Ingles	Ed Fis	Ed Fis	Hist
3°	Mat	Hist	Mat	Port	Ingles	3°	Cie	Ingles	Port	Art	Ed Fis	3°	Hist	Geo	Geo	Mat	Port
4°	Geo	Cie	Port	Ed Fis	Mat	4°	Mat	Hist	Mat	Port	Hist	4°	Cie	Ingles	Ed Fis	Art	Port
5°	Art	Ed Fis	Geo	Ed Fis	Ingles	5°	Hist	Art	Cie	Cie	Ed Fis	5°	Mat	Hist	Mat	Port	Mat
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Mat	Mat	Ingles	Ed Fis	1°	Art	Hist	Ed Fis	Port	Cie	1°	Mat	Port	Port	Cie	Ed Fis
2°	Port	Geo	Cie	Cie	Art	2°	Mat	Mat	Mat	Ingles	Ed Fis	2°	Ed Fis	Hist	Geo	Port	Cie
3°	Mat	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Hist	3°	Art	Port	Geo	Cie	Cie	3°	Port	Hist	Mat	Ingles	Art
4°	Port	Geo	Mat	Port	Port	4°	Mat	Mat	Port	Ingles	Hist	4°	Hist	Port	Geo	Cie	Ed Fis
5°	Cie	Ingles	Port	Art	Hist	5°	Hist	Geo	Ed Fis	Port	Port	5°	Mat	Mat	Mat	Ingles	Art

Figura 5.4 – Solução 1.6 – Horários das turmas – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

5.1.3 Resultado do *ILS*

Os horários de professores e turmas obtidos após a aplicação do *ILS* são apresentados nas figuras 5.5 e 5.6 a seguir, onde se pode verificar que houve uma melhoria expressiva em relação à solução da Busca Local. Tem-se 11 professores com o horário otimizado, e os outros, na sua maioria tem seus horários com apenas uma ou duas aulas fora de suas preferências.

O Professor de Artes 2, por exemplo, teve seu horário melhorado, porém continua lecionando em 3 dias, quando o mínimo possível para ele são 2 dias de aula.

Já o valor da FO neste caso é 70.234, os professores ministram em 13 dias a mais do que o mínimo necessário, e os coeficientes *D* e *G* valem 2.290 e 9.403, respectivamente.

ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9F	9D	9D			1°		6D	6D	6D		1°	7D	7E	7D		
2°	9E	9E	9E			2°		6F	6E	6E		2°	7E	7E	7D		
3°	9D	9D	9F			3°		6D	6D	6F		3°	7D	7D	7F		
4°	9E	9E	9D			4°		6E	6E	6E		4°	7E	7F	7E		
5°	9F	9F	9F			5°		6F	6F	6F		5°	7F	7F	7F		
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8F	8F			8D	1°		7F	7F	7E	7D	1°			8E	8D	8E
2°	8E	8F	8E		8E	2°		7D		7F		2°			8D	8E	8D
3°	8D	8D				3°		7E	7E	7D		3°			8E	8F	8F
4°	8E		8E		8D	4°		7D		7F		4°			8D	8E	8F
5°	8F	8D			8F	5°			7E			5°			8F	8F	8D
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6D	7D		6F		1°			6E		6F	1°			8D	6E	6E
2°	6E	6D		7D		2°			6F	6D	6E	2°			7F	7E	7E
3°	6D	6F		7E		3°			6F	6E	6F	3°			7D	6D	8D
4°	6E	7E		7D		4°			6D	6D	6D	4°			7F		6F
5°	6F	6E		7E		5°				6E		5°			6D	7D	6F
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6F		7E		6D	1°	9E		8F	9F		1°		9E		7F	
2°	6D		7E		6F	2°	8F		9F	9D		2°		9F		9F	7D
3°	6E		6E		7D	3°	8E		9D	9E		3°		7F	9E		7E
4°	6D		6F		7E	4°	8F		9E	9F		4°		9D	7D	7E	7F
5°	7D		6E		7D	5°	9D	8E	8E			5°			7D	9D	7E
ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArtes1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8E		9D		1°	9D			8F	8F	1°			9E	8E	9D
2°				9E	9F	2°				8D	9D	2°			8F	8F	9E
3°		8E			9E	3°	9E			8E	9F	3°			8D	9D	8E
4°		8F		8F		4°	7D			9E	7D	4°			8F	8D	9D
5°		9D		9F		5°	8D			8E	9F	5°			9E	8D	8E
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7E			7D	7E	1°	8E	6E	6F			1°		9F	9F	9E	
2°	7D	6E		6F		2°	6F	8E	6D		6D	2°		9D	9D		
3°	7E	6E			6E	3°		8F	8F			3°		9E		9F	
4°	6F	6D		6F		4°	8D	6F				4°	9D	9F	9F	9D	
5°	6D	7D		6D		5°	6E	6D	8D		6E	5°		9E	9D	9E	9E
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArtes2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8D	8D				1°					9E	1°	6E	6F			7F
2°	8D	7F			8F	2°	9D					2°	7F				
3°	8F				7F	3°	9F	9F			9D	3°	6F				6D
4°	7F	8E			8E	4°	9F				9E	4°					6E
5°	8E	8F				5°	9E				9D	5°	7E	7E			6D
ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	7F					1°					9F						
2°		8D				2°	9F				7F						
3°	7F			8D		3°				7F							
4°		8D				4°					9F						
5°				7F		5°					7F						

Figura 5.5 – Solução 1.6 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Port	Port	Port	Ed Fis	1°	Artes	Geo	Mat	Ing	Ing	1°	Ed Fis	Artes	Geo	Hist	Mat
2°	Ed Fis	Hist	Geo	Mat	Geo	2°	Hist	Cie	Port	Port	Mat	2°	Geo	Port	Mat	Cie	Ed Fis
3°	Hist	Port	Port	Ing	Artes	3°	Ed Fis	Cie	Ed Fis	Mat	Cie	3°	Artes	Hist	Mat	Port	Mat
4°	Ed Fis	Cie	Mat	Mat	Mat	4°	Hist	Port	Port	Port	Artes	4°	Cie	Geo	Ed Fis	Cie	Ing
5°	Cie	Geo	Ing	Cie	Artes	5°	Geo	Hist	Ed Fis	Mat	Geo	5°	Hist	Port	Port	Port	Ing
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Hist	Mat	Cie	Port	1°	Cie	Mat	Ed Fis	Port	Cie	1°	Cie	Port	Port	Geo	Artes
2°	Cie	Port	Mat	Hist	Geo	2°	Mat	Mat	Ed Fis	Ing	Ing	2°	Artes	Hist	Ing	Port	Ed Fis
3°	Mat	Mat	Ing	Port	Ed Fis	3°	Cie	Port	Port	Hist	Geo	3°	Cie	Geo	Mat	Ed Fis	Hist
4°	Artes	Port	Geo	Hist	Artes	4°	Mat	Hist	Mat	Geo	Ed Fis	4°	Hist	Mat	Ing	Port	Geo
5°	Ed Fis	Cie	Geo	Ing	Ed Fis	5°	Artes	Artes	Port	Hist	Geo	5°	Mat	Mat	Mat	Cie	Ed Fis
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Hist	Ing	Port	Mat	1°	Geo	Ing	Port	Ed Fis	Port	1°	Mat	Mat	Cie	Artes	Artes
2°	Hist	Cie	Port	Artes	Port	2°	Mat	Geo	Mat	Port	Mat	2°	Cie	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Hist
3°	Mat	Mat	Ed Fis	Cie	Ing	3°	Cie	Ing	Port	Artes	Ed Fis	3°	Hist	Geo	Geo	Port	Port
4°	Geo	Cie	Port	Ed Fis	Mat	4°	Mat	Hist	Mat	Port	Hist	4°	Cie	Ing	Ed Fis	Ing	Port
5°	Artes	Mat	Geo	Ed Fis	Port	5°	Hist	Cie	Cie	Artes	Ed Fis	5°	Mat	Hist	Port	Port	Mat
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Artes	Mat	Mat	Ing	Ed Fis	1°	Cie	Geo	Ed Fis	Port	Hist	1°	Mat	Port	Port	Cie	Ed Fis
2°	Hist	Port	Port	Cie	Artes	2°	Mat	Mat	Mat	Ing	Ed Fis	2°	Ed Fis	Geo	Cie	Geo	Ing
3°	Mat	Mat	Cie	Ed Fis	Hist	3°	Artes	Port	Geo	Cie	Ing	3°	Hist	Hist	Mat	Port	Artes
4°	Port	Geo	Mat	Port	Ed Fis	4°	Mat	Mat	Cie	Artes	Hist	4°	Hist	Port	Port	Cie	Ed Fis
5°	Cie	Ing	Port	Geo	Hist	5°	Hist	Port	Ed Fis	Port	Port	5°	Mat	Mat	Mat	Ing	Artes

Figura 5.6 – Solução 1.6 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

5.1.4 Resultado do Método Exato

O resultado gerado pelo Método Exato é apresentado nas figuras 5.7 e 5.8, a seguir. Para a construção do modelo matemático deste problema, foram necessárias 2515 variáveis, e 1590 restrições. O tempo computacional para resolução foi de 1066 segundos, conforme será mostrado e analisado nas próximas seções.

Observa-se que a grade horária gerada pelo Método Exato possui qualidade bastante superior em relação à grade gerada pela aplicação da Busca Local ou do *ILS* visto que, nesta solução, apenas 2 professores não tiveram seu horário completamente otimizado.

Esta solução, mesmo não tendo conseguido reduzir por completo os dias dos professores, é a melhor possível para o problema, ou seja, não existe solução factível para a FO proposta que otimize o horário de todos os professores simultaneamente. Isto ocorre, pois a questão do número de dias de aulas dos professores é tratada neste estudo como uma restrição fraca, e

influencia na FO através do valor do coeficiente D , que é a penalidade aplicada no caso de os professores não estarem com seu horário otimizado.

O valor da Função Objetivo decorrente do Método Exato é 75.003, o coeficiente D vale 290, e o G , 9.973.

ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9E	9D	9D			1°		6E	6E	6F		1°	7E	7D	7F		
2°	9D	9E	9F			2°		6F	6D	6D		2°	7D	7F	7E		
3°	9F	9D	9E			3°		6E	6E	6F		3°	7E	7E	7D		
4°	9D	9E	9F			4°		6D	6F	6D		4°	7F	7D	7F		
5°	9F	9F	9E			5°		6F	6D	6E		5°	7D	7F	7E		
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8F		8F		8D	1°		7E	7D	7E		1°			8D	8F	8E
2°	8D		8E		8F	2°		7D		7F		2°			8F	8D	8D
3°	8E		8D		8E	3°		7F	7F	7E		3°			8E	8E	8F
4°	8F		8E		8F	4°		7E		7D		4°			8D	8F	8D
5°	8D		8D		8E	5°		7D		7F		5°			8E	8E	8F
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7D	6D		6E		1°				6D	6E	1°				7F	6D
2°	6D	7E		7D		2°			6F	6E	6D	2°			6E	6F	7D
3°	6F	6F		6E		3°				6D	6E	3°			6F	8D	7E
4°	7D	6E		6F		4°				6E	6F	4°			6D	7F	7D
5°	7E	6D		7E		5°			6F	6F	6D	5°			6E	8D	7E
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6E		6D		6F	1°	8E		9F	8E		1°		9E	7E	9E	
2°	6F		7D		7E	2°	9E		9E	9F		2°		9F	7F	9D	
3°	6E		6D		7D	3°	8F		9D	9D		3°		7D	7E	7F	
4°	6F		7E		7E	4°	9E		8F	9F		4°		9F	7D	9D	
5°	6D		7D		6E	5°	8E		9D	8F		5°		7E	7F	7D	
ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8F			9F	1°				9F	7D	1°			8E	8D	9E
2°		8E			9E	2°	8F			8F	8E	2°			8D	8E	9D
3°		8F			9F	3°	9E			9E	9D	3°			8F	8F	8D
4°		8E			9E	4°	8D			8D	8E	4°			9D	8E	9D
5°		9D			9D	5°	9D			9F	7D	5°			8F	9E	9E
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6F	6F		7D		1°	6D	8E	6F			1°		9F	9E	9D	
2°	7E	6E		7E		2°	8E	6D			6E	2°		9D	9D	9E	
3°	7D	6D		7D		3°	8D	8D			6F	3°		9F	9F	9F	
4°	6D	6F		7E		4°	6E	8F	6E		6D	4°		9D	9E	9E	
5°	6E	6E		6D		5°	6F	8F				5°		9E	9F	9D	
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8D	8D			8F	1°	9D				9D	1°	7F				7E
2°	7F	8F				2°	9F					2°	6E				6F
3°		8E			7F	3°	9D	9E			9E	3°	6D				6D
4°	8E	8D				4°	9F				9F	4°	7E				6E
5°	8F	8E			7F	5°	9E					5°	7F				6F
ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°		7F				1°	9F				7F						
2°		8D			7F	2°					9F						
3°						3°	7F										
4°		7F				4°					7F						
5°		8D			8D	5°					9F						

Figura 5.7 – Solução 1 – Horários dos professores – Método Exato.

Fonte: Autor (2014).

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Hist	Ed Fis	Mat	Ing	1°	Ed Fis	Port	Port	Hist	Mat	1°	Cie	Cie	Geo	Port	Ed Fis
2°	Hist	Geo	Port	Port	Mat	2°	Art	Cie	Ing	Mat	Geo	2°	Ed Fis	Port	Mat	Ing	Art
3°	Art	Cie	Ed Fis	Mat	Art	3°	Ed Fis	Port	Port	Hist	Mat	3°	Hist	Hist	Ing	Port	Geo
4°	Cie	Port	Ing	Port	Geo	4°	Geo	Hist	Geo	Mat	Art	4°	Ed Fis	Cie	Port	Hist	Mat
5°	Ed Fis	Hist	Port	Cie	Mat	5°	Cie	Cie	Ing	Port	Ed Fis	5°	Geo	Port	Mat	Mat	Art
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Mat	Port	Cie	Art	1°	Mat	Port	Geo	Port	Art	1°	Art	Cie	Mat	Ing	Ed Fis
2°	Mat	Port	Ed Fis	Hist	Ing	2°	Cie	Hist	Mat	Cie	Ed Fis	2°	Hist	Mat	Geo	Port	Cie
3°	Cie	Geo	Mat	Cie	Ed Fis	3°	Mat	Mat	Geo	Port	Ing	3°	Ed Fis	Port	Port	Geo	Hist
4°	Hist	Mat	Geo	Port	Ing	4°	Art	Port	Ed Fis	Cie	Ed Fis	4°	Mat	Cie	Mat	Ing	Ed Fis
5°	Mat	Port	Ed Fis	Geo	Art	5°	Hist	Geo	Mat	Hist	Ing	5°	Art	Mat	Geo	Port	Hist
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Hist	Port	Ed Fis	Mat	1°	Cie	Geo	Ed Fis	Cie	Port	1°	Mat	Ing	Mat	Port	Hist
2°	Mat	Cie	Ed Fis	Port	Port	2°	Geo	Ing	Mat	Ed Fis	Art	2°	Art	Hist	Port	Art	Mat
3°	Geo	Geo	Mat	Ing	Ed Fis	3°	Mat	Hist	Port	Port	Mat	3°	Cie	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Port
4°	Art	Hist	Port	Art	Port	4°	Hist	Ing	Mat	Ed Fis	Art	4°	Mat	Geo	Cie	Port	Mat
5°	Mat	Cie	Mat	Ing	Cie	5°	Cie	Hist	Port	Port	Mat	5°	Hist	Geo	Ed Fis	Cie	Port
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Mat	Mat	Port	Hist	1°	Mat	Geo	Port	Geo	Ed Fis	1°	Ed Fis	Port	Cie	Art	Ing
2°	Mat	Port	Port	Geo	Ed Fis	2°	Cie	Mat	Cie	Port	Ing	2°	Hist	Geo	Mat	Cie	Ed Fis
3°	Hist	Mat	Cie	Cie	Art	3°	Art	Hist	Mat	Art	Hist	3°	Mat	Port	Port	Port	Ing
4°	Mat	Port	Ed Fis	Geo	Ed Fis	4°	Cie	Mat	Port	Port	Ing	4°	Hist	Geo	Mat	Cie	Hist
5°	Art	Ing	Cie	Port	Ing	5°	Hist	Port	Mat	Ed Fis	Ed Fis	5°	Mat	Mat	Port	Art	Ed Fis

Figura 5.8 – Solução 1 – Horários das turmas – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

5.1.5 Resultados obtidos por *Software* livre

O problema em questão também foi resolvido no Time S’Cool, um *software* livre para geração de grade horária disponível na internet. Foram realizados os cadastros de todos os dados do problema, professores, disciplinas, turmas, cargas horárias e relações professor-disciplina-turma. O sistema permite a definição de prioridades entre os professores, criando três categorias, uma mais prioritária, uma intermediária e uma menos prioritária. Para a maior similaridade entre os dois sistemas, os primeiros 7 professores da hierarquia ficaram na categoria 1 de prioridade do Time S’Cool, os 8 professores seguintes, na categoria 2, e os últimos 8 professores ficaram na categoria 3.

É permitido o cadastro de horários indisponíveis para cada professor, porém não permite a inclusão de preferências dos professores por dias de aula. Logo, nenhuma preferência foi inserida, porém todos os professores permaneceram com todos os horários disponíveis.

No Time S’Cool não existe espaço para inclusão do limite de 2h/dia por disciplina, fato que por si só já inviabilizaria a execução deste sistema em qualquer escola de ensino fundamental. Por isso, conforme será constatado nos resultados das Figuras 5.9 e 5.10 a seguir, quase todas as turmas desrespeitaram esse limite, principalmente nas disciplinas de Português e Matemática.

ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				9D		1°	6E	6D	6E	6E	6F	1°				7D	
2°						2°	6E	6F			6F	2°				7F	7E
3°	9E	9E	9D	9E		3°	6E	6D		6D	6F	3°			7D	7F	7E
4°	9F	9E	9D	9F	9F	4°		6D				4°		7E	7F	7E	7D
5°	9F	9D	9D	9E	9F	5°		6D			6F	5°	7E	7D	7D	7F	7F
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8E		8D		8D	1°		7F				1°	8D				8E
2°	8E			8D		2°				7E		2°	8D	8E			8E
3°		8D			8D	3°	7E	7D			7F	3°	8D			8D	
4°		8F	8F	8F	8E	4°	7E		7D	7D	7F	4°	8F	8D			8F
5°	8E	8F		8E	8F	5°	7D		7F	7E		5°	8F	8E	8F	8F	8E
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7E	7D	6D	6D		1°	6F				6E	1°	7F		7E		7E
2°	7E	7E	6D		7D	2°	6D			6F		2°	7D	7F	7D		6E
3°	7D	6F				3°	6D	6E		6E	6D	3°	6F		6F		
4°	6F		6F			4°				6F	6F	4°		6E	6D		8D
5°		6E	6E	6E		5°				6D	6E	5°	6D		8D		
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6F	6F	6F	6D	1°	9E	9F	9F	9F	9E	1°	7D	9D			
2°		6E	6E	6D		2°	9E	8F	8F	9D	9D	2°	7F	9E	7E	7D	7F
3°			6D	7D	6E	3°	9D	8F		8E	8E	3°	7F	9F	7E	7E	9F
4°					7E	4°		8E				4°		7D		9D	
5°		7E	7E	7D	7D	5°						5°			9E		
ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArte1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8F		8F		1°	8F	8E	8E	8D	9F	1°		9E	9E	9E	9D
2°						2°	9D	9F	9E	9E	8D	2°	8F	9D	9D	8F	8F
3°	9F	8E		9D	9E	3°	8F				7D	3°	8E		8E		
4°	8E		9F			4°	7D					4°	8D		8E	8D	
5°		9E		9D		5°					9D	5°	8D				
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7E	7D	7E	7D	1°	6D	6E	8F	8E	8F	1°	9D		9D		
2°		7D	6F	6E	6D	2°	6F	6D	8D			2°	9F			9F	
3°			6E			3°						3°		9D		9F	
4°	6D			6D	6E	4°	6E		6E			4°	9D	9D	9E	9E	9E
5°			6F	6F	7E	5°	6F	6F	8E	8D	6D	5°	9E	9F		9F	9E
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArte2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8D	7F	7F	7F	1°						1°					
2°		8D	8E	8E		2°			9F		9E	2°					
3°			8F	8F	8F	3°			9E		9D	3°		7E	7F	6F	
4°				8E		4°	9E	9F			9D	4°		6F	7E	6E	6D
5°					8D	5°	9D		9F			5°	6E	7F	6D		
ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°						1°	9F										
2°						2°			7F		9F						
3°			8D			3°		7F	9F								
7F	7F		8D	7F		4°		7F									
5°	7F	8D				5°											

Figura 5.9 – Solução 1 – Horários dos professores – Time S’Cool.
Fonte: Autor (2014).

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Port	Hist	Hist	Ed Fis	1°	Port	Geo	Port	Port	Mat	1°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Ed Fis	Port
2°	Mat	Geo	Hist	Ed Fis	Cie	2°	Port	Ed Fis	Ed Fis	Cie	Ing	2°	Geo	Port	Cie	Mat	Port
3°	Mat	Port	Ed Fis	Port	Mat	3°	Port	Mat	Cie	Mat	Ed Fis	3°	Ing	Hist	Ing	Art	Port
4°	Cie	Port	Ing	Cie	Art	4°	Geo	Ing	Geo	Art	Cie	4°	Hist	Art	Hist	Mat	Mat
5°	Ing	Port	Art	Mat	Geo	5°	Art	Hist	Hist	Hist	Mat	5°	Geo	Geo	Cie	Cie	Port
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Hist	Cie	Mat	Cie	1°	Hist	Cie	Ing	Cie	Ing	1°	Ing	Port	Hist	Hist	Hist
2°	Ing	Cie	Ing	Geo	Hist	2°	Hist	Hist	Geo	Port	Mat	2°	Geo	Ing	Ed Fis	Mat	Geo
3°	Hist	Port	Mat	Ed Fis	Art	3°	Port	Art	Geo	Geo	Mat	3°	Geo	Ed Fis	Art	Mat	Port
4°	Art	Geo	Port	Port	Mat	4°	Port	Mat	Art	Mat	Ed Fis	4°	Cie	Ed Fis	Mat	Cie	Port
5°	Port	Mat	Mat	Ed Fis	Ed Fis	5°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Port	Cie	5°	Cie	Art	Port	Mat	Mat
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Hist	Mat	Art	Mat	1°	Mat	Art	Art	Geo	Port	1°	Art	Ing	Geo	Ing	Geo
2°	Port	Hist	Geo	Mat	Art	2°	Mat	Port	Hist	Hist	Port	2°	Ed Fis	Cie	Cie	Ed Fis	Ed Fis
3°	Port	Mat	Cie	Port	Mat	3°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Cie	Cie	3°	Art	Cie	Hist	Hist	Hist
4°	Ed Fis	Port	Cie	Ed Fis	Ing	4°	Ing	Cie	Ed Fis	Hist	Mat	4°	Port	Mat	Mat	Mat	Port
5°	Ed Fis	Cie	Ing	Geo	Hist	5°	Mat	Port	Geo	Mat	Port	5°	Port	Mat	Port	Port	Mat
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Geo	Port	Mat	Ed Fis	1°	Cie	Ed Fis	Ed Fis	Ed Fis	Cie	1°	Ed Fis	Cie	Cie	Cie	Art
2°	Art	Ed Fis	Ed Fis	Cie	Cie	2°	Cie	Geo	Art	Art	Hist	2°	Port	Art	Hist	Port	Ed Fis
3°	Cie	Port	Mat	Ing	Hist	3°	Mat	Mat	Hist	Mat	Ing	3°	Ing	Geo	Ed Fis	Port	Geo
4°	Port	Port	Mat	Geo	Hist	4°	Hist	Mat	Port	Por	Port	4°	Mat	Hist	Ing	Mat	Mat
5°	Hist	Mat	Mat	Ing	Art	5°	Port	Ing	Geo	Mat	Port	5°	Mat	Port	Hist	Port	Mat

Figura 5.10 – Solução 1 – Horários das turmas – Time S’Cool.

Fonte: Autor (2014).

Os coeficientes D e G desta solução valem 9.120, e 8.447, respectivamente, e os professores lecionam em 44 dias a mais do que o mínimo necessário.

5.1.6 Comparação dos Resultados

A comparação dos resultados obtidos nas 10 soluções iniciais geradas, após a aplicação da Busca Local e do ILS , são apresentadas na Figura 5.11 a seguir, onde são exibidos os valores da Função Objetivo ($Z(x)$), e do número de dias a mais do que o mínimo necessário que os professores ministram ($Dias$), bem como os valores dos coeficientes D e G . Na apresentação dos resultados da Busca Local e do ILS , há os percentuais de melhora de $Z(x)$ e dos dias a mais em relação à solução anterior.

Nº	Solução Inicial				Busca Local						Iterated Local Search						
	Z(x)	D	G	Dias	Z(x)	Δ%	D	G	Dias	Δ%	Z(x)	Δ%	D	G	Dias	Δ%	t (s)
1.1	62263	6400	9961	33	66276	6,4%	4210	9645	20	39%	69030	4,2%	2970	9439	15	25%	40
1.2	63293	6050	10005	32	65976	4,2%	4150	9783	20	38%	68829	4,3%	3120	9677	16	20%	40
1.3	62204	6470	9963	34	66313	6,6%	4400	9839	22	35%	69651	5,0%	2810	9601	15	32%	40
1.4	62864	6020	10005	31	65923	4,9%	4560	9783	22	29%	70066	6,3%	2350	9577	12	45%	40
1.5	62811	5980	9963	31	66853	6,4%	4120	9823	21	32%	69915	4,6%	2750	9601	14	33%	40
1.6	62811	5980	9963	31	66853	6,4%	4120	9823	21	32%	70234	5,1%	2290	9403	13	38%	40
1.7	62824	6120	9963	32	65142	3,7%	4920	9815	25	22%	69340	6,4%	2530	9097	13	48%	40
1.8	63230	6280	9983	32	65167	3,1%	5310	9847	26	19%	69429	6,5%	2870	9787	15	42%	40
1.9	63751	6140	9977	32	65516	2,8%	5260	9971	27	16%	69955	6,8%	2520	9867	14	48%	40
1.10	62712	6100	10005	31	64988	3,6%	5030	9747	24	23%	68605	5,6%	3070	9511	16	33%	40

Figura 5.11 – Apresentação dos resultados – Problema 1.
Fonte: Autor (2014).

Pode-se notar na Figura 5.11, anterior que mesmo as soluções iniciais sendo geradas de forma aleatória, as soluções 1.5 e 1.6 possuem a mesma solução inicial e, por isso, o mesmo resultado da Busca Local, uma vez que o procedimento da BL não tem nenhum fator aleatório. Ambas foram mantidas pois geraram resultados diferentes após a aplicação do *ILS*, tendo em vista que esta técnica última escolhe aleatoriamente o professor que sofrerá perturbação, bem como o horário a ser perturbado. Observa-se que o resultado do *ILS* da solução 1.6 foi o melhor alcançado para o problema em questão.

Ambas as soluções 1.5 e 1.6 não apenas geraram os mesmos valores numéricos como resultado da solução inicial, mas geraram uma solução idêntica em termos de horários das aulas de cada professor e turma.

Mesmo que, de forma geral, as soluções com menos dias de aula para os professores geram um resultado melhor de “Z(x)”, isto não é uma regra, pois a solução com menos dias de aula foi atingida após a aplicação do *ILS* na solução 1.4 (12 dias a mais), porém essa não foi a melhor solução para este caso. Este fato é explicado pelo coeficiente *D* que é calculado com base também no peso dos professores, portanto, pode-se concluir que a solução 1.6 gerou dias a mais de aulas para professores menos preferenciais, em comparação com a solução 1.4, impactando menos na FO. Além disso, a solução 1.6 atendeu mais às preferências de cada dia de aula dos professores, porém atendeu menos às preferências por aulas geminadas (*G*) do que a solução 1.4.

Nem sempre a melhor solução inicial proporcionará melhores resultados da BL ou *ILS*. A solução 1.10 (Figura 5.11), por exemplo, foi uma das melhores soluções iniciais geradas, porém deu origem aos piores

resultados, tanto da BL quanto do *ILS*. Isto ocorre, pois a melhoria da qualidade de cada solução não está vinculada diretamente à qualidade atual da solução, mas sim a fatores mais sutis de serem analisados. Fatores sutis como o de algum professor estar livre em um horário específico que permita a troca com a disciplina de outro professor e assim melhorar a qualidade do problema, ou também de ocorrer o sorteio aleatório desse professor durante o processo do *ILS*, entre outros fatores que permitam a melhoria da qualidade da solução. Contudo, pode-se afirmar que soluções de menor qualidade possuem mais potencial para melhoria do que soluções de maior qualidade.

Por fim, analisando a solução gerada pelo Time S'Cool, nota-se que ela é consideravelmente pior, até mesmo em comparação com as soluções iniciais geradas pelo Classe Mestre, uma vez que quase todos os professores lecionam em todos os dias da semana.

A retirada da restrição que limita em 2h a carga horária máxima diária de cada disciplina, faria com que a solução fosse melhorada, uma vez que faz com que os horários dos professores tenham menos restrições para alocar aulas em um mesmo dia, concentrando mais as aulas e diminuindo os dias de aula. Contudo, na solução do Time S'Cool não foi isso que ocorreu, pois o número de dias a mais dos professores foi bastante superior, inclusive em comparação com as soluções iniciais geradas.

A solução foi gerada pelo Time S'Cool em cerca de 40 segundos, e o valor da FO foi de 44.523, cerca de 40% pior do que as piores soluções iniciais geradas pelo Classe Mestre.

5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS PROBLEMA 02 A 14

Para uma melhor análise dos resultados dos outros 13 problemas, é apresentada na Figura 5.12, a seguir, apenas uma linha com a melhor solução alcançada no problema, e outra com a média das 10 soluções geradas. A primeira coluna desta figura apresenta o número do problema que está sendo resolvido (1 a 14) seguido pelo número da solução que gerou o melhor resultado (1 a 10). A média das 10 soluções geradas é representada pelo

número do problema seguido pelo símbolo “ μ ”, e o desvio padrão da média é representado pelo número do problema seguido pelo símbolo “ σ ”.

Nº	Solução Inicial				Busca Local						Iterated Local Search							
	Z(x)	D	G	Dias	Z(x)	$\Delta\%$	D	G	Dias	$\Delta\%$	Z(x)	$\Delta\%$	D	G	Dias	$\Delta\%$	t (s)	
2.10	32823	2180	4959	14	32823	0,0%	2180	4959	14	0%	35190	7,2%	1250	4713	8	43%	20	
2. μ	32881	2263	4963	14	32931	0,2%	2262	4969	14	0%	34633	5,2%	1513	4817,8	10	32%	27	
2. σ	318	144	54,9	0,82	312	0,003	166	48,3	0,95	0,034	416	0,012	203	75	1,49	0,085	15,5	
3.8	60180	4410	9670	25	61292	1,8%	3970	9574	21	16%	65672	7,1%	2390	9344	13	38%	25	
3. μ	59988	4487	9625	25	61423	2,4%	3978	9498	22	12%	65170	6,1%	2597	9282,8	14	37%	41	
3. σ	388	228	45,6	1,29	867	0,015	354	97,7	1,99	0,068	308	0,017	168	108	1,37	0,080	18,4	
4.4	65022	4580	10615	25	65856	1,3%	4060	10341	21	16%	72039	9,4%	1530	10047	8	62%	35	
4. μ	65030	4693	10604	25	66412	2,1%	4011	10445	21	19%	71127	7,1%	1964	10005	11	49%	38	
4. σ	581	318	18,4	1,58	616	0,006	243	86,6	1,77	0,060	602	0,015	355	199	1,90	0,109	19,9	
5.10	72896	6670	11630	32	76896	5,5%	4840	11616	21	34%	80373	4,5%	2940	11366	14	33%	35	
5. μ	72635	7034	11629	34	75912	4,5%	5319	11409	23	31%	78995	4,1%	3522	11059	16	30%	55	
5. σ	1290	694	47,8	3,53	732	0,015	342	115,6	1,81	0,070	810	0,007	380	164	1,89	0,080	39,5	
6.9	133193	12010	21262	50	138317	3,8%	9420	20856	38	24%	146769	6,1%	5290	20708	24	37%	60	
6. μ	132921	11700	21248	48	138815	4,4%	9433	20896	36	25%	145539	4,8%	6026	20344	24	33%	89	
6. σ	461	254	41,4	1,14	1861	0,013	673	178,2	2,82	0,065	765	0,016	719	385	2,28	0,085	23,3	
7.4	61442	3710	10064	21	62505	1,7%	3110	9858	18	14%	66335	6,1%	1520	9548	8	56%	140	
7. μ	60911	3839	10061	23	62248	2,2%	3285	9967	19	17%	65298	4,9%	1770	9621	10	47%	72	
7. σ	940	499	48,3	2,82	1305	0,011	722	73,9	4,35	0,103	675	0,021	455	111	2,18	0,185	37,3	
8.1	61156	5500	9700	29	63191	3,3%	4350	9226	21	28%	68370	8,2%	1840	9012	10	52%	30	
8. μ	61026	5599	9687	30	62122	1,8%	4988	9417	26	14%	66888	7,7%	2845	9048,4	15	43%	34	
8. σ	206	166	20,4	1,14	1009	0,016	560	238,7	3,92	0,131	846	0,016	473	143	2,27	0,102	18,2	
9.1	59159	4110	10380	24	62008	4,8%	3190	9996	17	29%	66452	7,2%	1370	9954	7	59%	25	
10.6	68359	4810	11555	26	69330	1,4%	4190	11363	22	15%	75730	9,2%	1660	11111	11	50%	95	
10. μ	67556	5348	11537	29	69624	3,1%	4227	11327	22	22%	73943	6,2%	2251	11047	13	42%	100	
10. σ	934	449	38,5	2,63	669	0,012	309	121,5	1,90	0,057	882	0,018	504	117	2,69	0,105	30,6	
11.5	58446	5390	10477	30	62704	7,3%	3610	10327	19	37%	66733	6,4%	1610	10029	8	58%	25	
11. μ	58803	5663	10560	31	62167	5,7%	4019	10309	21	33%	66079	6,3%	2198	10135	12	45%	37	
11. σ	486	258	57,2	1,49	1062	0,022	483	167,5	2,69	0,117	760	0,019	399	138	2,06	0,120	16,7	
12.8	60722	5470	10316	30	63494	4,6%	4330	10130	23	23%	68594	8,0%	1920	10012	10	57%	25	
12. μ	61205	5307	10330	29	63779	4,2%	4075	10092	21	27%	67580	6,0%	2344	9891,8	13	40%	28	
12. σ	942	496	21,8	2,71	458	0,018	313	120,6	1,83	0,087	530	0,012	351	123	1,95	0,109	2,64	
13.3	64396	5310	10940	30	65074	1,1%	4240	10656	23	23%	70744	8,7%	1820	10390	10	57%	30	
13. μ	64616	5218	10908	29	65985	2,1%	4140	10722	23	23%	69909	5,9%	2233	10457	13	45%	31	
13. σ	721	365	27,9	1,96	607	0,012	227	97,5	1,34	0,089	571	0,016	342	161	1,58	0,092	3,16	
14.6	52322	3560	9519	22	54700	4,5%	2520	9293	14	36%	57475	5,1%	1320	9183	7	50%	70	
14. μ	52461	3183	8575	20	49244	-6,1%	2285	8396	13	34%	51395	4,4%	1306	8241	7	45%	53	
14. σ	191	98	27,7	0,48	370	0,008	139	31,8	1,16	0,067	320	0,007	166	71	1,16	0,073	28,8	

Figura 5.12 – Apresentação dos resultados – Demais problemas.
Fonte: Autor (2014).

Nota-se pela Figura 5.12 anterior que o tempo de processamento demandado pelo *ILS* está relacionado, de forma geral, com o tamanho do problema em questão, porém não está relacionado com a qualidade do resultado obtido. Isto se justifica pois houve casos em que o tempo de processamento da melhor solução obtida foi maior do que a média das outras soluções deste problema, e casos em que o tempo foi menor. Também existem

casos de soluções demoradas de baixa qualidade, e soluções rápidas de boa qualidade.

Pela análise da Figura 5.12, percebe-se que gerar uma solução com poucos dias de aula para os professores é mais complexo do que atender as preferências por aulas geminadas. Esta conclusão vem do fato de as soluções iniciais, na maioria das vezes, gerarem um alto atendimento das preferências por aulas geminadas, porém um alto número de dias de aula, e conforme as soluções vão sendo refinadas com a aplicação das heurísticas, o número de dias de aulas diminui, contudo o atendimento pelas aulas geminadas, em geral, apenas se mantém ou até diminui.

Nota-se também que problemas maiores, em número de professores, geram resultados mais estáveis após a aplicação do *ILS*. Um exemplo disto é o Problema 6, que é o maior de todos, com 36 professores, e gerou uma média de 145539, com um desvio padrão de 765 no valor de “ $Z(x)$ ” do *ILS*, valor baixo em comparação com os outros problemas.

Problemas menores geram maiores diferenças nos resultados do *ILS*. Como em um problema pequeno existe um universo menor de possibilidades, e a magnitude dos valores da FO também é menor, qualquer ganho de qualidade no processo do *ILS* influencia mais no resultado do problema como um todo. Em outras palavras, se em uma solução específica, o fator aleatório do *ILS* conseguir enviar a solução para uma área de busca melhor do que a anterior (o que é mais difícil em problemas menores, por existirem menos áreas de busca de qualidade), esse ganho causa uma melhoria significativa na qualidade da solução, e gera uma dispersão do valor da FO dessa solução em relação a outras soluções que não atingiram uma área de busca tão boa.

Outra questão que pode ser analisada é que a alta relação de “P/T” (ilustrada na Figura 5.13, a seguir) em um problema gera mais dispersão na solução inicial, pois nestes problemas, têm-se mais professores para menos turmas, logo existem mais possibilidades de horários viáveis e, portanto, é natural que as soluções iniciais, por serem aleatoriamente definidas, sejam mais variadas. Como exemplo disto, tem-se o Problema 5, o qual possui a maior relação “P/T”. Ele possui uma média de 72.635 com desvio padrão 1.290 na solução inicial, valor bastante alto em comparação com os outros problemas.

Por outro lado, a relação contrária também é verdadeira, pois o Problema 14 possui a menor relação “P/T”, e possui uma média 52.461 com desvio padrão de 191 na solução inicial, valor baixo em relação aos outros problemas. Isto acontece, pois o problema é bastante restrito por ter menos professores para mais turmas, logo existem poucas possibilidades de soluções viáveis e, portanto, uma menor dispersão entre elas. Neste problema, dentre as 10 soluções iniciais geradas, ocorreu algumas vezes de a solução inicial se repetir com outra já gerada, além de várias vezes o método da solução inicial não ter sucesso na tentativa de gerar uma solução factível.

A Figura 5.13 a seguir ilustra o resultado do método exato de cada problema, bem como suas características.

Nº	P	T	P/T	Método Exato					
				Z(x)	Z(x)/P	D	G	Dias	t(s)
1	23	12	1,92	75003	3261	290	9973	2	1066
2	14	8	1,75	37295	2664	170	5015	1	6767
3	22	12	1,83	70370	3199	310	9670	2	1530
4	22	13	1,69	75878	3449	0	10561	0	1622
5	26	13	2,00	85504	3289	470	11426	4	2738
6	35	20	1,75	158056	6079	250	21360	2	8808
7	22	12	1,83	70034	3183	110	10160	1	2174
8	23	12	1,92	72742	3163	110	9662	1	2104
9	22	12	1,83	68784	3127	120	10252	1	1754
10	23	13	1,77	79414	3453	410	11499	3	3609
11	22	12	1,83	70343	3197	330	10549	2	2020
12	22	12	1,83	71637	3256	260	10276	2	1447
13	22	13	1,69	74946	3407	190	10886	1	1094
14	18	12	1,50	60478	3360	0	9587	0	1809

Figura 5.13 – Apresentação dos resultados – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

No caso do Problema 1, o valor da FO ($Z(x)$) é 75.003, e os professores lecionam, no total, 2 dias mais dias que o necessário. Os coeficientes para minimização dos dias de aulas dos professores (D), e para atendimento das preferências por aulas geminadas (G), explicados no Capítulo 4, valem 290 e 9.973, respectivamente. O tempo de processamento deste problema foi de 1.066 segundos, ou 17 minutos e 46 segundos.

Os valores de “ $Z(x)$ ” dos diferentes problemas, quando analisados de forma absoluta, podem distorcer a realidade, visto que um problema grande naturalmente terá o valor da FO maior do que um problema pequeno, mesmo que a qualidade de sua grade horária seja pior. Tendo isso em vista, foi criada também uma coluna em que os valores da FO são divididos pelo número de professores do problema. Dessa forma, pode-se criar uma base de comparação entre problemas de diferentes tamanhos.

Nota-se que os dois problemas que levaram os maiores tempos de processamento são o maior e o menor, em número de professores, respectivamente. Problemas maiores naturalmente levarão mais tempo para serem resolvidos, pois possuem mais variáveis, ou seja, mais horários a serem definidos. Por sua vez, problemas menores, com uma baixa relação de professores e turmas (“ P/T ”), são bastante restritos quanto às possibilidades de soluções viáveis, uma vez que existem poucos professores e eles possuem uma carga horária alta a ser distribuída, tornando bastante complexa sua solução.

Da análise da solução destes problemas, observa-se que de maneira geral, a complexidade dos problemas não tem relação direta com o seu tamanho, mas sim com a relação entre o número de professores e de turmas do problema (Colunas “ P ” e “ T ”), por isso, na Figura 5.14, é mostrada essa relação em cada problema (“ P/T ”). Por mais que outros fatores interfiram nessa questão, de maneira geral, a complexidade dos problemas é inversamente proporcional à relação de professores e turmas. Outro fator que também influencia a complexidade dos problemas é o número de professores com carga horária maior do que 20 horas semanais. Esses professores tem pouca flexibilidade em seu horário e, por isso, uma chance maior de inviabilizar a geração da solução inicial. Além disso, mesmo quando uma solução inicial é gerada, a pouca flexibilidade de seu horário dificulta também a melhoria da solução pela Busca Local e *ILS*.

A Figura 5.14 a seguir compara apenas as soluções que geraram a solução de melhor qualidade para cada problema, com a solução ótima de cada problema. A última coluna da figura mostra “quantas vezes mais rápido” foi o processamento do *ILS* em relação ao Método Exato.

Nº	Solução Inicial				Busca Local					Iterated Local Search						Método Exato					
	Z(x)	Z(x)/P	Dias	Dias/P	Z(x)	Z(x)/P	$\Delta\%$	Dias	Dias/P	Z(x)	Z(x)/P	$\Delta\%$	Dias	Dias/P	t (s)	Z(x)	Z(x)/P	$\Delta\%$	Dias	t(s)	Δ
1.6	62811	2731	31	1,35	66853	2907	6,4%	21	0,91	70234	3054	5,1%	13	0,57	40	75003	3261	6,79%	2	1066	26,7
2.10	32823	2345	14	1,00	32823	2345	0,0%	14	1,00	35190	2514	7,2%	8	0,57	20	37295	2664	5,98%	1	6767	338
3.8	60180	2735	25	1,14	61292	2786	1,8%	21	0,95	65672	2985	7,1%	13	0,59	25	70370	3199	7,15%	2	1530	61,2
4.4	65022	2956	25	1,14	65856	2993	1,3%	21	0,95	72039	3275	9,4%	8	0,36	35	75878	3449	5,33%	0	1622	46,3
5.10	72896	2804	32	1,23	76896	2958	5,5%	21	0,81	80373	3091	4,5%	14	0,54	35	85504	3289	6,38%	4	2738	78,2
6.9	133193	3806	50	1,43	138317	3952	3,8%	38	1,09	146769	4193	6,1%	24	0,69	60	158056	6079	7,69%	2	8808	147
7.4	61442	2793	21	0,95	62505	2841	1,7%	18	0,82	66335	3015	6,1%	8	0,36	140	70034	3183	5,58%	1	2174	15,5
8.1	61156	2659	29	1,26	63191	2747	3,3%	21	0,91	68370	2973	8,2%	10	0,43	30	72742	3163	6,39%	1	2104	70,1
9.1	59159	2689	24	1,09	62008	2819	4,8%	17	0,77	66452	3021	7,2%	7	0,32	25	68784	3127	3,51%	1	1754	70,2
10.6	68359	2972	26	1,13	69330	3014	1,4%	22	0,96	75730	3293	9,2%	11	0,48	95	79414	3453	4,86%	3	3609	38,0
11.5	58446	2657	30	1,36	62704	2850	7,3%	19	0,86	66733	3033	6,4%	8	0,36	25	70343	3197	5,41%	2	2020	80,8
12.8	60722	2760	30	1,36	63494	2886	4,6%	23	1,05	68594	3118	8,0%	10	0,45	25	71637	3256	4,44%	2	1447	57,9
13.3	64396	2927	30	1,36	65074	2958	1,1%	23	1,05	70744	3216	8,7%	10	0,45	30	74946	3407	5,94%	1	1094	36,5
14.6	52322	2907	22	1,22	54700	3039	4,5%	14	0,78	57475	3193	5,1%	7	0,39	70	60478	3360	5,22%	0	1809	25,8

Figura 5.14 – Comparação dos resultados – Meta-Heurísticas x Método Exato.

Fonte: Autor (2014).

Da análise da Figura 5.14, percebe-se que problemas que não atingem uma melhora significativa na qualidade da solução pela BL, em geral, obtêm uma melhora maior pelo *ILS*.

Percebe-se, também, que problemas com uma relação de “P/T” mais baixa, em geral, tem um valor maior de “Z(x)/P”. Isto ocorre pois nestes problemas os professores tem a grade horária mais cheia, ou seja, geram um valor maior da FO em comparação com um outro problema com o mesmo número de professores, porém com os horários deles mais vazios. Como exemplo disso tem-se os problemas 4, 6, 13 e 14, que possuem as mais baixas relações de “P/T”, e geraram os maiores valores de “Z(x)/P”.

Outro ponto a ser destacado é o fato de vários problemas possuírem condições bastante parecidas, em número de professores e turmas, e mesmo assim diferem no valor de “Z(x)/P”. A explicação que se pode encontrar para isto são as outras condições do problema, como a distribuição da carga horária dos professores. Por exemplo, caso um problema possua alguns professores que assumam várias turmas, e por outro lado, outros professores com poucas turmas, a geração da solução para este problema é mais complexa do que para um problema similar no qual os professores possuem suas cargas horárias mais equilibradas. Com isso, espera-se que a qualidade da solução do problema exemplificado seja também menor do que a da maioria.

6 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o trabalho atingiu satisfatoriamente seus objetivos, apresentando a construção de uma ferramenta, denominada de “Classe Mestre”, capaz de gerar a grade horária de escolas de ensino fundamental e médio, considerando a preferência e hierarquia dos professores.

Quanto às técnicas aplicadas, o *ILS* demonstrou o melhor desempenho dentre as meta-heurísticas, fornecendo um bom diferencial à Busca Local, e possibilitando grande melhoria da solução em relação à gerada pelo método da solução inicial.

As soluções geradas pelo sistema Classe Mestre demonstraram um bom desempenho computacional, sendo todas consideravelmente mais rápidas do que o Método Exato, tornando desta forma, uma possibilidade viável para utilização em problemas de maior porte, nos quais o tempo de resolução do método exato torna-se inviável. Com relação à qualidade da solução, a dispersão do valor da FO das soluções geradas pelo *ILS* foi de 3 a 7% em relação ao valor da FO do Método Exato.

Como as características do problema de geração de grade horária das escolas públicas são bastante similares, e levando-se em conta que as legislações vigentes estão sendo respeitadas, a princípio, não são encontrados empecilhos para a utilização do Classe Mestre em outras escolas públicas brasileiras.

Para escolas particulares, em geral, o objetivo é diminuir os intervalos de aulas dos professores, uma vez que isto acarreta despesas financeiras para o contratante. Assim, como o Classe Mestre não tem em sua concepção a estruturação para otimizar a solução dessa forma, ele não seria o sistema mais indicado para escolas particulares. Porém, como o objetivo do Classe Mestre é diminuir os dias de aulas dos professores, essas se concentram, fazendo com que a solução também possua alguma qualidade para escolas particulares. Além disso, também existe a opção de preferência por aulas geminadas, o que faz com que o sistema agrupe ainda mais as aulas em blocos.

Notou-se que o método de geração da solução inicial tem importância crucial para a qualidade final de ambas as meta-heurísticas estudadas. Mesmo que, no caso do *ILS*, nem sempre as melhores soluções iniciais gerem as

melhores soluções finais, é possível afirmar que a qualidade da solução inicial define em qual patamar de qualidade estará a solução final obtida pelo *ILS*.

Para trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de heurísticas interturmas similar à utilizada por Souza, Maculan e Ochi (2001), que complementariam a etapa de ajustes da geração da solução inicial, e a Busca Local, fazendo com que ambas as técnicas considerem mudanças de disciplinas de diferentes turmas, e assim alcancem soluções de melhor qualidade do que quando consideram apenas mudanças dentro de uma só turma, como ocorre neste trabalho.

Sugere-se também, que se atribua mais peso para a minimização dos dias de aula, pois constatou-se que nem sempre a solução com menos dias é a solução com maior valor da Função Objetivo. Mesmo que isto seja considerado em um dos coeficientes da FO e também na soma das variáveis, este critério é o mais importante na percepção de qualidade de uma solução, então, espera-se que soluções com menos dias de aula sejam melhores.

Outro ponto a se considerar em um trabalho futuro é a possibilidade de mudança nos parâmetros do *ILS*. Sugere-se que seja analisado se existe ganho significativo no aumento do número de iterações, ou então, se é possível reduzir o número de iterações sem perda significativa na qualidade da solução, e diminuindo assim o tempo de processamento. Neste trabalho, a solução a sofrer a perturbação do *ILS* foi sempre a melhor solução conhecida, porém, sugere-se que seja analisada a influência deste parâmetro na qualidade da solução, ou seja, se, sob algumas condições, é viável aceitar soluções piores para sofrerem a perturbação.

É possível testar, também, a influência da preferência por aulas geminadas no tempo de processamento. Pois se espera que, caso todos os professores possuam preferência por aulas geminadas, as aulas sejam alocadas na sua maioria em blocos, e isto simplifique a solução do problema. Para analisar esta questão basta que se defina preferência por aulas geminadas para todos os professores, e analise-se a alteração no tempo computacional, mantendo-se todos os outros fatores iguais.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, P. R. L.; SCARPIN, C. T.; STEINER, M. T. A. **Geração da Grade Horária do Curso de Engenharia de Produção da UFPR Através de Programação Linear Binária.** In: XVI Congresso Latino-Ibero Americano de Investigación Operativa (CLAIO) / XLIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO), Rio de Janeiro - RJ, Brasil, 24 a 28 de Setembro de 2012.

BRASIL. Decreto de Lei n. 5452/43. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Rio de Janeiro, RJ. 01 de Maio de 1943.

BRASIL. Decreto de Lei n. 9394/96. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 13 de Dezembro de 2002.

BRITO, J.; MONTENEGRO, F.; OCHI, L.; BRITO, L. **Algoritmo ILS Aplicado ao Problema das k-Mediana Capacitado.** In: XI Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha (SPOLM), Rio de Janeiro - RJ, Brasil, Agosto de 2008.

CHAVES, A. A. **Modelagem Exata e Heurística para Resolução do Problema do Caixeiro Viajante com Coleta de Prêmios.** p. 49. Monografia - Departamento de Computação, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2003.

COOPER, T. B.; KINGSTON, J. H. **The Complexity of Timetabling Construction Problems.** Basser Department of Computer Science. University of Sydney, Sydney, 2006. ISBN 0 86758 958 2. Relatório Técnico 495.

FLORENTINO, H. O.; SPADOTTO, A. F. **O Problema da Mochila no Carregamento do Palhão da Cana-de-Açúcar.** Departamento de Bioestatística. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu - São Paulo. 2007. Relatório Técnico.

FONSECA, G. H. G.; TOFFOLO, T. A. M.; BRITO, S. S.; SANTOS, H. G. **Técnicas de Busca Local para o Problema da Programação de Horários Escolares.** In: XVI Congresso Latino-Ibero Americano de Investigación Operativa (CLAIO) / XLIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO), Rio de Janeiro - RJ, Brasil, 24 a 28 de Setembro de 2012.

GÓES, A. R. T. **Otimização na Distribuição da Carga Horária de Professores – Método Exato, Método Heurístico, Método Misto e Interface.** p. 130. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia (PPGMNE), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

GÓES, A. R. T.; COSTA, D. M. B.; STEINER, M. T. A. Otimização na Programação de Horários de Professores/Turmas: Modelo Matemático, Abordagem Heurística e Método Misto. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão.** v. 5, n. 1, p. 50-66, Janeiro a Abril de 2010.

GOTLIEB, C. C. *The construction of class-teacher time-tables.* **Procedures of International Federation for Information Processing (IFIP).** Munich, North Holland Pub. Co., p. 73–77, 1963.

GREEN, C. D. *The Generalisation and Solving of Timetabling Scheduling Problems.* In: Chambers, L. **Practical Handbook of Genetic Algorithms: Complex Coding Systems.** v. 3. Flórida: Boca Raton, CCR Press LLC, ISBN: 0-8493-2539-0, 1999.

GUERSOLA, M. S. **Otimização na Distribuição Física de Produtos a Granel: Uma Aplicação à Distribuição de Gás.** p. 99. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

HOOS, H. H.; STÜTZLE, T. **Stochastic Local Search: Foundations & Applications.** 2ª ed. San Francisco: Elsevier, ISBN: 1-55860-872-9, 2005.

KINGSTON, J. H. **Hierarchical Timetable Construction.** In: The 6TH *International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling (PATAT)*, Brno, Czech Republic. ISBN 80-210-3726-1, 30 de Agosto a 1º de Setembro, 2006.

LOURENÇO, H.; MARTIN, O.; STÜTZLE, T. *Iterated Local Search.* **Handbook of Metaheuristics.** Boston, *Kluwer Academic Publishers*, p. 321-353, 2002.

MATTE, C. C.; MEINERZ, J. C. **Provando que o problema do ciclo hamiltoniano em grafos não orientados pertence à classe NP-Completo.** p. 7. Monografia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2012.

MELIÁN, B.; PÉREZ, J. A. M.; VEGA, J. M. M. Metaheurísticas: Una Visión Global. **Revista Iberoamericana de Inteligência Artificial**. v. 7, n.19, p. 7-28, ISSN 1137-3601, 2003.

MOURA, A.; SCARAFICCI, F.; SILVEIRA, R.; SANTOS, V. **Técnicas Meta-Heurísticas Aplicadas à Construção de Grades Horárias Escolares**. In: XXXVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO), São João Del Rei – MG, Brasil, 23 a 26 de Novembro de 2004.

PENNA, P.; SUBRAMANIAN, A.; OCHI, L. *An iterated local search heuristic for the heterogeneous Fleet vehicle routing problem*. **Journal of Heuristics**. v. 19, n. 2, p. 201-232, Setembro de 2011.

PINEDO, M. L. **Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems**. 4ª ed. New York: Springer, ISBN 978-1-4614-2361-4, 2012.

RANGEL, M. C.; ABREU, N. M. M.; NETTO, P. O. B. GRASP para o PQA: Um Limite de Aceitação para Soluções Iniciais. **Pesquisa Operacional**. v. 20, n. 1, p. 45-58, Junho de 2000.

RIBEIRO, C.; ALOISE, D.; NORONHA, T.; ROCHA, C.; URRUTIA, S. *An efficient implementation of a VNS/ILS heuristic for a real-life car sequencing problem*. **European Journal of Operational Research**. v. 191, p.596–611, 2008.

SANTOS, H. G. **Formulações e Algoritmos para o Problema de Programação de Horários em Escolas**. p. 88. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Computação, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2007.

SCHRIJVER, A. **Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency**. New York: Springer, ISBN 3-540-44389-4, 2003.

SILVA, T. C. L.; STEINER, M. T. A.; CARNIERI, C.; SILVA, A. C. L. Determinação de Escalas de Plantão para Militares Considerando Preferências e Hierarquia. **Pesquisa Operacional**. v. 24, n.3, p. 373-391, Setembro a Dezembro, 2004.

SOUZA, M. J. F.; MACULAN, N.; OCHI, L. S. Uma Heurística para o Problema de Programação de Horários em Escolas. **Tendências em Matemática**

Aplicada e Computacional (TEMA), Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional (SBMAC), v. 2, p. 213-222, ISSN 1677-1966, 2001.

SUBRAMANIAN, A. **Meta-heurística *Iterated Local Search* aplicada ao Problema de Roteamento de Veículos com Coleta e Entrega Simultânea**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, 2008.

APÊNDICES

São aqui apresentadas as características e os resultados obtidos da aplicação das técnicas nos outros 13 problemas, apresentados no Capítulo 2. Na Figura 8.1 são ilustradas quais disciplinas são ministradas pelos professores, informações referentes ao Problema 2.

Tabela Professor	6B	6C	7A	7B	7C	7D	8A	8B	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
ProfArtes1	X	X	X	X	X	X	X	X	2	0	16
ProfCiencias1	X		X	X	X	X			0	0	15
ProfCiencias2		X					X	X	4	0	9
ProfEdFis1	X	X	X	X					0	0	12
ProfEdFis2					X	X	X	X	4	6	12
ProfGeo1	X	X	X	X	X	X	X	X	0	4	18
ProfHist1			X	X	X		X	X	6	4	15
ProfHist2	X	X				X			2	3	9
ProfIngles1	X	X	X	X	X	X	X	X	2	6	16
ProfMat1	X	X				X			5	6	15
ProfMat2							X	X	5	6	10
ProfMat3			X	X	X				5	6	15
ProfPort1	X	X					X	X	0	3	18
ProfPort2			X	X	X	X			0	4	20

Figura 0.1 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 2.
Fonte: Autor (2014).

Nas Figuras 8.2 a 8.9 são mostrados os horários dos professores e turmas do mesmo caso, após a geração da solução inicial, aplicação da Busca Local, *ILS* e do Método Exato.

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6B	6B	6B		7D	1°	7A	7A	8B	8A		1°	6C	6C	7B		
2°	6C	6C	6C			2°	7B	7B		8B		2°	6B	6B			
3°	6B	6B	7D		7D	3°	7A	7C		8A		3°	6C	7A	7B		
4°	6C	6C				4°	7B	8A		8B		4°	6B	7B			
5°	7D	7D				5°	7C	7C				5°	7A	7A			
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7D	6C		1°	8A		6C	6B	8A	1°	7C	7C		8B	
2°				6B	7D	2°	8B		6B	6C	8B	2°	7D	7D			
3°			6B	6C		3°	8A		6C	8B		3°	7C	8A			
4°			6C	7D		4°	8B		6B	6C	8B	4°	7D	8B			
5°			6B			5°	6B		8A	8A		5°	8A	8A		8B	
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8B	8A	8A			1°		8B		7A	7B	1°		7B	7A	7C	7C
2°		8B	8B			2°	7C			7B	8A	2°		7A	7B		7A
3°			8A			3°		6C		6B	8B	3°	7B	7B	7C		7C
4°	8A					4°	7C	6B	8A	7A	7D	4°		7A			7A
5°		8B	8B		8A	5°	6C	6C		6B	7D	5°			7C		7B
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				7B	6B	1°					6C	1°	7D		7C	7D	7A
2°			7A		7C	2°				8A		2°		7C	7C	7C	7B
3°		7D		7D	7B	3°					6C	3°	7D		7A	7A	7A
4°		7C	7A	6B	7C	4°			8B	8A	8A	4°		7D	7B	7B	7B
5°		6B	7B	7D	7A	5°	8B			6C	8B	5°		7B	7D	7A	7C
ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°					8B	1°	7B	7D									
2°	7A	8A	7D	7D	6B	2°	8A		8A	7A	6C						
3°			8B	7B	8A	3°	8B	8B		7C	6B						
4°	7A		7C	7C	6B	4°			7D		6C						
5°			6C	7B	6C	5°	7B		7A	7C	6B						

Figura 0.2 – Solução 2.10 – Horários dos professores – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Mat	Port	Cie	1°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Hist	Cie	1°	Hist	Hist	Mat	Geo	Port
2°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Hist	Art	2°	Mat	Mat	Mat	Port	Ing	2°	Art	Mat	Cie	Ing	Mat
3°	Mat	Mat	Hist	Geo	Ing	3°	Ed Fis	Geo	Port	Hist	Cie	3°	Hist	Ed Fis	Port	Port	Port
4°	Ed Fis	Geo	Port	Cie	Art	4°	Mat	Mat	Hist	Port	Ing	4°	Art	Mat	Cie	Geo	Mat
5°	Port	Cie	Hist	Geo	Ing	5°	Geo	Geo	Art	Cie	Art	5°	Ed Fis	Ed Fis	Ing	Port	Cie
7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ing	Mat	Ed Fis	Cie	Geo	1°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Mat	Mat	1°	Port	Ing	Hist	Port	Mat
2°	Hist	Hist	Mat	Geo	Port	2°	Geo	Port	Port	Port	Cie	2°	Ed Fis	Ed Fis	Art	Art	Hist
3°	Mat	Mat	Ed Fis	Art	Cie	3°	Ed Fis	Hist	Mat	Ing	Mat	3°	Port	Cie	Mat	Cie	Mat
4°	Hist	Ed Fis	Port	Port	Port	4°	Geo	Cie	Art	Art	Cie	4°	Ed Fis	Port	Ing	Hist	Geo
5°	Ing	Port	Cie	Art	Mat	5°	Hist	Hist	Mat	Ing	Port	5°	Mat	Mat	Port	Cie	Geo
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	Port	Mat	Mat	Hist	Port	1°	Mat	Geo	Hist	Ed Fis	Art						
2°	Ing	Art	Ing	Cie	Geo	2°	Port	Mat	Mat	Hist	Port						
3°	Port	Ed Fis	Mat	Hist	Art	3°	Ing	Ing	Art	Port	Geo						
4°	Mat	Hist	Geo	Cie	Cie	4°	Port	Ed Fis	Cie	Hist	Port						
5°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Port	Mat	5°	Cie	Mat	Mat	Ed Fis	Cie						

Figura 0.3 – Solução 2.10 – Horários das turmas – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6B	6B	6B		7D	1°	7A	7A	8B	8A		1°	6C	6C	7B		
2°	6C	6C	6C			2°	7B	7B		8B		2°	6B	6B			
3°	6B	6B	7D		7D	3°	7A	7C		8A		3°	6C	7A	7B		
4°	6C	6C				4°	7B	8A		8B		4°	6B	7B			
5°	7D	7D				5°	7C	7C				5°	7A	7A			
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7D	6C		1°	8A		6C	6B	8A	1°	7C	7C		8B	
2°				6B	7D	2°	8B		6B	6C	8B	2°	7D	7D			
3°			6B	6C		3°	8A		6C	8B		3°	7C	8A			
4°			6C	7D		4°	8B		6B	6C	8B	4°	7D	8B			
5°			6B			5°	6B		8A	8A		5°	8A	8A		8B	
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8B	8A	8A			1°		8B		7A	7B	1°		7B	7A	7C	7C
2°		8B	8B			2°	7C			7B	8A	2°		7A	7B		7A
3°			8A			3°		6C		6B	8B	3°	7B	7B	7C		7C
4°	8A					4°	7C	6B	8A	7A	7D	4°		7A			7A
5°		8B	8B		8A	5°	6C	6C		6B	7D	5°			7C		7B
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				7B	6B	1°					6C	1°	7D		7C	7D	7A
2°			7A		7C	2°				8A		2°		7C	7C	7C	7B
3°		7D		7D	7B	3°					6C	3°	7D		7A	7A	7A
4°		7C	7A	6B	7C	4°			8B	8A	8A	4°		7D	7B	7B	7B
5°		6B	7B	7D	7A	5°	8B			6C	8B	5°		7B	7D	7A	7C
ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°					8B	1°	7B	7D									
2°	7A	8A	7D	7D	6B	2°	8A		8A	7A	6C						
3°			8B	7B	8A	3°	8B	8B		7C	6B						
4°	7A		7C	7C	6B	4°			7D		6C						
5°			6C	7B	6C	5°	7B		7A	7C	6B						

Figura 0.4 – Solução 2.10 – Horários dos professores – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Mat	Port	Cie	1°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Hist	Cie	1°	Hist	Hist	Mat	Geo	Port
2°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Hist	Art	2°	Mat	Mat	Mat	Port	Ing	2°	Art	Mat	Cie	Ing	Mat
3°	Mat	Mat	Hist	Geo	Ing	3°	Ed Fis	Geo	Port	Hist	Cie	3°	Hist	Ed Fis	Port	Port	Port
4°	Ed Fis	Geo	Port	Cie	Art	4°	Mat	Mat	Hist	Port	Ing	4°	Art	Mat	Cie	Geo	Mat
5°	Port	Cie	Hist	Geo	Ing	5°	Geo	Geo	Art	Cie	Art	5°	Ed Fis	Ed Fis	Ing	Port	Cie
7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ing	Mat	Ed Fis	Cie	Geo	1°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Mat	Mat	1°	Port	Ing	Hist	Port	Mat
2°	Hist	Hist	Mat	Geo	Port	2°	Geo	Port	Port	Port	Cie	2°	Ed Fis	Ed Fis	Art	Art	Hist
3°	Mat	Mat	Ed Fis	Art	Cie	3°	Ed Fis	Hist	Mat	Ing	Mat	3°	Port	Cie	Mat	Cie	Mat
4°	Hist	Ed Fis	Port	Port	Port	4°	Geo	Cie	Art	Art	Cie	4°	Ed Fis	Port	Ing	Hist	Geo
5°	Ing	Port	Cie	Art	Mat	5°	Hist	Hist	Mat	Ing	Port	5°	Mat	Mat	Port	Cie	Geo
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	Port	Mat	Mat	Hist	Port	1°	Mat	Geo	Hist	Ed Fis	Art						
2°	Ing	Art	Ing	Cie	Geo	2°	Port	Mat	Mat	Hist	Port						
3°	Port	Ed Fis	Mat	Hist	Art	3°	Ing	Ing	Art	Port	Geo						
4°	Mat	Hist	Geo	Cie	Cie	4°	Port	Ed Fis	Cie	Hist	Port						
5°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Port	Mat	5°	Cie	Mat	Mat	Ed Fis	Cie						

Figura 0.5 – Solução 2.10 – Horários das turmas – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6B	6B	6B			1°	7A	7A		8A		1°		6C	7B		
2°	6C	6C	6B			2°	7B	7B		8B		2°	6B	6B	6C		
3°	7D	6B	7D			3°	7A	7C		8A		3°		7A	7B		7A
4°	6C	7D	6C			4°	7B	8A		8B		4°	6B	6C			
5°	7D	7D	6C			5°	7C	8B		7C		5°		7A			7B
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6C		7D	1°	8A			6B	8A	1°	7C	7C		8B	
2°				6B	7D	2°	8B			6C	8B	2°	7D	7D		8A	
3°			6B	6C		3°	6B		6C	8B	6C	3°	7C	8A			
4°				7D	6C	4°	8B		6B	6C	8B	4°	7D				
5°			6B			5°	6B		8A	8A	8A	5°	8B	8A		8B	
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8B	8A	8A			1°	7B	8B		7A	7B	1°			7A		7C
2°		8B	8B			2°				7C	8A	2°	7C	7A	7B		7A
3°	8A					3°	8B	6C		6B	7C	3°	7B	7B	7C		
4°		8B	8A			4°	8A	6B		7A	7D	4°	7A		7B		7A
5°	8A		8B			5°	6C	6C		6B	7D	5°	7B	7C	7C		
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7C	7B	6B	1°	6C					1°	7D	7B		7D	7A
2°			7A		7C	2°	8A				6C	2°	7A	7C	7C	7B	7B
3°		7D	7A	7D	7B	3°	6C				8B	3°				7A	7D
4°				6B	7C	4°			8B	8A	8A	4°	7C	7C	7D	7B	7B
5°		6B	7B	7D	7A	5°					8B	5°	7A		7D	7A	7C
ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°			8B	7C	6C	1°		7D	7D	6C	8B						
2°		8A	7D	7D	6B	2°			8A	7A							
3°			8B	7B	8A	3°		8B	8A	7C	6B						
4°		7A	7A	7C	6B	4°		7B	7C								
5°				7B	6C	5°		7B	7A	6C	6B						

Figura 0.6 – Solução 2.10 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Mat	Port	Cie	1°	Cie	Ed Fis	Hist	Ing	Art	1°	Hist	Hist	Mat	Geo	Port
2°	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Hist	Art	2°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Cie	2°	Port	Mat	Cie	Ing	Mat
3°	Port	Mat	Hist	Geo	Ing	3°	Cie	Geo	Port	Hist	Port	3°	Hist	Ed Fis	Cie	Port	Ed Fis
4°	Ed Fis	Geo	Port	Cie	Art	4°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Hist	4°	Mat	Art	Art	Geo	Mat
5°	Port	Cie	Hist	Geo	Ing	5°	Geo	Geo	Mat	Ing	Art	5°	Port	Ed Fis	Ing	Port	Cie
7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Port	Ed Fis	Cie	Geo	1°	Ed Fis	Ed Fis	Cie	Art	Mat	1°	Port	Ing	Ing	Port	Hist
2°	Hist	Hist	Mat	Port	Port	2°	Mat	Port	Port	Geo	Cie	2°	Ed Fis	Ed Fis	Art	Art	Hist
3°	Mat	Mat	Ed Fis	Art	Cie	3°	Ed Fis	Hist	Mat	Ing	Geo	3°	Mat	Cie	Mat	Cie	Port
4°	Hist	Ing	Mat	Port	Port	4°	Port	Port	Ing	Art	Cie	4°	Ed Fis	Mat	Port	Hist	Geo
5°	Mat	Ing	Cie	Art	Ed Fis	5°	Hist	Mat	Mat	Hist	Port	5°	Mat	Mat	Port	Cie	Geo
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	Port	Mat	Mat	Hist	Port	1°	Mat	Geo	Art	Ed Fis	Ing						
2°	Cie	Art	Ing	Ed Fis	Geo	2°	Port	Mat	Mat	Hist	Port						
3°	Mat	Ed Fis	Ing	Hist	Art	3°	Geo	Ing	Art	Port	Cie						
4°	Geo	Hist	Mat	Cie	Cie	4°	Port	Mat	Cie	Hist	Port						
5°	Mat	Ed Fis	Port	Port	Port	5°	Ed Fis	Hist	Mat	Ed Fis	Cie						

Figura 0.7 – Solução 2.10 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C	7D	6C			1°	7B	7C		7A		1°			7A		6C
2°	6B	6C	6B			2°	7A	8A		7B		2°			7B		7B
3°	6C	6B	7D			3°	7C	8B		8B		3°	6B		6C		6B
4°	6B	7D	6C			4°	8B	7A		7B		4°	6C				7B
5°	7D	6B	7D			5°	8A	8A		7C		5°	7A		7A		6B
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7D			1°	6B		6B		8B	1°	8A	8B		8A	
2°			6C		6B	2°	8B		8B	8B	6C	2°	7D			7C	
3°			6B		7D	3°	8A		8A	6B	8A	3°		7D			
4°			7D		6B	4°			6B	8A	6C	4°	7C	8A		8B	
5°			6C		6C	5°	6C		8B	6C	8A	5°	8B	7C		7D	
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8B		8B			1°	7C	8A		7B	6B	1°	7A	7A	7B		
2°	8A	8B	8A			2°	6C	7D		6B	8A	2°	7C	7C	7C		
3°	8B	8A	8B			3°	7D			6C	8B	3°	7B	7A	7B		
4°	8A		8A			4°	7B	6C		7A	7A	4°	7A	7C	7A		
5°						5°	6B	8B			7C	5°	7B	7B	7C		
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7C	6B	7A	1°				6C	8A	1°	7D	7B		7C	7B
2°			7D	7A	7D	2°					8B	2°	7B	7A		7D	7A
3°			7A	7D	7B	3°				8A	6C	3°	7A	7C		7C	7C
4°			7B	7C	7C	4°				6C	8A	4°	7D	7B		7D	7D
5°			6B	6B	7B	5°				8B	8B	5°	7C	7A		7B	7A
ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°		6C		8B	7D	1°		6B	8A	7D	7C						
2°		6B		8A	7C	2°		7B	7A	6C							
3°		7B		7A	7A	3°		6C	7C	7B							
4°		6B	7C		8B	4°		8B	8B	6B							
5°		6C	7B	8A	7D	5°		7D	8A	7A							

Figura 0.8 – Solução 2 – Horários dos professores – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Ing	Port	Cie	Geo	1°	Mat	Art	Mat	Cie	Ed Fis	1°	Mat	Mat	Ed Fis	Hist	Cie
2°	Mat	Art	Mat	Geo	Hist	2°	Geo	Mat	Hist	Ing	Port	2°	Hist	Port	Ing	Cie	Port
3°	Ed Fis	Mat	Hist	Port	Ed Fis	3°	Mat	Ing	Ed Fis	Geo	Cie	3°	Port	Mat	Cie	Art	Art
4°	Mat	Art	Port	Ing	Hist	4°	Ed Fis	Geo	Mat	Cie	Port	4°	Mat	Hist	Mat	Geo	Geo
5°	Geo	Mat	Cie	Cie	Ed Fis	5°	Port	Art	Hist	Port	Hist	5°	Ed Fis	Port	Ed Fis	Ing	Port
7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Port	Mat	Geo	Port	1°	Geo	Hist	Cie	Port	Ing	1°	Port	Mat	Hist	Ing	Art
2°	Port	Ing	Ed Fis	Hist	Ed Fis	2°	Mat	Mat	Mat	Ed Fis	Art	2°	Ed Fis	Geo	Cie	Port	Cie
3°	Mat	Art	Mat	Ing	Cie	3°	Hist	Port	Ing	Port	Port	3°	Geo	Ed Fis	Mat	Cie	Hist
4°	Geo	Port	Cie	Hist	Ed Fis	4°	Ed Fis	Mat	Art	Cie	Cie	4°	Port	Mat	Hist	Port	Port
5°	Mat	Mat	Art	Port	Cie	5°	Port	Ed Fis	Mat	Hist	Geo	5°	Mat	Ing	Mat	Ed Fis	Art
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	Ed Fis	Geo	Ing	Ed Fis	Cie	1°	Mat	Ed Fis	Mat	Art	Port						
2°	Mat	Hist	Mat	Art	Geo	2°	Port	Mat	Port	Port	Cie						
3°	Port	Mat	Port	Cie	Port	3°	Mat	Hist	Mat	Hist	Geo						
4°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Cie	4°	Hist	Ing	Ing	Ed Fis	Art						
5°	Hist	Hist	Ing	Art	Port	5°	Ed Fis	Geo	Port	Cie	Cie						

Figura 0.9 – Solução 2 – Horários das turmas – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

A seguir são apresentadas as características do Problema 3, e em seguida, os resultados obtidos da aplicação de todas as técnicas.

Tabela Professor	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
ProfArtes1								X	X	X	X	X	0	4	10
ProfArtes2	X	X	X	X	X	X	X						6	4	14
ProfCiencias1											X	X	0	6	6
ProfCiencias2					X	X	X	X	X				3	6	15
ProfCiencias3	X	X	X	X						X			2	6	15
ProfEdFis1							X	X		X	X	X	2	3	15
ProfEdFis2						X			X				0	3	6
ProfEdFis3	X	X	X	X	X								4	3	15
ProfGeo1	X	X	X				X	X	X				3	6	15
ProfGeo2				X	X	X				X	X	X	2	6	15
ProfHist1	X	X	X							X	X	X	0	4	18
ProfHist2				X	X	X	X	X	X				0	4	18
ProfIngles1								X	X	X	X	X	0	2	10
ProfIngles2	X	X	X	X	X	X	X						4	2	14
ProfMat1				X	X	X							3	5	15
ProfMat2	X	X	X										6	5	12
ProfMat3							X	X	X				6	5	15
ProfMat4										X	X	X	0	5	15
ProfPort1							X	X	X				5	2	15
ProfPort2	X	X	X										5	2	15
ProfPort3										X	X	X	2	4	15
ProfPort4				X	X	X							6	2	12

Figura 0.10 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 3.
Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7A		7A	7C	7A	1°		9C	8A	8A	9B	1°	9B	9B			
2°	7B		7B		7B	2°			8B	8B	9C	2°	9C	9C			
3°	7A		7A		7C	3°			8A	9A	9B	3°	9B				
4°	7B		7B			4°			8B	9B	9C	4°	9C				
5°	7C		7C		7C	5°			9A	9A		5°					
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	6A		9A	9C	1°		8B	9A			1°	8B	9A			
2°	6B	6B		9B	9B	2°		8C	9B			2°	8C	9B			
3°	6A	6C		9C	9C	3°		8B	9C			3°	8B	9C			
4°	6B	9A		9A		4°		8C	9B			4°	8C	9B			
5°	6C	6C		9B		5°		9A	9C			5°	9A	9C			
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8C	8A	8B		8A	1°	6B	6B	6C	6C		1°	7B		7B	8B	8B
2°		8B	8A		8B	2°	6A	6A				2°			7C	8A	8C
3°		8A			8C	3°	6B	6B	6C	6C		3°	7B		8C	8B	
4°		8B	8A			4°	6A	6A				4°	7C			8C	7C
5°	8B	8C	8C		8C	5°						5°	8A		8A		
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C		6A	6B		1°	8A	8C				1°		6C	6B		6A
2°			6B	8C		2°	8B	8A	8C			2°	6C		6A		6B
3°	6C		6A		8B	3°	8A	8C				3°		6A	6B		6C
4°	8A		6B	8B		4°	8B	8A	8C	8A		4°	6C	6B	6A		6B
5°	6A		6C	8C	8A	5°	8C	8B		8B	8B	5°		6A			6C
ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				6A	9A	1°	7C	7B	8C	8C	8C	1°		7C		7A	
2°			6C	6B	6C	2°	7A	7A				2°		7B		6A	8A
3°		7A	9A	6A	9A	3°	7C	7B	8B		8A	3°		7C		6B	
4°		6C	7A	6B		4°	7A	7C			8B	4°		7A	6C	6A	8A
5°		6B	6A	7A		5°	7B	8A	8B	8A		5°		7B		6C	6B
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°						1°	9A		9B	9C		1°				7B	6B
2°				7C		2°	9B	9A	9A			2°		6C		6C	6A
3°	8C		7C	8C		3°	9A	9B				3°			7B	7A	6B
4°					8C	4°	9B	9C	9A	9C	9B	4°		7B		6C	6A
5°				7C		5°	9C				9C	5°	7A		6B	6A	7A
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9C					1°			9C	9B	7B	1°			7C		7C
2°	9A		9C	9A		2°		7C	7A	9C	9A	2°	7C			7A	7A
3°	9C	9A		9B		3°			9B	7C	7A	3°				7B	7B
4°	9A		9C		9A	4°			7C	7B	7B	4°				7A	7A
5°	9B	9B	9B	9C	9B	5°			7A		9A	5°		7C		7B	7B
ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°		7A			6C												
2°	8A			7B	7C												
3°				8A	6A												
4°				7C	6C												
5°	6B	7A	7B	6B	6A												

Figura 0.11 – Solução 3.8 – Horários dos professores – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Hist	Geo	Cie	Port	1°	Mat	Mat	Port	Geo	Ed Fis	1°	Geo	Port	Mat	Mat	Ing
2°	Mat	Mat	Port	Art	Ed Fis	2°	Hist	Hist	Geo	Cie	Port	2°	Port	Ed Fis	Cie	Ed Fis	Cie
3°	Hist	Port	Geo	Cie	Ing	3°	Mat	Mat	Port	Art	Ed Fis	3°	Geo	Hist	Mat	Mat	Port
4°	Mat	Mat	Port	Art	Ed Fis	4°	Hist	Port	Geo	Cie	Port	4°	Port	Cie	Art	Ed Fis	Ing
5°	Geo	Port	Cie	Ed Fis	Ing	5°	Ing	Cie	Ed Fis	Ing	Art	5°	Hist	Hist	Geo	Art	Port
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Ing	Mat	Art	Mat	1°	Cie	Hist	Cie	Ed Fis	Geo	1°	Hist	Art	Port	Mat	Port
2°	Hist	Hist	Geo	Port	Port	2°	Mat	Art	Mat	Ing	Mat	2°	Port	Geo	Cie	Ed Fis	Ing
3°	Mat	Cie	Mat	Ed Fis	Geo	3°	Cie	Hist	Ed Fis	Port	Port	3°	Hist	Art	Ed Fis	Geo	Mat
4°	Hist	Art	Cie	Port	Port	4°	Mat	Ed Fis	Mat	Geo	Geo	4°	Cie	Hist	Geo	Ing	Cie
5°	Ed Fis	Ing	Geo	Cie	Ed Fis	5°	Hist	Art	Ing	Port	Port	5°	Mat	Port	Mat	Ed Fis	Mat
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Ed Fis	Ed Fis	Port	1°	Art	Ing	Port	Cie	Cie	1°	Port	Mat	Hist	Hist	Hist
2°	Ing	Mat	Port	Cie	Art	2°	Mat	Port	Ed Fis	Ed Fis	Port	2°	Art	Ing	Mat	Geo	Cie
3°	Mat	Port	Ed Fis	Ing	Hist	3°	Art	Ing	Hist	Cie	Geo	3°	Ed Fis	Mat	Cie	Ed Fis	Port
4°	Geo	Mat	Port	Mat	Art	4°	Mat	Port	Ed Fis	Geo	Hist	4°	Art	Ing	Mat	Cie	Ed Fis
5°	Cie	Hist	Cie	Hist	Geo	5°	Port	Mat	Hist	Mat	Mat	5°	Mat	Port	Port	Geo	Port
9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Art	Ing	Hist	Cie	1°	Cie	Cie	Mat	Geo	Ed Fis	1°	Port	Ed Fis	Geo	Mat	Hist
2°	Port	Mat	Mat	Port	Geo	2°	Mat	Art	Ing	Hist	Hist	2°	Cie	Cie	Port	Geo	Ed Fis
3°	Mat	Port	Cie	Ed Fis	Cie	3°	Cie	Mat	Geo	Port	Ed Fis	3°	Port	Art	Ing	Hist	Hist
4°	Port	Hist	Mat	Hist	Port	4°	Mat	Art	Ing	Ed Fis	Mat	4°	Cie	Mat	Port	Mat	Ed Fis
5°	Art	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Geo	5°	Port	Port	Port	Hist	Port	5°	Mat	Art	Ing	Port	Mat

Figura 0.12 – Solução 3.8 – Horários das turmas – Solução Inicial.

Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7A		7A	7C	7A	1°		9C	8A	8A	9B	1°	9B	9B			
2°	7B		7B		7B	2°			8B	8B	9C	2°	9C	9C			
3°	7A		7A		7C	3°			8A	9A	9B	3°	9B				
4°	7B		7B			4°			8B	9B	9C	4°	9C				
5°	7C		7C		7C	5°			9A	9A		5°					
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	6A		9A	9C	1°		8B	9A			1°	8B	9A			
2°	6B	6B		9B	9B	2°		8C	9B			2°	8C	9B			
3°	6A	6C		9C	9C	3°		8B	9C			3°	8B	9C			
4°	6B	9A		9A		4°		8C	9B			4°	8C	9B			
5°	6C	6C		9B		5°		9A	9C			5°	9A	9C			
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8C	8A	8B		8A	1°	6B	6B	6C	6C		1°	7B		7B	8B	8B
2°		8B	8A		8B	2°	6A	6A				2°			7C	8A	8C
3°		8A			8C	3°	6B	6B	6C	6C		3°	7B		8C	8B	
4°		8B	8A			4°	6A	6A				4°	7C			8C	7C
5°	8B	8C	8C		8C	5°						5°	8A		8A		
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C		6A	6B		1°	8A	8C				1°		6C	6B		6A
2°			6B	8C		2°	8B	8A	8C			2°	6C		6A		6B
3°	6C		6A		8B	3°	8A	8C				3°		6A	6B		6C
4°	8A		6B	8B		4°	8B	8A	8C	8A		4°	6C	6B	6A		6B
5°	6A		6C	8C	8A	5°	8C	8B		8B	8B	5°		6A			6C
ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				6A	9A	1°	7C	7B	8C	8C	8C	1°		7C		7A	
2°			6C	6B	6C	2°	7A	7A				2°		7B		6A	8A
3°		7A	9A	6A	9A	3°	7C	7B	8B		8A	3°		7C		6B	
4°		6C	7A	6B		4°	7A	7C			8B	4°		7A	6C	6A	8A
5°		6B	6A	7A		5°	7B	8A	8B	8A		5°		7B		6C	6B
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°						1°	9A		9B	9C		1°				7B	6B
2°				7C		2°	9B	9A	9A			2°		6C		6C	6A
3°	8C		7C	8C		3°	9A	9B				3°			7B	7A	6B
4°					8C	4°	9B	9C	9A	9C	9B	4°		7B		6C	6A
5°				7C		5°	9C				9C	5°	7A		6B	6A	7A
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9C					1°			9C	9B	7B	1°			7C		7C
2°	9A		9C	9A		2°		7C	7A	9C	9A	2°		7C		7A	7A
3°	9C	9A		9B		3°			9B	7C	7A	3°				7B	7B
4°	9A		9C		9A	4°			7C	7B	7B	4°				7A	7A
5°	9B	9B	9B	9C	9B	5°			7A		9A	5°		7C		7B	7B
ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°		7A			6C												
2°	8A			7B	7C												
3°				8A	6A												
4°				7C	6C												
5°	6B	7A	7B	6B	6A												

Figura 0.13 – Solução 3.8 – Horários dos professores – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Hist	Geo	Cie	Port	1°	Mat	Mat	Port	Geo	Ed Fis	1°	Geo	Port	Mat	Mat	Ing
2°	Mat	Mat	Port	Art	Ed Fis	2°	Hist	Hist	Geo	Cie	Port	2°	Port	Ed Fis	Cie	Ed Fis	Cie
3°	Hist	Port	Geo	Cie	Ing	3°	Mat	Mat	Port	Art	Ed Fis	3°	Geo	Hist	Mat	Mat	Port
4°	Mat	Mat	Port	Art	Ed Fis	4°	Hist	Port	Geo	Cie	Port	4°	Port	Cie	Art	Ed Fis	Ing
5°	Geo	Port	Cie	Ed Fis	Ing	5°	Ing	Cie	Ed Fis	Ing	Art	5°	Hist	Hist	Geo	Art	Port
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Ing	Mat	Art	Mat	1°	Cie	Hist	Cie	Ed Fis	Geo	1°	Hist	Art	Port	Mat	Port
2°	Hist	Hist	Geo	Port	Port	2°	Mat	Art	Mat	Ing	Mat	2°	Port	Geo	Cie	Ed Fis	Ing
3°	Mat	Cie	Mat	Ed Fis	Geo	3°	Cie	Hist	Ed Fis	Port	Port	3°	Hist	Art	Ed Fis	Geo	Mat
4°	Hist	Art	Cie	Port	Port	4°	Mat	Ed Fis	Mat	Geo	Geo	4°	Cie	Hist	Geo	Ing	Cie
5°	Ed Fis	Ing	Geo	Cie	Ed Fis	5°	Hist	Art	Ing	Port	Port	5°	Mat	Port	Mat	Ed Fis	Mat
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Ed Fis	Ed Fis	Port	1°	Art	Ing	Port	Cie	Cie	1°	Port	Mat	Hist	Hist	Hist
2°	Ing	Mat	Port	Cie	Art	2°	Mat	Port	Ed Fis	Ed Fis	Port	2°	Art	Ing	Mat	Geo	Cie
3°	Mat	Port	Ed Fis	Ing	Hist	3°	Art	Ing	Hist	Cie	Geo	3°	Ed Fis	Mat	Cie	Ed Fis	Port
4°	Geo	Mat	Port	Mat	Art	4°	Mat	Port	Ed Fis	Geo	Hist	4°	Art	Ing	Mat	Cie	Ed Fis
5°	Cie	Hist	Cie	Hist	Geo	5°	Port	Mat	Hist	Mat	Mat	5°	Mat	Port	Port	Geo	Port
9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Art	Ing	Hist	Cie	1°	Cie	Cie	Mat	Geo	Ed Fis	1°	Port	Ed Fis	Geo	Mat	Hist
2°	Port	Mat	Mat	Port	Geo	2°	Mat	Art	Ing	Hist	Hist	2°	Cie	Cie	Port	Geo	Ed Fis
3°	Mat	Port	Cie	Ed Fis	Cie	3°	Cie	Mat	Geo	Port	Ed Fis	3°	Port	Art	Ing	Hist	Hist
4°	Port	Hist	Mat	Hist	Port	4°	Mat	Art	Ing	Ed Fis	Mat	4°	Cie	Mat	Port	Mat	Ed Fis
5°	Art	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Geo	5°	Port	Port	Port	Hist	Port	5°	Mat	Art	Ing	Port	Mat

Figura 0.14 – Solução 3.8 – Horários das turmas – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7A		7A		7A	1°			8A	8A	9B	1°	9B				
2°	7B		7B		7B	2°			8B	9C	9C	2°	9C	9C			
3°	7A		7C		7C	3°			8A	9A	9B	3°	9B				
4°	7B		7B		7A	4°			8B	9B	9C	4°	9C	9B			
5°	7C		7C		7C	5°			9A	9A	8B	5°					
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	6A		9A	9C	1°			9C		8B	1°	9C	8C			
2°	6B	6B		9B	9B	2°			9B	8B	8C	2°		9B			
3°	6A	6C		9C	9C	3°			9A		9A	3°	9C	8B			8B
4°	9A	9A				4°			9B		8C	4°		8C			9B
5°	6C	6C		9B	6B	5°					9C	5°	9A	9A			
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8A	8B		8A	1°	6C		6C			1°	7B		7B		7C
2°		8B	8A		8B	2°	6A	6A			6C	2°	8A			8A	
3°		8C	8B		8C	3°	6B	6B	6C			3°	7C		8C	8B	
4°		8B	8A		8A	4°	6A	6A				4°	8C		7C	8B	8B
5°		8C	8C		8C	5°	6B		6B			5°	8A		7B	8C	
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8B		6A	6B		1°		8B		8B	8C	1°		6C	6B		6A
2°	6C		6B	8C		2°	8C	8C	8C		8A	2°		6C	6A		6B
3°	6C		6A	6C		3°	8B			8A		3°		6A	6B		6C
4°	8A		6B	8C		4°	8B	8A	8C	8A		4°		6B	6A		6B
5°	6A		8B	8A		5°		8B	8A			5°		6A	6C		6C
ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9A	9A	6A		1°	7C	7C		8C	7B	1°	8A	7A		6C	
2°		7A	6C	6B		2°	8B	8A			7A	2°	7C			6A	
3°		9A	7A	6A		3°	8C	7B		8C	8A	3°				6B	7A
4°		6C	6C	6B		4°	7A	7C		7B		4°	6B	7B		6A	
5°		6B	6A	7A		5°	8B	8A		8B	7A	5°	7B	7C		6C	8A
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8C		8C			1°	9A	9C	9B			1°	6B			7B	6B
2°						2°	9B	9A	9A			2°	7A			6C	6A
3°						3°	9A	9B	9C			3°	7B			7A	6B
4°	7C				7C	4°	9B	9C	9A			4°	6C			6C	6A
5°	8C			7C		5°	9C	9B	9C			5°	7A			6A	7B
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9B		9C		1°			7C	9B	9A	1°		7B		7C	
2°	9A		9C	9A	9A	2°		7B	7C	7A		2°		7C	7A	7C	
3°		9C		9B		3°		7A	9B	7C	7B	3°		7C	7B		
4°				9A	9A	4°			9C	9C	7B	4°		7A	7A	7A	
5°	9B	9C	9B	9C	9B	5°			7A		9A	5°		7B		7B	
ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°		6B		7A	6C												
2°				7B	7C												
3°	8A	8A		7B	6A												
4°				7C	6C												
5°		7A		6B	6A												

Figura 0.15 – Solução 3.8 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Hist	Geo	Cie	Port	1°	Ed Fis	Ing	Port	Geo	Ed Fis	1°	Mat	Port	Mat	Art	Ing
2°	Mat	Mat	Port	Art	Ed Fis	2°	Hist	Hist	Geo	Cie	Port	2°	Geo	Port	Cie	Ed Fis	Mat
3°	Hist	Port	Geo	Cie	Ing	3°	Mat	Mat	Port	Art	Ed Fis	3°	Geo	Hist	Mat	Geo	Port
4°	Mat	Mat	Port	Art	Ed Fis	4°	Art	Port	Geo	Cie	Port	4°	Ed Fis	Cie	Cie	Ed Fis	Ing
5°	Geo	Port	Cie	Ed Fis	Ing	5°	Mat	Cie	Mat	Ing	Hist	5°	Hist	Hist	Port	Art	Port
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Art	Mat	Ing	Mat	1°	Cie	Port	Cie	Ed Fis	Hist	1°	Hist	Hist	Geo	Port	Cie
2°	Ed Fis	Cie	Port	Geo	Hist	2°	Mat	Geo	Mat	Ing	Mat	2°	Art	Port	Geo	Port	Ing
3°	Mat	Geo	Cie	Ed Fis	Art	3°	Ed Fis	Hist	Port	Ing	Geo	3°	Cie	Port	Mat	Geo	Mat
4°	Hist	Port	Port	Port	Mat	4°	Mat	Art	Mat	Hist	Geo	4°	Ed Fis	Hist	Cie	Ing	Ed Fis
5°	Ed Fis	Ing	Geo	Cie	Hist	5°	Art	Port	Cie	Port	Ed Fis	5°	Mat	Art	Mat	Ed Fis	Mat
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Port	Ed Fis	Ed Fis	Port	1°	Geo	Mat	Port	Mat	Ing	1°	Ed Fis	Art	Ed Fis	Hist	Mat
2°	Cie	Hist	Port	Cie	Mat	2°	Hist	Port	Ed Fis	Ing	Port	2°	Mat	Mat	Mat	Geo	Ing
3°	Ing	Ing	Ed Fis	Mat	Hist	3°	Mat	Art	Port	Cie	Art	3°	Hist	Port	Cie	Hist	Port
4°	Geo	Mat	Port	Mat	Port	4°	Mat	Port	Ed Fis	Cie	Cie	4°	Cie	Art	Mat	Geo	Ing
5°	Cie	Hist	Mat	Geo	Art	5°	Hist	Mat	Geo	Hist	Ed Fis	5°	Ed Fis	Port	Port	Cie	Port
9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Cie	Cie	Hist	Geo	1°	Cie	Port	Mat	Geo	Ed Fis	1°	Art	Mat	Ing	Port	Hist
2°	Port	Mat	Mat	Port	Port	2°	Mat	Art	Ing	Hist	Hist	2°	Cie	Cie	Port	Ed Fis	Ed Fis
3°	Mat	Cie	Ing	Ed Fis	Ing	3°	Cie	Mat	Geo	Port	Ed Fis	3°	Art	Port	Mat	Hist	Hist
4°	Hist	Hist	Mat	Port	Port	4°	Mat	Cie	Ing	Ed Fis	Art	4°	Cie	Mat	Geo	Geo	Ed Fis
5°	Art	Art	Ed Fis	Ed Fis	Geo	5°	Port	Mat	Port	Hist	Port	5°	Mat	Port	Mat	Port	Ing

Figura 0.16 – Solução 3.8 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.

Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B		7C		7A	1°			9C	8A	8A	1°	9B			9B	
2°	7C		7A		7C	2°			9B	9C	9B	2°	9C				
3°	7B		7B		7B	3°			9A	8B	8B	3°				9C	
4°	7C		7A		7A	4°			9C	9A	8A	4°	9C				
5°	7A		7C		7B	5°			9B	8B	9A	5°	9B				
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C	9B		9A	6A	1°			9A		8C	1°	9A				9B
2°	9A	9C			6B	2°			9C		8B	2°	8B				8C
3°	9B			6A	6C	3°			8B		9B	3°	9C				9A
4°	9A	9C		9B	6B	4°			9B		8C	4°	8C				9B
5°	6C	6B		9C	6A	5°			9A		9C	5°	9C				8B
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8A	8B		8B	1°	6B		6A			1°	8B		8C	8B	
2°		8C	8A		8A	2°	6C	6B	6C			2°	8A		7B	8A	
3°		8B	8C		8C	3°	6A	6C				3°	7C		7C	8C	
4°		8C	8A		8B	4°	6B		6A			4°	8A		8B	7C	
5°		8B	8C		8A	5°	6A	6C	6B			5°	7B		7B	8C	
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A		6B	6A		1°	8A	8C	8A			1°		6A	6C		6B
2°	6B		8C	8C		2°	8C	8B	8B			2°		6C	6B		6C
3°	6C		6B	8A		3°	8A	8A	8A			3°		6B	6A		6B
4°	6A		6C	8B		4°	8B	8B	8C			4°		6C	6B		6A
5°	8B		8A	6C		5°	8C	8C	8B			5°		6A	6A		6C
ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6B	7A	6B		1°		8B		8C	7C	1°	7C	7A		6C	
2°		6A	6A	7A		2°	7A	7B		8B	7A	2°	6A	8A		6B	
3°		9A	6C	9A		3°	8B	8C		7C	8A	3°	7A	6A		7B	
4°		6A	9A	6C		4°	7B	7B		8A	7C	4°	6C	6B			
5°		7A	6C	6B		5°	8A			7A	8C	5°	7C	8A		7B	
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8C					1°	9C	9A			9A	1°	7A			7B	6C
2°				7C		2°	9B	9B			9C	2°	7B			6A	7B
3°	8C				7C	3°	9A	9C	9B			3°	6B			6C	6A
4°				8C		4°	9B	9B			9C	4°	7A			6B	6C
5°					7C	5°	9A	9A	9C			5°	6B			6A	7A
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9C		9C	9C	1°		7B	9B	7A		1°		7C	7B		
2°		9A		9A	9A	2°		7C	9A	9B		2°		7A	7C	7B	
3°		9B		9B	9C	3°		7B	9C	7A		3°		7C	7A		
4°		9A		9C	9A	4°		7C	7C	7B		4°		7A	7B	7A	
5°		9B		9B	9B	5°		9C	7A	9A		5°		7B		7C	
ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°		6C		7C	7B												
2°				6C	6A												
3°		7A		6B	7A												
4°		8A		6A	7B												
5°		7C		8A	6B												

Figura 0.17 – Solução 3 – Horários dos professores – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Port	Mat	Geo	His	1°	Mat	Cie	Geo	Cie	Port	1°	His	Ing	Port	Art	Ed Fis
2°	Art	Cie	Cie	Ed Fis	Ing	2°	Geo	Mat	Port	Art	His	2°	Mat	Port	Mat	Ing	Port
3°	Mat	Art	Port	His	Ed Fis	3°	Ed Fis	Port	Geo	Ing	Port	3°	Geo	Mat	Cie	Ed Fis	His
4°	Geo	Cie	Mat	Ing	Port	4°	Mat	Art	Port	Ed Fis	His	4°	Art	Port	Geo	Cie	Ed Fis
5°	Mat	Port	Port	Ed Fis	His	5°	Ed Fis	His	Mat	Cie	Ing	5°	His	Mat	Cie	Geo	Port
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Art	Cie	Geo	Mat	1°	Mat	Geo	Port	Ed Fis	Ing	1°	Art	Port	Mat	Ing	His
2°	His	Port	Mat	Cie	His	2°	Ed Fis	His	Cie	Port	Ed Fis	2°	Mat	Geo	Port	Ed Fis	Mat
3°	Art	Ing	Port	Geo	Ing	3°	Mat	Geo	Mat	Art	Mat	3°	Cie	Port	Cie	His	Ed Fis
4°	Ed Fis	Port	Mat	Port	Mat	4°	His	His	Port	Geo	Ing	4°	Mat	Geo	Geo	Cie	His
5°	Mat	Cie	Geo	His	Ed Fis	5°	Cie	Port	Cie	Art	Mat	5°	Art	Ing	Mat	Port	Ed Fis
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Mat	Ed Fis	Ed Fis	1°	Cie	His	Port	Cie	Port	1°	Ed Fis	Mat	Cie	His	Ing
2°	Cie	Art	Port	Cie	Port	2°	Art	Mat	Mat	His	Ing	2°	Mat	Port	Geo	Geo	Art
3°	Mat	Mat	Mat	Geo	His	3°	His	Port	Ing	Ed Fis	Ed Fis	3°	Ed Fis	His	Port	Cie	Port
4°	Cie	Ing	Port	His	Ed Fis	4°	Mat	Mat	Cie	Geo	Port	4°	Art	Port	Mat	Ed Fis	Ing
5°	His	Art	Geo	Ing	Port	5°	Geo	Port	Mat	Ed Fis	Art	5°	Mat	Mat	Port	Cie	His
9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Mat	Ing	His	Mat	1°	Cie	His	Geo	Cie	Art	1°	Mat	Port	Ed Fis	Port	Port
2°	His	Port	Geo	Port	Port	2°	Mat	Mat	Ed Fis	Geo	Ed Fis	2°	Cie	His	Ing	Ed Fis	Mat
3°	Mat	Cie	Ed Fis	Cie	Art	3°	His	Port	Mat	Port	Ing	3°	Art	Mat	Geo	Cie	Port
4°	His	Port	Cie	Ed Fis	Port	4°	Mat	Mat	Ing	His	Art	4°	Cie	His	Ed Fis	Port	Mat
5°	Mat	Mat	Ing	Geo	Ed Fis	5°	Cie	Port	Ed Fis	Port	Port	5°	Art	Geo	Mat	His	Ing

Figura 0.18 – Solução 3 – Horários das turmas – Método Exato.

Fonte: Autor (2014).

Nas figuras seguintes são apresentadas as características e resultados do Problema 4.

Tabela Professor	6A	6B	6C	6D	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
ProfArte1	X	X	X	X				X	X	X				4	4	14
ProfArte2					X	X	X				X	X	X	5	4	12
ProfCiencias1	X	X	X	X							X	X	X	6	6	21
ProfCiencias2					X	X	X	X	X	X				2	6	18
ProfEdFis1	X	X									X	X	X	6	3	15
ProfEdFis2								X	X	X				4	3	9
ProfEdFis3			X	X	X	X	X							4	3	15
ProfGeo1	X	X	X	X							X	X	X	5	5	18
ProfGeo2					X	X	X	X	X	X				6	6	15
ProfHist1											X	X	X	3	4	9
ProfHist2	X	X	X	X	X									2	4	15
ProfHist3						X	X	X	X	X				3	4	15
ProfIngles1	X	X	X	X							X	X	X	5	2	14
ProfIngles2					X	X	X	X	X	X				5	2	12
ProfMat1			X			X	X							4	5	14
ProfMat2								X	X	X				6	5	15
ProfMat3				X							X	X	X	3	5	19
ProfMat4	X	X			X									6	5	13
ProfPort1	X	X	X	X										6	2	20
ProfPort2					X	X	X							2	2	12
ProfPort3											X	X	X	3	2	15
ProfPort4								X	X	X				3	2	15

Figura 0.19 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 4.
Fonte: Autor (2014).

ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	6A	6D	9A	9C	1°	6B	6B	6C		9A	1°	6D	9C	9A	9B	9B
2°	6B	6B	9A	9B		2°	6A	6A	9B		9C	2°	9A		6D	9C	9A
3°	6A	6C	6D	9C		3°	6B	6D	6C			3°	6D		9A	9B	9B
4°	6B	6D	9A	9B		4°	6A	6C	9B		9C	4°	9A		6D	9C	
5°	6C	6C	9B	9C		5°	6D	6D	9A			5°	9B		9C		9C
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9A		9B	9C		1°		7A	7A	7C		1°	9B	9B	6A	6B	
2°	9C		9C	9A	9B	2°		7B	7B			2°		9C	6B		
3°			9B		9A	3°		7A	7A	7C		3°	9A		6A	9A	9C
4°	9C		9C	9A	9B	4°		7B	7B			4°	9B	9C	6B		
5°				9B	9A	5°		7C	7C			5°	6A			9A	
ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7A	7B	7C	8C		1°	8C		8A	8A	8A	1°		6C		6A	6D
2°	7B	7A	8A			2°			8B	8B	8B	2°		6D	7A	6B	7A
3°	7A	7C	8B			3°			8A	8A	8C	3°		6A		6C	6D
4°	7B	8A	8C			4°			8B	8B		4°		6B		6B	7A
5°	7C	8B				5°			8C	8C	8C	5°		6A		6C	
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArte1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8A	8A	8B			1°	6C	6D	6B	6C		1°	8B	8C			6B
2°	8B	8B	8C	8C		2°	6D	6C	6A	6A	6D	2°	6C	8A			
3°	8A	8A				3°	6C		6B	6B		3°	8B	8C			
4°	8B	8B	8A	8C		4°	6D	6A	6A	6A		4°	6C			6D	6D
5°	8C	8C				5°		6B	6C	6D	6B	5°	6B	8A		6A	6A
ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B		8C	7B	8B	1°		9A				1°				8B	8C
2°	7C			7C	8A	2°		9B	9B			2°				8A	
3°	7B		8C			3°		9C	9C			3°	8C			8C	8B
4°	7C			8A	8C	4°					9A	4°	8A				
5°	8A		8B	8B		5°		9A	9C		9B	5°			8A		8B
ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIngles1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7C	7C			6C	1°				7A	7B	1°				6D	
2°				6C	7B	2°	7A	7C	6C	6D	6C	2°		9A			6A
3°	7C	7B			6C	3°				7B	7C	3°		9B	9C	6D	6B
4°		7C		6C	7B	4°	7A			7C	6C	4°		9A	6C		6A
5°	7B	7B			7C	5°			6D	7B	6D	5°		9C	9B	6B	6C
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIngles2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°					6A	1°		8B	7B			1°					7A
2°				7A	6B	2°	8A	8C	7C	7B	8C	2°		8C			7C
3°		6B		6A	6A	3°		8B	7B	7A	8A	3°			7C	8B	7A
4°		7A	7A	7A	6B	4°		8C	7C		8B	4°		8C			8A
5°	7A		6A	6B		5°		7A	7A	7C	8A	5°		8B		7B	8A
ProfArte2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	9C		9C		7C												
2°																	
3°	9B	9A			7B												
4°		9B		7B	7C												
5°		9A		7A	7A												

Figura 0.20 – Solução 4.4 – Horários dos professores – Solução Inicial.

Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Cie	Ed Fis	Hist	Mat	1°	Geo	Geo	Port	Ed Fis	Arte	1°	Port	Hist	Geo	Port	Mat
2°	Geo	Geo	Port	Port	Ingles	2°	Cie	Cie	Ed Fis	Hist	Mat	2°	Arte	Port	Ed Fis	Mat	Ed Fis
3°	Cie	Hist	Ed Fis	Mat	Mat	3°	Geo	Mat	Port	Port	Ingles	3°	Port	Cie	Geo	Hist	Mat
4°	Geo	Port	Port	Port	Ingles	4°	Cie	Hist	Ed Fis	Hist	Mat	4°	Arte	Geo	Ingles	Mat	Ed Fis
5°	Ed Fis	Hist	Mat	Arte	Arte	5°	Arte	Port	Ingles	Mat	Port	5°	Cie	Cie	Port	Hist	Ingles
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Cie	Ingles	Hist	1°	Geo	Port	Port	Ed Fis	Ingles	1°	Hist	Geo	Cie	Hist	Ed Fis
2°	Port	Hist	Mat	Ed Fis	Port	2°	Ed Fis	Geo	Hist	Mat	Hist	2°	Geo	Port	Port	Cie	Mat
3°	Mat	Geo	Cie	Ingles	Hist	3°	Geo	Port	Port	Cie	Ingles	3°	Hist	Mat	Cie	Ed Fis	Arte
4°	Port	Cie	Mat	Arte	Arte	4°	Ed Fis	Mat	Mat	Mat	Hist	4°	Geo	Port	Port	Arte	Mat
5°	Geo	Geo	Ed Fis	Port	Ed Fis	5°	Mat	Cie	Cie	Arte	Arte	5°	Mat	Mat	Ingles	Ed Fis	Ingles
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Geo	Port	Arte	1°	Mat	Mat	Port	Port	Port	1°	Arte	Cie	Mat	Ed Fis	Hist
2°	Hist	Ed Fis	Cie	Hist	Ingles	2°	Cie	Arte	Geo	Ed Fis	Hist	2°	Mat	Mat	Port	Port	Port
3°	Mat	Geo	Ingles	Port	Ed Fis	3°	Mat	Mat	Port	Port	Cie	3°	Arte	Cie	Geo	Ingles	Ed Fis
4°	Hist	Mat	Cie	Ed Fis	Arte	4°	Ed Fis	Geo	Mat	Hist	Ingles	4°	Mat	Mat	Port	Port	Cie
5°	Geo	Port	Port	Cie	Mat	5°	Hist	Arte	Ed Fis	Ingles	Cie	5°	Ingles	Geo	Hist	Hist	Ed Fis
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Arte	Hist	Geo	Ed Fis	1°	Port	Hist	Mat	Cie	Geo	1°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Mat	Mat
2°	Ingles	Cie	Mat	Mat	Cie	2°	Mat	Ingles	Cie	Port	Mat	2°	Hist	Hist	Geo	Cie	Port
3°	Ed Fis	Arte	Hist	Ed Fis	Port	3°	Ed Fis	Arte	Mat	Ed Fis	Port	3°	Arte	Ingles	Port	Mat	Mat
4°	Ingles	Cie	Geo	Mat	Hist	4°	Mat	Ingles	Cie	Port	Hist	4°	Ed Fis	Arte	Geo	Cie	Port
5°	Mat	Mat	Port	Port	Port	5°	Hist	Arte	Geo	Ed Fis	Port	5°	Mat	Ingles	Cie	Port	Hist
9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Arte	Mat	Arte	Port	Cie												
2°	Port	Ed Fis	Port	Mat	Geo												
3°	Hist	Hist	Ingles	Cie	Ed Fis												
4°	Port	Ed Fis	Port	Mat	Geo												
5°	Ingles	Hist	Mat	Cie	Mat												

Figura 0.21 – Solução 4.4 – Horários das turmas – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	6A	6D	9A	9C	1°	6B	6B	6C		9A	1°	6D	9C	9A	9B	9B
2°	6B	6B	9A	9B		2°	6A	6A	9B		9C	2°	9A		6D	9C	9A
3°	6A	6C	6D	9C		3°	6B	6D	6C			3°	6D		9A	9B	9B
4°	6B	6D	9A	9B		4°	6A	6C	9B		9C	4°	9A		6D	9C	
5°	6C	6C	9B	9C		5°	6D	6D	9A			5°	9B		9C		9C
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9A		9B	9C		1°		7A	7A	7C		1°	9B	9B	6A	6B	
2°	9C		9C	9A	9B	2°		7B	7B			2°		9C	6B		
3°			9B		9A	3°		7A	7A	7C		3°	9A		6A	9A	9C
4°	9C		9C	9A	9B	4°		7B	7B			4°	9B	9C	6B		
5°				9B	9A	5°		7C	7C			5°	6A			9A	
ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7A	7B	7C	8C		1°	8C		8A	8A	8A	1°		6C		6A	6D
2°	7B	7A	8A			2°			8B	8B	8B	2°		6D	7A	6B	7A
3°	7A	7C	8B			3°			8A	8A	8C	3°		6A		6C	6D
4°	7B	8A	8C			4°			8B	8B		4°		6B		6B	7A
5°	7C	8B				5°			8C	8C	8C	5°		6A		6C	
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArte1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8A	8A	8B			1°	6C	6D	6B	6C		1°	8B	8C			6B
2°	8B	8B	8C	8C		2°	6D	6C	6A	6A	6D	2°	6C	8A			
3°	8A	8A				3°	6C		6B	6B		3°	8B	8C			
4°	8B	8B	8A	8C		4°	6D	6A	6A	6A		4°	6C			6D	6D
5°	8C	8C				5°		6B	6C	6D	6B	5°	6B	8A		6A	6A
ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B		8C	7B	8B	1°		9A				1°				8B	8C
2°	7C			7C	8A	2°		9B	9B			2°				8A	
3°	7B		8C			3°		9C	9C			3°	8C			8C	8B
4°	7C			8A	8C	4°					9A	4°	8A				
5°	8A		8B	8B		5°		9A	9C		9B	5°			8A		8B
ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIngles1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7C	7C			6C	1°				7A	7B	1°				6D	
2°				6C	7B	2°	7A	7C	6C	6D	6C	2°		9A			6A
3°	7C	7B			6C	3°				7B	7C	3°		9B	9C	6D	6B
4°		7C		6C	7B	4°	7A			7C	6C	4°		9A	6C		6A
5°	7B	7B			7C	5°			6D	7B	6D	5°		9C	9B	6B	6C
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIngles2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°					6A	1°		8B	7B			1°					7A
2°				7A	6B	2°	8A	8C	7C	7B	8C	2°	8C				7C
3°		6B		6A	6A	3°		8B	7B	7A	8A	3°			7C	8B	7A
4°		7A	7A	7A	6B	4°		8C	7C		8B	4°	8C				8A
5°	7A		6A	6B		5°		7A	7A	7C	8A	5°	8B		7B	8A	7B
ProfArte2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	9C		9C		7C												
2°																	
3°	9B	9A			7B												
4°		9B		7B	7C												
5°		9A		7A	7A												

Figura 0.22 – Solução 4.4 – Horários dos professores – Busca Local.

Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Cie	Ed Fis	Hist	Mat	1°	Geo	Geo	Port	Ed Fis	Arte	1°	Port	Hist	Geo	Port	Mat
2°	Geo	Geo	Port	Port	Ingles	2°	Cie	Cie	Ed Fis	Hist	Mat	2°	Arte	Port	Ed Fis	Mat	Ed Fis
3°	Cie	Hist	Ed Fis	Mat	Mat	3°	Geo	Mat	Port	Port	Ingles	3°	Port	Cie	Geo	Hist	Mat
4°	Geo	Port	Port	Port	Ingles	4°	Cie	Hist	Ed Fis	Hist	Mat	4°	Arte	Geo	Ingles	Mat	Ed Fis
5°	Ed Fis	Hist	Mat	Arte	Arte	5°	Arte	Port	Ingles	Mat	Port	5°	Cie	Cie	Port	Hist	Ingles
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Cie	Ingles	Hist	1°	Geo	Port	Port	Ed Fis	Ingles	1°	Hist	Geo	Cie	Hist	Ed Fis
2°	Port	Hist	Mat	Ed Fis	Port	2°	Ed Fis	Geo	Hist	Mat	Hist	2°	Geo	Port	Port	Cie	Mat
3°	Mat	Geo	Cie	Ingles	Hist	3°	Geo	Port	Port	Cie	Ingles	3°	Hist	Mat	Cie	Ed Fis	Arte
4°	Port	Cie	Mat	Arte	Arte	4°	Ed Fis	Mat	Mat	Mat	Hist	4°	Geo	Port	Port	Arte	Mat
5°	Geo	Geo	Ed Fis	Port	Ed Fis	5°	Mat	Cie	Cie	Arte	Arte	5°	Mat	Mat	Ingles	Ed Fis	Ingles
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Geo	Port	Arte	1°	Mat	Mat	Port	Port	Port	1°	Arte	Cie	Mat	Ed Fis	Hist
2°	Hist	Ed Fis	Cie	Hist	Ingles	2°	Cie	Arte	Geo	Ed Fis	Hist	2°	Mat	Mat	Port	Port	Port
3°	Mat	Geo	Ingles	Port	Ed Fis	3°	Mat	Mat	Port	Port	Cie	3°	Arte	Cie	Geo	Ingles	Ed Fis
4°	Hist	Mat	Cie	Ed Fis	Arte	4°	Ed Fis	Geo	Mat	Hist	Ingles	4°	Mat	Mat	Port	Port	Cie
5°	Geo	Port	Port	Cie	Mat	5°	Hist	Arte	Ed Fis	Ingles	Cie	5°	Ingles	Geo	Hist	Hist	Ed Fis
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Arte	Hist	Geo	Ed Fis	1°	Port	Hist	Mat	Cie	Geo	1°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Mat	Mat
2°	Ingles	Cie	Mat	Mat	Cie	2°	Mat	Ingles	Cie	Port	Mat	2°	Hist	Hist	Geo	Cie	Port
3°	Ed Fis	Arte	Hist	Ed Fis	Port	3°	Ed Fis	Arte	Mat	Ed Fis	Port	3°	Arte	Ingles	Port	Mat	Mat
4°	Ingles	Cie	Geo	Mat	Hist	4°	Mat	Ingles	Cie	Port	Hist	4°	Ed Fis	Arte	Geo	Cie	Port
5°	Mat	Mat	Port	Port	Port	5°	Hist	Arte	Geo	Ed Fis	Port	5°	Mat	Ingles	Cie	Port	Hist
9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Arte	Mat	Arte	Port	Cie												
2°	Port	Ed Fis	Port	Mat	Geo												
3°	Hist	Hist	Ingles	Cie	Ed Fis												
4°	Port	Ed Fis	Port	Mat	Geo												
5°	Ingles	Hist	Mat	Cie	Mat												

Figura 0.23 – Solução 4.4 – Horários das turmas – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9C	6D	6D	9A	6A	1°	9A	9A	6C		6B	1°	9B		9A		9B
2°		9B	9A	9B	6B	2°	6A	6C			6D	2°	9A		9B	9C	9A
3°	6C		6D	6A	6A	3°	9C	6D	6C			3°	6D	9C	9A	6D	9B
4°	6B	9C	9A	9B	6B	4°	6A	6A	9B		9C	4°	9A	9B	6D		6D
5°	6C	6C		9C		5°	6D	6B	6B		9B	5°	9C		9C		9C
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			9B	9C	9C	1°						1°	6B	9B	6A	6A	
2°			9C	9A	9B	2°		7B	7A	7A		2°	9C		6B	6B	
3°			9B	9C	9A	3°		7C	7A	7C		3°	9A			9A	
4°			9C	9A	9B	4°		7B	7B	7B		4°	9B		6B	9C	
5°			9A	9B	9A	5°		7C	7C	7A		5°	6A	9C	9B	9A	
ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B	7C	7C			1°			8A	8C	8A	1°		6B		6B	6D
2°	7C	7A	7B			2°			8B	8B	8B	2°		6D		6A	7A
3°	7B	7A	8B			3°			8A	8A	8C	3°		6C		6C	6D
4°	8C	8A	8C			4°			8B	8B	8A	4°		6B		7A	7A
5°	8B	8A	7A			5°			8C	8C	8C	5°		6A		6C	6A
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArte1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8C	8A	8B			1°	6A	6A	6B	6D		1°	8A	8C		6C	
2°	8B	8B	8C			2°	6D	6A	6C	6C		2°	8A	6B			
3°	8A	8A	8C			3°	6B	6B	6A	6B		3°	6A	8C		8B	
4°	8B	8B	8A			4°	6D	6C	6A	6B		4°	6C	6D		6D	
5°	8C	8C	8A			5°		6D	6C	6D	6C	5°	6B	8B		6A	
ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7C			7B	8B	1°				9B	9A	1°	8B			8B	
2°	7B			8C	8A	2°	9B				9C	2°	8C			8A	8C
3°	8B			8C	8B	3°				9B	9C	3°	8C				
4°	7C			8A	8C	4°	9C				9A	4°	8A				
5°	8A			7B	7C	5°	9A					5°				8A	8B
ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIngles1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C			7C	6C	1°	6D			7A	7B	1°		6C	9C		6B
2°	6C	7C		7B	7B	2°	7A			6D	6C	2°		9A	6D		6A
3°		7B			6C	3°	7C			7B	7C	3°		9B	9C		6B
4°		7C		7C	7B	4°	7A			6C	6C	4°		9A	6C		6A
5°	7C	7B				5°	7B			7C	6D	5°		9B	6D		
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIngles2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7A	7A			1°		7B	7B	8A	7A	1°		8B	8C		7A
2°	6B		6A			2°		8C	7C	7C		2°		8A	8A		7C
3°	7A	6A	6B			3°		8B	7B	7A	8A	3°			7C		7A
4°		7A		6A		4°		8C	7C	8C		4°			7A		8B
5°	7A		6A	6B	6B	5°		7A	8B	8B	8A	5°			7B		7B
ProfArte2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	7A	9C			7C												
2°		9C															
3°	9B	9A			7B												
4°	7B				7C												
5°	9B	9A			7A												

Figura 0.24 – Solução 4.4 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Port	Ed Fis	Ed Fis	Cie	1°	Ed Fis	Hist	Port	Hist	Geo	1°	Mat	Ingles	Geo	Arte	Mat
2°	Geo	Port	Mat	Hist	Ingles	2°	Mat	Arte	Ed Fis	Ed Fis	Cie	2°	Mat	Geo	Port	Port	Ed Fis
3°	Arte	Mat	Port	Cie	Cie	3°	Port	Port	Mat	Port	Ingles	3°	Cie	Hist	Geo	Hist	Mat
4°	Geo	Geo	Port	Mat	Ingles	4°	Cie	Hist	Ed Fis	Port	Cie	4°	Arte	Port	Ingles	Ed Fis	Ed Fis
5°	Ed Fis	Hist	Mat	Arte	Hist	5°	Arte	Geo	Geo	Mat	Mat	5°	Cie	Cie	Port	Hist	Port
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Cie	Cie	Port	Hist	1°	Arte	Mat	Mat	Ed Fis	Ingles	1°	Geo	Cie	Cie	Hist	Ed Fis
2°	Port	Hist	Ingles	Ed Fis	Geo	2°	Ed Fis	Geo	Port	Port	Hist	2°	Hist	Port	Geo	Mat	Mat
3°	Mat	Geo	Cie	Mat	Hist	3°	Mat	Geo	Port	Cie	Ingles	3°	Geo	Mat	Cie	Ed Fis	Arte
4°	Port	Arte	Mat	Arte	Mat	4°	Ed Fis	Mat	Ingles	Hist	Hist	4°	Arte	Port	Port	Port	Mat
5°	Geo	Port	Ingles	Port	Ed Fis	5°	Mat	Cie	Geo	Port	Arte	5°	Ed Fis	Mat	Ingles	Hist	Ingles
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Geo	Geo	Mat	Arte	1°	Arte	Mat	Port	Cie	Port	1°	Ed Fis	Ingles	Mat	Ed Fis	Hist
2°	Geo	Mat	Cie	Cie	Ingles	2°	Arte	Ingles	Ingles	Ed Fis	Hist	2°	Mat	Mat	Port	Port	Port
3°	Ed Fis	Port	Ingles	Port	Ed Fis	3°	Mat	Mat	Port	Port	Cie	3°	Hist	Cie	Geo	Arte	Hist
4°	Hist	Mat	Cie	Mat	Arte	4°	Ed Fis	Geo	Mat	Hist	Port	4°	Mat	Mat	Port	Port	Ingles
5°	Mat	Port	Port	Ed Fis	Hist	5°	Hist	Geo	Mat	Ed Fis	Cie	5°	Geo	Arte	Cie	Cie	Ed Fis
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Arte	Ingles	Port	Ingles	1°	Geo	Geo	Mat	Cie	Hist	1°	Mat	Ed Fis	Port	Hist	Mat
2°	Ed Fis	Cie	Mat	Hist	Ed Fis	2°	Mat	Ingles	Cie	Port	Mat	2°	Hist	Cie	Mat	Cie	Port
3°	Ed Fis	Arte	Mat	Hist	Port	3°	Ed Fis	Arte	Mat	Ed Fis	Port	3°	Arte	Ingles	Port	Hist	Mat
4°	Geo	Cie	Geo	Cie	Hist	4°	Mat	Ingles	Cie	Port	Hist	4°	Ed Fis	Mat	Geo	Cie	Port
5°	Mat	Mat	Port	Port	Port	5°	Hist	Arte	Port	Ed Fis	Port	5°	Arte	Ingles	Ed Fis	Port	Geo
9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Cie	Arte	Ingles	Port	Port												
2°	Ed Fis	Arte	Port	Mat	Hist												
3°	Geo	Mat	Ingles	Port	Hist												
4°	Hist	Cie	Port	Ed Fis	Geo												
5°	Mat	Ed Fis	Mat	Cie	Mat												

Figura 0.25 – Solução 4.4 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C	9A	9A	6D		1°	6A	9C	6C		6B	1°	9C		9C	9A	9B
2°	6B	9C	9B	6A		2°	6D	9A	6D		6A	2°	9B		9A	6D	6D
3°	6D	9B	6C	6D		3°	9B	6B	6A		6B	3°	9A		9B	9C	9C
4°	9C	6C	9B	6B		4°	6D	9C	6C			4°	9B		9A		6D
5°	9A	9C	6B	6A	6A	5°	6C	9A	9B			5°	9C		6D	9A	9B
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			9B	9C	9C	1°				7B		1°	9B		6B	6A	
2°			9C	9B	9B	2°		7A	7A	7B		2°	9A		6A	9C	
3°			9A	9A	9A	3°		7B	7C	7A		3°	9C		6B	6B	
4°			9C	9B	9B	4°		7C	7B	7C		4°	9A		6A	9A	
5°			9A	9C	9A	5°			7C	7A		5°	9B		9C	9B	
ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B	7C	7B			1°			8A	8A	8B	1°		6D		6B	6A
2°	8C	8C	7C			2°			8C	8C	8A	2°		6C		7A	6B
3°	8A	8B	7A			3°			8B	8B	8B	3°		7A		6A	6D
4°	7B	7A	7C			4°			8A	8C	8A	4°		6D		7A	6A
5°	8B	8A	7A			5°			8C	8B	8C	5°		6C		6C	6B
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8B	8B	8C			1°	6D	6B	6A	6C		1°	8A	6C		8C	
2°	8A	8A	8B			2°	6A	6D	6C	6B		2°	8B	6A			
3°	8C	8C	8A			3°	6B	6C	6D	6C		3°	6C	6D		8C	
4°	8B	8A	8B			4°	6A	6A	6B	6A		4°	8A	8B		6D	
5°	8C	8C	8A			5°	6B	6D	6C	6D		5°	6A	6B		6B	
ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8C			8B	7C	1°				9B	9A	1°					8A
2°	7C			8A	7B	2°				9A	9C	2°				8B	8C
3°	8B			7C	8C	3°				9B	9B	3°				8A	8A
4°	8C			7B	8B	4°				9C	9A	4°				8B	8C
5°	8A			8A	7B	5°					9C	5°				8C	8B
ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7C	7B			7B	1°	7A			7C	6D	1°		6A	6D		6C
2°	6C	7C			6C	2°	7B			6C	7A	2°		9B	6B		9A
3°	7B				7B	3°	7C			7B	6C	3°		9C	9C		6A
4°	6C	7B			6C	4°	7A			6C	7C	4°		9A	6D		6B
5°	7C	7C			7C	5°	6D			7B	6D	5°		9B			6C
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6B	7A	7A			1°		8C	8B	7A	7A	1°		8A	7C		8C
2°	7A	6B				2°		8B	8A	7C		2°		7B	7B		8B
3°	6A	6A				3°		7C	7B		7A	3°		8A	8C		7C
4°	6B	6B	7A			4°		8C	8C	8A	7B	4°					7A
5°	7A	6A	6A			5°		8B	7B	7C	8A	5°		7A	8B		
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	9A	9B															
2°	9C				7C												
3°	7A	9A															
4°	7C	9B			9C												
5°	7B	7B			7A												

Figura 0.26 – Solução 4 – Horários dos professores – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Ing	Port	Ed Fis	Hist	1°	Mat	Port	Ed Fis	Hist	Geo	1°	Cie	Art	Geo	Port	Ing
2°	Port	Art	Ed Fis	Cie	Geo	2°	Cie	Mat	Ing	Port	Hist	2°	Mat	Hist	Port	Ed Fis	Mat
3°	Mat	Mat	Geo	Hist	Ing	3°	Port	Geo	Ed Fis	Ed Fis	Geo	3°	Art	Port	Cie	Port	Ed Fis
4°	Port	Port	Ed Fis	Port	Hist	4°	Mat	Mat	Port	Cie	Ing	4°	Mat	Cie	Geo	Ed Fis	Mat
5°	Art	Mat	Mat	Cie	Cie	5°	Port	Art	Cie	Art	Hist	5°	Geo	Hist	Port	Hist	Ing
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Hist	Ing	Cie	Ed Fis	1°	Ed Fis	Mat	Mat	Cie	Cie	1°	Geo	Mat	Geo	Port	Mat
2°	Geo	Port	Geo	Mat	Mat	2°	Mat	Port	Port	Hist	Ed Fis	2°	Ed Fis	Ing	Ing	Port	Hist
3°	Cie	Art	Port	Cie	Hist	3°	Art	Hist	Geo	Port	Cie	3°	Mat	Port	Cie	Ed Fis	Mat
4°	Geo	Hist	Ing	Art	Mat	4°	Ed Fis	Geo	Mat	Hist	Ing	4°	Geo	Mat	Port	Hist	Cie
5°	Ed Fis	Port	Mat	Port	Ed Fis	5°	Mat	Ing	Geo	Port	Art	5°	Art	Art	Cie	Ed Fis	Hist
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Geo	Ing	Ed Fis	Hist	1°	Art	Ing	Port	Port	Ed Fis	1°	Mat	Mat	Cie	Hist	Port
2°	Hist	Mat	Geo	Cie	Art	2°	Mat	Mat	Cie	Hist	Port	2°	Art	Cie	Mat	Ed Fis	Ing
3°	Ed Fis	Cie	Port	Hist	Ing	3°	Geo	Ing	Mat	Ed Fis	Ed Fis	3°	Hist	Geo	Port	Port	Port
4°	Art	Port	Geo	Port	Ed Fis	4°	Art	Mat	Port	Cie	Port	4°	Mat	Art	Mat	Ed Fis	Hist
5°	Mat	Mat	Port	Cie	Mat	5°	Hist	Geo	Mat	Hist	Cie	5°	Geo	Cie	Ing	Port	Ed Fis
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Cie	Mat	Art	Ing	1°	Art	Cie	Cie	Mat	Hist	1°	Ed Fis	Art	Port	Hist	Mat
2°	Geo	Geo	Port	Port	Ed Fis	2°	Ed Fis	Geo	Mat	Hist	Ing	2°	Mat	Ing	Cie	Port	Port
3°	Mat	Mat	Ing	Art	Hist	3°	Mat	Art	Port	Port	Port	3°	Geo	Cie	Mat	Hist	Hist
4°	Hist	Cie	Cie	Port	Ed Fis	4°	Ed Fis	Ing	Mat	Ed Fis	Hist	4°	Mat	Art	Cie	Port	Port
5°	Mat	Mat	Port	Ed Fis	Port	5°	Cie	Geo	Port	Mat	Port	5°	Ed Fis	Ing	Geo	Ed Fis	Mat
9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Mat	Geo	Mat	Port	Port												
2°	Art	Cie	Port	Ed Fis	Hist												
3°	Ed Fis	Ing	Ing	Mat	Mat												
4°	Cie	Geo	Port	Hist	Art												
5°	Mat	Cie	Ed Fis	Port	Hist												

Figura 0.27 – Solução 4 – Horários das turmas – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

Nas Figuras seguintes são apresentadas as características e resultados do Problema 5.

Tabela Professor	6A	6B	6C	6G	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
ProfArtes1								X	X	X	X	X	X	3	4	12
ProfArtes2	X	X	X	X	X	X	X							5	4	14
ProfCiencias1	X	X	X	X										2	6	12
ProfCiencias2					X	X		X	X	X				2	6	15
ProfCiencias3							X				X	X	X	3	6	12
ProfEdFis1					X	X					X	X	X	5	3	15
ProfEdFis2	X	X	X	X										6	3	12
ProfEdFis3							X	X	X	X				5	3	12
ProfGeo1											X	X	X	5	6	6
ProfGeo2	X	X			X	X	X							2	6	15
ProfGeo3			X	X				X	X	X				4	6	12
ProfHist1									X	X	X	X	X	2	4	15
ProfHist2	X	X	X	X	X									6	4	15
ProfHist3						X	X	X						3	4	9
ProfIngles1								X	X	X	X	X	X	4	2	12
ProfIngles2	X	X	X	X	X	X	X							3	2	14
ProfMat1								X	X	X				2	5	15
ProfMat2											X	X	X	4	5	15
ProfMat3			X	X			X							6	5	13
ProfMat4						X								4	5	5
ProfMat5	X	X			X									6	5	13
ProfPort1											X	X	X	3	2	15
ProfPort2								X	X	X				5	2	15
ProfPort3				X	X	X								3	2	13
ProfPort4							X							4	2	4
ProfPort5	X	X	X											5	2	15

Figura 0.28 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 5.
Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°		8A	8A	8C	8A	1°		9A	9A		9C	9A	1°		6A	6A	7B	7C
2°		8B	8B		8B	2°		9B	9B			9B	2°		6B	6B	7C	
3°		8A	8A		8C	3°		9A	9A			9C	3°		6A	7A	7B	
4°		8B	8B			4°		9B	9B				4°		6B	7B	7C	
5°		8C	8C		8C	5°		9C	9C			9C	5°		7A	7A		
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	6A		6B	6G		1°	6C	6C	7C	7C		1°		7A	7A	8A	8C	
2°	6B		6A			2°	6G	6G				2°		7B		8B		
3°	6A		6C	6G		3°	6C	6C	7C			3°		7A	8B	8C		
4°	6B		6G			4°	6G	6G				4°		7B	8A			
5°	6C		6C			5°	7C	7C				5°		8A	8B	8C	7B	
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	6B	6B		6C		1°	7A			6B		1°			6G	6G	7A	
2°	6A	6A	7A	7A		2°		7A				2°				6G		
3°	6B	6G		6C		3°	7A	6B	6A	7A		3°			6G		7B	
4°	6A	6C		7A		4°		6A	6B			4°			7A	6G	7A	
5°	6G	6G				5°	6A	6B	6A	7A		5°		7B	7B	7B	7A	
ProfPort5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°			6C	6A	6A	1°					6B	1°		8B			6C	
2°	6C	6C		6B		2°			6C	6A	6A	2°		8A	8C		6G	
3°			6B	6A		3°				6B	6G	3°					6C	
4°	6C		6A	6B		4°			6C	6A	6C	4°		8A	8C		6C	
5°	6B		6B	6C	6A	5°			6G	6B	6G	5°		8B			6G	
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	8B		9C		9B	1°	9C		9A	9A	9C	1°		8A	8C	8C	8B	
2°	8C	9A			9C	2°			9B	9B	9A	2°		8B			8A	
3°	8B	8B			9B	3°	9C		9A	9A		3°		8C		8C	8B	
4°	8C	9A	8C		9C	4°			9B	9B	9B	4°					8A	
5°	9A	9B				5°			9C	9C		5°		8C				
ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°		9B	8B			1°	7C		9B	9B		1°		7B		7B		
2°		9C	8A	8C		2°	9A		7C	9C		2°				9A	7A	
3°			8C	9B	9A	3°	7C		9C			3°		7B	9B		9C	
4°		9C	8A	9A		4°	9A			9C		4°		7A	9C	9C	9A	
5°				8B		5°	9B		9A			5°				9B	9A	
ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	9B					1°	8C					1°					6G	
2°		9C	9C	9A		2°	7C		8A	8C	8C	2°		7A		6G	7B	
3°	9B			8A		3°	8A					3°				7B	7C	
4°	8B			8C	8C	4°	7C		7C	8B	8B	4°					6B	
5°		9A		8A	8B	5°	8A	8B				5°		7A	6C	7C	6A	
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	6G	7C			7A	1°					7B	1°			7B			
2°	7B			6C	6C	2°					7C	2°			7B		7B	
3°	6G	7C			6B	3°					8A	3°			7B			
4°	7B	7A			6A	4°				7B	7C	4°					7B	
5°		6A			6B	5°	7B		8A	7C	8A	5°						
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex							
1°			9C			1°												
2°						2°		7C										
3°			9C		9B	3°					7C							
4°					9A	4°		7C										
5°					9B	5°					7C							

Figura 0.29 – Solução 5.10 – Horários dos professores – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Geo	Geo	Port	Port	1°	Hist	Hist	Ed Fis	Mat	Cie	1°	Mat	Mat	Port	Hist	Geo
2°	Hist	Hist	Ed Fis	Cie	Cie	2°	Ed Fis	Geo	Geo	Port	Ing	2°	Port	Port	Cie	Art	Art
3°	Ed Fis	Geo	Mat	Port	Ing	3°	Hist	Mat	Port	Cie	Art	3°	Mat	Mat	Ed Fis	Hist	Geo
4°	Hist	Mat	Port	Cie	Art	4°	Ed Fis	Geo	Mat	Port	Ing	4°	Port	Hist	Cie	Geo	Cie
5°	Mat	Art	Mat	Ing	Port	5°	Port	Mat	Port	Cie	Art	5°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Port	Ing
6G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Port	Port	Ed Fis	Ing	1°	Mat	Cie	Cie	Port	Art	1°	Ed Fis	Mat	Ed Fis	Geo	Hist
2°	Mat	Mat	Ing	Port	Geo	2°	Ing	Mat	Hist	Hist	Ed Fis	2°	Art	Cie	Mat	Ing	Mat
3°	Art	Hist	Port	Ed Fis	Cie	3°	Mat	Cie	Geo	Mat	Ed Fis	3°	Ed Fis	Mat	Ing	Geo	Port
4°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Geo	4°	Ed Fis	Art	Port	Hist	Port	4°	Art	Cie	Geo	Hist	Mat
5°	Hist	Hist	Cie	Geo	Cie	5°	Ing	Geo	Geo	Mat	Port	5°	Hist	Port	Port	Port	Cie
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Art	Mat	Mat	Geo	1°	Port	Mat	Mat	Cie	Mat	1°	Hist	Geo	Ing	Port	Port
2°	Ed Fis	Port	Cie	Geo	Hist	2°	Geo	Ing	Ed Fis	Port	Port	2°	Port	Mat	Mat	Cie	Mat
3°	Cie	Art	Mat	Ing	Port	3°	Ed Fis	Mat	Mat	Art	Hist	3°	Hist	Hist	Cie	Port	Port
4°	Ed Fis	Port	Ed Fis	Geo	Hist	4°	Geo	Ing	Cie	Port	Port	4°	Art	Mat	Mat	Ed Fis	Ed Fis
5°	Mat	Mat	Ing	Hist	Port	5°	Ed Fis	Cie	Hist	Art	Hist	5°	Geo	Ed Fis	Cie	Ing	Art
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Port	Port	Mat	Cie	1°	Mat	Mat	Port	Port	Mat	1°	Art	Ing	Cie	Cie	Hist
2°	Hist	Geo	Ing	Ed Fis	Ed Fis	2°	Cie	Hist	Ed Fis	Art	Port	2°	Mat	Mat	Port	Port	Mat
3°	Port	Ing	Port	Cie	Mat	3°	Mat	Mat	Port	Port	Ing	3°	Art	Ed Fis	Ing	Geo	Hist
4°	Hist	Geo	Hist	Art	Art	4°	Cie	Hist	Ing	Geo	Ed Fis	4°	Mat	Mat	Port	Port	Port
5°	Port	Mat	Mat	Cie	Mat	5°	Hist	Art	Cie	Ed Fis	Geo	5°	Cie	Hist	Ed Fis	Geo	Ed Fis
9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Port	Geo	Hist	Mat	Port												
2°	Ing	Art	Art	Cie	Hist												
3°	Port	Geo	Cie	Ed Fis	Mat												
4°	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Cie	Hist												
5°	Mat	Mat	Port	Port	Mat												

Figura 0.30 – Solução 5.10 – Horários das turmas – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8A	8A	8C	8A	1°		9A	9A	9C	9A	1°		6A	6A	7B	7C
2°		8B	8B		8B	2°		9B	9B		9B	2°		6B	6B	7C	
3°		8A	8A		8C	3°		9A	9A		9C	3°		6A	7A	7B	
4°		8B	8B			4°		9B	9B			4°		6B	7B	7C	
5°		8C	8C		8C	5°		9C	9C		9C	5°		7A	7A		
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A		6B	6G		1°	6C	6C	7C	7C		1°		7A	7A	8A	8C
2°	6B		6A			2°	6G	6G				2°		7B		8B	
3°	6A		6C	6G		3°	6C	6C	7C			3°		7A	8B	8C	
4°	6B		6G			4°	6G	6G				4°		7B	8A		
5°	6C		6C			5°	7C	7C				5°		8A	8B	8C	7B
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6B	6B		6C		1°	7A			6B		1°		6G	6G	7A	
2°	6A	6A	7A	7A		2°		7A				2°				6G	
3°	6B	6G		6C		3°	7A	6B	6A	7A		3°			6G		7B
4°	6A	6C		7A		4°		6A	6B			4°			7A	6G	7A
5°	6G	6G				5°	6A	6B	6A	7A		5°		7B	7B	7B	7A
ProfPort5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6C	6A	6A	1°					6B	1°		8B			6C
2°	6C	6C		6B		2°			6C	6A	6A	2°	8A	8C			6G
3°			6B	6A		3°				6B	6G	3°					6C
4°	6C		6A	6B		4°			6C	6A	6C	4°	8A	8C		6C	6G
5°	6B		6B	6C	6A	5°			6G	6B	6G	5°	8B			6G	
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8B		9C		9B	1°	9C		9A	9A	9C	1°	8A	8C	8C	8B	8B
2°	8C	9A			9C	2°			9B	9B	9A	2°	8B			8A	8A
3°	8B	8B			9B	3°	9C		9A	9A		3°	8C		8C	8B	8B
4°	8C	9A	8C		9C	4°			9B	9B	9B	4°				8A	8A
5°	9A	9B				5°			9C	9C		5°	8C				
ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9B	8B			1°	7C		9B	9B		1°	7B		7B		
2°		9C	8A	8C		2°	9A		7C	9C		2°			9A		7A
3°			8C	9B	9A	3°	7C		9C			3°	7B	9B		9C	7A
4°		9C	8A	9A		4°	9A			9C		4°	7A	9C	9C		9A
5°				8B		5°	9B		9A			5°			9B	9A	9B
ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9B					1°	8C					1°					6G
2°		9C	9C	9A		2°	7C		8A	8C	8C	2°	7A		6G	7B	6B
3°	9B			8A		3°	8A					3°			7B	7C	6A
4°	8B			8C	8C	4°	7C		7C	8B	8B	4°					6B
5°		9A		8A	8B	5°	8A	8B				5°	7A	6C	7C	6A	6C
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6G	7C			7A	1°					7B	1°		7B			
2°	7B			6C	6C	2°					7C	2°			7B		7B
3°	6G	7C			6B	3°					8A	3°		7B			
4°	7B	7A			6A	4°				7B	7C	4°					7B
5°		6A			6B	5°	7B		8A	7C	8A	5°					
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°		9C				1°											
2°						2°		7C									
3°		9C		9B		3°					7C						
4°				9A		4°		7C									
5°				9B	9A	5°					7C						

Figura 0.31 – Solução 5.10 – Horários dos professores – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Geo	Geo	Port	Port	1°	Hist	Hist	Ed Fis	Mat	Cie	1°	Mat	Mat	Port	Hist	Geo
2°	Hist	Hist	Ed Fis	Cie	Cie	2°	Ed Fis	Geo	Geo	Port	Ing	2°	Port	Port	Cie	Art	Art
3°	Ed Fis	Geo	Mat	Port	Ing	3°	Hist	Mat	Port	Cie	Art	3°	Mat	Mat	Ed Fis	Hist	Geo
4°	Hist	Mat	Port	Cie	Art	4°	Ed Fis	Geo	Mat	Port	Ing	4°	Port	Hist	Cie	Geo	Cie
5°	Mat	Art	Mat	Ing	Port	5°	Port	Mat	Port	Cie	Art	5°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Port	Ing
6G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Port	Port	Ed Fis	Ing	1°	Mat	Cie	Cie	Port	Art	1°	Ed Fis	Mat	Ed Fis	Geo	Hist
2°	Mat	Mat	Ing	Port	Geo	2°	Ing	Mat	Hist	Hist	Ed Fis	2°	Art	Cie	Mat	Ing	Mat
3°	Art	Hist	Port	Ed Fis	Cie	3°	Mat	Cie	Geo	Mat	Ed Fis	3°	Ed Fis	Mat	Ing	Geo	Port
4°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Geo	4°	Ed Fis	Art	Port	Hist	Port	4°	Art	Cie	Geo	Hist	Mat
5°	Hist	Hist	Cie	Geo	Cie	5°	Ing	Geo	Geo	Mat	Port	5°	Hist	Port	Port	Port	Cie
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Art	Mat	Mat	Geo	1°	Port	Mat	Mat	Cie	Mat	1°	Hist	Geo	Ing	Port	Port
2°	Ed Fis	Port	Cie	Geo	Hist	2°	Geo	Ing	Ed Fis	Port	Port	2°	Port	Mat	Mat	Cie	Mat
3°	Cie	Art	Mat	Ing	Port	3°	Ed Fis	Mat	Mat	Art	Hist	3°	Hist	Hist	Cie	Port	Port
4°	Ed Fis	Port	Ed Fis	Geo	Hist	4°	Geo	Ing	Cie	Port	Port	4°	Art	Mat	Mat	Ed Fis	Ed Fis
5°	Mat	Mat	Ing	Hist	Port	5°	Ed Fis	Cie	Hist	Art	Hist	5°	Geo	Ed Fis	Cie	Ing	Art
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Port	Port	Mat	Cie	1°	Mat	Mat	Port	Port	Mat	1°	Art	Ing	Cie	Cie	Hist
2°	Hist	Geo	Ing	Ed Fis	Ed Fis	2°	Cie	Hist	Ed Fis	Art	Port	2°	Mat	Mat	Port	Port	Mat
3°	Port	Ing	Port	Cie	Mat	3°	Mat	Mat	Port	Port	Ing	3°	Art	Ed Fis	Ing	Geo	Hist
4°	Hist	Geo	Hist	Art	Art	4°	Cie	Hist	Ing	Geo	Ed Fis	4°	Mat	Mat	Port	Port	Port
5°	Port	Mat	Mat	Cie	Mat	5°	Hist	Art	Cie	Ed Fis	Geo	5°	Cie	Hist	Ed Fis	Geo	Ed Fis
9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Port	Geo	Hist	Mat	Port												
2°	Ing	Art	Art	Cie	Hist												
3°	Port	Geo	Cie	Ed Fis	Mat												
4°	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Cie	Hist												
5°	Mat	Mat	Port	Port	Mat												

Figura 0.32 – Solução 5.10 – Horários das turmas – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°		8A	8A		8A	1°		9A	9C		9C	9B	1°		7C		7B	6A
2°		8C	8B		8B	2°		9B					2°			6B	7C	
3°		8A	8C		8A	3°		9C	9A		9B	9A	3°		6A	7A	7B	6B
4°		8C	8B		8B	4°		9B	9B		9A		4°		6B	7B	7C	7A
5°		8B	8C		8C	5°		9C		9A	9C		5°		7A			6A
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	6A		6B	6B		1°		6C	7C		6C	1°		7B	7A	8A		
2°	6G			6C		2°		7C	6G	6G		2°		7B	8C	8B		
3°	6A		6C	6G		3°		6C	7C		6C	3°		7A	8B	8C		
4°	6C					4°		6G			6G	4°			8A	8B		
5°	6G		6B	6A		5°		7C	7C			5°		8A	7A	8C	7B	
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	6B	6B		6C		1°		7A	7A			1°		6G	6G	6G		
2°	6A	6A		6G	6G	2°		6B	7A	7A		2°			7B	7A		
3°	6C			6C		3°		7A		6A		3°			6G	7A		
4°	6A			6B		4°		6B	6A	6B		4°		7A	7A	6G		
5°	7A	6G		7A	7A	5°		6A	6B	6A		5°		7B	7B	7B		
ProfPort5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°		6A	6C	6A		1°					6B	1°	6C	8B				
2°	6C		6A	6B		2°			6C	6A	6A	2°	8A	6C		8C		
3°	6B	6B	6B	6A		3°				6B	6G	3°	8C	6G				
4°		6C	6A	6C		4°			6C	6A	6C	4°	8A	6G				
5°	6B		6C			5°			6G	6B	6G	5°	8B	6C		6G		
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	8B	8C				1°		9C	9A	9A	9C	1°				8C	8C	
2°	8C	9B			9C	2°			9B	9B	9A	2°		8A		8A	8A	
3°	8B	8B			9B	3°		9B	9A	9C		3°				8B	8C	
4°	8C	9A			9C	4°		9A	9B	9B		4°		8B	8B	8A	8A	
5°	9A	9B			9A	5°			9C	9C		5°		8C	8C	8B	8B	
ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°		9A	8C		8B	1°		7C	9B	9B		1°		7B	7B		9A	
2°		8B	9C		9B	2°		9A		9C		2°		9C	9A		7A	
3°		8C			9C	3°		7C	9C	9A		3°		7B	9B		7A	
4°		8A	9A		9B	4°			7C	9C		4°		7A	9C		9A	
5°			8A			5°			9A	9B		5°		9C	9B		9B	
ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°		9B		8B		1°		8C	8B		7C	1°			6A	7A	6G	
2°		9C		9A		2°		8B	8A		8C	2°			7C	7B	6B	
3°		9B		8A	8B	3°			8A			3°			7B		6A	
4°		9C		8C	8C	4°		7C	8C		7C	4°			6G	7A	6B	
5°		9A		8A		5°		8A	8B			5°			7C	6C	6C	
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	6G				7A	1°		8A			7B	1°						
2°	7A	6B			6C	2°					7C	2°		7B			7B	
3°	6G	7C			7C	3°		8A			7C	7B	3°		7B			
4°	7B	7B			6A	4°					7B		4°					7B
5°	6C	6A			6B	5°					7C	8A	5°		7B			
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex							
1°		9B		9C		1°					7C							
2°		9A				2°			7C									
3°		9A	9C			3°												
4°		9C				4°			7C									
5°		9B				5°					7C							

Figura 0.33 – Solução 5.10 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Port	Ing	Port	Geo	1°	Hist	Hist	Ed Fis	Ed Fis	Cie	1°	Geo	Mat	Port	Hist	Mat
2°	Hist	Hist	Port	Cie	Cie	2°	Mat	Art	Geo	Port	Ing	2°	Port	Geo	Cie	Ed Fis	Art
3°	Ed Fis	Geo	Mat	Port	Ing	3°	Port	Port	Port	Cie	Geo	3°	Hist	Mat	Ed Fis	Hist	Mat
4°	Hist	Mat	Port	Cie	Art	4°	Mat	Geo	Mat	Hist	Ing	4°	Ed Fis	Port	Cie	Port	Cie
5°	Mat	Art	Mat	Ed Fis	Geo	5°	Port	Mat	Ed Fis	Cie	Art	5°	Art	Geo	Port	Ing	Ing
6G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Port	Port	Port	Ing	1°	Mat	Mat	Cie	Ing	Art	1°	Ed Fis	Cie	Ed Fis	Geo	Hist
2°	Ed Fis	Mat	Mat	Hist	Hist	2°	Art	Mat	Mat	Port	Ed Fis	2°	Mat	Cie	Port	Ing	Mat
3°	Art	Geo	Port	Ed Fis	Cie	3°	Mat	Cie	Geo	Port	Ed Fis	3°	Ed Fis	Mat	Ing	Geo	Hist
4°	Mat	Geo	Ing	Port	Mat	4°	Ed Fis	Port	Port	Ing	Geo	4°	Art	Art	Geo	Hist	Mat
5°	Ed Fis	Hist	Cie	Geo	Cie	5°	Hist	Geo	Cie	Hist	Hist	5°	Mat	Port	Port	Port	Cie
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Geo	Mat	Port	Ed Fis	1°	Hist	Mat	Mat	Cie	Mat	1°	Hist	Geo	Ed Fis	Art	Ing
2°	Mat	Port	Ing	Geo	Hist	2°	Geo	Port	Ed Fis	Port	Port	2°	Ed Fis	Ing	Mat	Cie	Mat
3°	Cie	Art	Mat	Hist	Art	3°	Hist	Mat	Ed Fis	Art	Mat	3°	Hist	Hist	Cie	Port	Art
4°	Ed Fis	Port	Cie	Geo	Ed Fis	4°	Geo	Ing	Cie	Port	Port	4°	Port	Port	Mat	Cie	Mat
5°	Mat	Mat	Ing	Hist	Port	5°	Ed Fis	Cie	Ing	Art	Hist	5°	Geo	Mat	Ed Fis	Port	Port
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Hist	Ing	Port	Port	1°	Mat	Ing	Port	Port	Ed Fis	1°	Geo	Art	Cie	Cie	Mat
2°	Hist	Mat	Cie	Geo	Ed Fis	2°	Cie	Geo	Ed Fis	Art	Port	2°	Mat	Hist	Port	Port	Ing
3°	Geo	Ing	Mat	Cie	Port	3°	Geo	Mat	Port	Cie	Mat	3°	Port	Art	Ed Fis	Mat	Hist
4°	Hist	Mat	Ed Fis	Art	Art	4°	Port	Hist	Ing	Mat	Ed Fis	4°	Mat	Mat	Port	Port	Ing
5°	Port	Port	Mat	Cie	Mat	5°	Hist	Art	Cie	Mat	Hist	5°	Geo	Hist	Ed Fis	Cie	Ed Fis
9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Port	Mat	Geo	Mat	Port												
2°	Ed Fis	Art	Ing	Cie	Hist												
3°	Mat	Geo	Cie	Port	Ing												
4°	Geo	Art	Ed Fis	Cie	Hist												
5°	Ed Fis	Mat	Port	Port	Mat												

Figura 0.34 – Solução 5.10 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8B	8B		8B	1°		9A	9B		9C	1°			6A	7B	7A
2°		8A	8B		8A	2°		9C	9A		9B	2°			6B	7C	6B
3°		8C	8C		8C	3°		9B	9B		9C	3°			7C	7A	6A
4°		8A	8A		8B	4°		9C	9A		9A	4°			7A	7B	6B
5°		8C	8C		8A	5°		9A	9C		9B	5°			7B	7C	6A
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A		6G	6A		1°	6C	7C	7C			1°		8A	7A	8B	
2°	6C			6G		2°	7C	6G	6C			2°		7A	8A	8C	
3°	6B		6C	6C		3°	6G		6G			3°		7B	7B	8B	
4°	6G		6A	6B		4°	7C	6C	7C			4°		7A	8C	8C	
5°				6B		5°	6G		6C			5°		7B	8B	8A	
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6B	6B		7A		1°	7A	7A				1°		6G	7B	6G	
2°	6A	6C		7A		2°	6B	6A	7A			2°			6G	7B	
3°	6C	6G		6A		3°	7A	6B	6A			3°		7A	7A	6G	
4°	7A	6B		6G		4°	6A		6B			4°			7B	7A	
5°	6A	6G		6C		5°	6B	6A	7A			5°		7A	6G	7B	
ProfPort5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6A	6B	6B		1°		6C		6C	6G	1°		8A			6C
2°		6B	6A	6C		2°				6A	6A	2°		6G		8B	6G
3°		6C	6B	6B		3°					6B	3°		8C		8A	
4°		6A	6C	6C		4°		6G		6A	6C	4°		6C		8B	6G
5°		6C	6A	6A		5°		6B		6G	6B	5°		6C		8C	
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8C	9A			8C	1°			9A	9C	9A	1°		8C		8C	8A
2°	9B	9C			9A	2°			9B	9A	9C	2°		8B		8A	8C
3°	8B	8B			9B	3°			9A	9B	9A	3°		8A		8C	8B
4°	8C	9C			9C	4°			9B	9C	9B	4°		8B		8A	8C
5°	8B	9B			9A	5°			9C	9B	9C	5°		8A		8B	8B
ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			8C			1°	7C		9B	9A		1°		9B		9C	9B
2°	8B	8C	9C			2°			7C	9B		2°		7A		9A	7B
3°		9C	8B			3°	9A		9C	9C		3°		7B		9B	7A
4°	9B	9B	9A			4°				9A		4°		9A		9C	7B
5°	8A	9A	8A			5°	7C		9B	9C		5°		9C		9A	7A
ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9C		9B		1°	8B		8A			1°			6C	7C	6A
2°				9C	8B	2°	8C		8C			2°			7B	6B	7A
3°				9A	8A	3°	8A		8A	7C		3°			7B	6C	
4°		8C		9B	8A	4°	8B		8B			4°			6G	7C	6A
5°		8B		9A	8C	5°	8C		7C	7C		5°			6B	7A	6G
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6G	7B			6B	1°	7B			8A	7C	1°					7B
2°		7C			6C	2°	8A					2°		7B	7B		
3°	6A	6A			6G	3°	7C			7C		3°					7B
4°	6B	7B			7A	4°	8A					4°		7B			
5°	7A	7C			6C	5°	7B				7B	5°					
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	9C					1°											
2°	9A	9B				2°					7C						
3°	9C	9A				3°		7C									
4°						4°		7C			7C						
5°	9B					5°											

Figura 0.35 – Solução 5 – Horários dos professores – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Port	Geo	Ed Fis	Ing	1°	Hist	Hist	Port	Port	Art	1°	Mat	Cie	Ing	Cie	Geo
2°	Hist	Mat	Port	Cie	Cie	2°	Mat	Port	Geo	Ing	Geo	2°	Ed Fis	Hist	Mat	Port	Art
3°	Art	Art	Mat	Hist	Geo	3°	Ed Fis	Mat	Port	Port	Cie	3°	Hist	Port	Ed Fis	Ed Fis	Ing
4°	Mat	Port	Ed Fis	Cie	Ing	4°	Art	Hist	Mat	Ed Fis	Geo	4°	Geo	Mat	Port	Port	Cie
5°	Hist	Mat	Port	Port	Geo	5°	Mat	Cie	Ing	Ed Fis	Cie	5°	Geo	Port	Mat	Hist	Art
6G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Port	Ed Fis	Port	Cie	1°	Mat	Mat	Cie	Hist	Geo	1°	Hist	Art	Port	Geo	Mat
2°	Geo	Mat	Port	Ed Fis	Geo	2°	Ed Fis	Cie	Mat	Hist	Ing	2°	Mat	Mat	Ing	Port	Ed Fis
3°	Mat	Hist	Mat	Port	Art	3°	Mat	Port	Port	Geo	Ed Fis	3°	Ed Fis	Cie	Cie	Ing	Mat
4°	Ed Fis	Cie	Ing	Hist	Geo	4°	Hist	Cie	Geo	Port	Art	4°	Mat	Art	Port	Geo	Ed Fis
5°	Mat	Hist	Port	Cie	Ing	5°	Art	Port	Mat	Ing	Ed Fis	5°	Hist	Cie	Geo	Port	Hist
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Mat	Mat	Ing	Hist	1°	Geo	Cie	Ed Fis	Hist	Port	1°	Ed Fis	Mat	Mat	Cie	Mat
2°	Mat	Art	Cie	Geo	Port	2°	Hist	Mat	Cie	Port	Mat	2°	Ing	Port	Mat	Geo	Art
3°	Hist	Port	Geo	Hist	Ed Fis	3°	Ed Fis	Port	Ed Fis	Geo	Art	3°	Hist	Hist	Ing	Cie	Port
4°	Mat	Port	Mat	Ing	Port	4°	Hist	Mat	Mat	Port	Art	4°	Ed Fis	Port	Ed Fis	Geo	Mat
5°	Cie	Art	Ed Fis	Geo	Ed Fis	5°	Ing	Port	Ing	Cie	Mat	5°	Hist	Art	Cie	Port	Port
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Port	Ing	Port	Hist	1°	Mat	Hist	Port	Cie	Port	1°	Ed Fis	Mat	Cie	Art	Ed Fis
2°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Cie	Port	2°	Geo	Mat	Ed Fis	Port	Hist	2°	Hist	Geo	Port	Cie	Mat
3°	Geo	Mat	Mat	Port	Mat	3°	Cie	Geo	Port	Art	Port	3°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Hist
4°	Hist	Art	Cie	Cie	Port	4°	Ed Fis	Mat	Ing	Cie	Mat	4°	Ing	Ing	Port	Art	Port
5°	Ed Fis	Mat	Mat	Geo	Art	5°	Mat	Ing	Ed Fis	Art	Hist	5°	Geo	Hist	Cie	Port	Mat
9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Geo	Art	Ed Fis	Port	Mat												
2°	Mat	Hist	Ing	Art	Port												
3°	Geo	Ing	Cie	Cie	Mat												
4°	Mat	Hist	Ed Fis	Port	Hist												
5°	Ed Fis	Mat	Port	Cie	Port												

Figura 0.36 – Solução 5 – Horários das turmas – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

Nas Figuras seguintes são apresentadas as características e resultados do Problema 6.

Tabela Professor	6A	6B	6C	6D	6E	7A	7B	7C	7D	7E	8A	8B	8C	8D	8E	9A	9B	9C	9D	9E	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qty de aulas	
ProfArtes1									X	X	X	X	X	X							3	3	14	
ProfArtes2					X												X	X	X	X	X	3	3	12
ProfArtes3	X	X	X	X		X	X	X														4	3	14
ProfCie1						X	X	X	X	X												2	4	15
ProfCie2	X	X	X	X	X																	4	4	15
ProfCie3											X	X	X	X	X							2	4	15
ProfCie4																X	X	X	X	X		3	4	15
ProfEdf1					X					X					X					X	X	2	2	15
ProfEdf2	X	X				X	X	X														5	2	15
ProfEdf3											X	X				X	X	X				4	2	15
ProfEdf4			X	X					X				X	X								2	2	15
ProfGeo1						X	X	X	X			X		X		X	X	X	X	X		3	5	14
ProfGeo2						X	X	X	X				X									4	5	14
ProfGeo3					X					X					X							5	5	8
ProfGeo4	X	X	X	X							X											3	5	14
ProfHist1						X	X	X	X	X												6	4	15
ProfHist2			X	X	X									X	X							5	4	15
ProfHist3																X	X	X	X	X		2	4	15
ProfHist4	X	X									X	X	X									2	4	15
ProfIng1	X	X	X			X	X	X	X													3	6	14
ProfIng2				X	X					X	X	X			X							6	6	12
ProfIng3													X	X		X	X	X	X	X		5	6	14
ProfMat1						X														X	X	2	3	15
ProfMat2	X	X	X	X	X																	3	3	20
ProfMat3										X				X	X							5	3	15
ProfMat4																X	X	X				4	2	15
ProfMat5											X	X	X									5	3	15
ProfMat6							X	X	X													5	3	20
ProfPort1														X	X						X	6	6	15
ProfPort2																X	X	X	X			5	6	20
ProfPort3										X												6	6	4
ProfPort4											X	X	X									5	6	15
ProfPort5						X	X	X														2	6	12
ProfPort6	X	X	X																			4	6	15
ProfPort7				X	X				X													4	6	14

Figura 0.37 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 6.

Fonte: Autor (2014).

ProfMat6	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B	7D	7B		7B	1°	6A	6E	6A	6C	6D	1°	7A	7A	7E	7D	
2°	7C		7C		7C	2°	6B		6B	6D	6E	2°	7B	7B		7E	
3°	7B		7B		7D	3°	6A		6A	6C	6D	3°	7A	7C		7D	
4°	7C		7C			4°	6B		6B	6D	6E	4°	7B	7D		7E	
5°	7D		7D		7D	5°	6C		6C	6E		5°	7C	7C			
ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9A	9A	9A	9D	9C	1°		7B		7A	7C	1°			7A	9E	7A
2°	9B	9B	9B		9D	2°		7A	7E	7B	7D	2°			9D	7A	9E
3°	9A	9A	9C	9D		3°		7B		7C	7E	3°			7A	9E	9D
4°	9B	9B	9D		9D	4°		7A		7D		4°			9E	7A	9E
5°	9C	9C	9C			5°		7D		7C	7E	5°			9D	9D	9D
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6B	6A		6D	6E	1°	7E	8E	8D		7E	1°	9C	9B		9A	9A
2°	6A	6B		6C		2°	8D		8E		8D	2°		9A		9B	9B
3°	6B	6C		6E	6E	3°	7E		7E		8E	3°	9C	9B		9A	9C
4°	6A	6D				4°	8D		8D			4°		9A		9B	
5°	6D	6C				5°	8E		7E		8E	5°				9C	9C
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort6	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8D	8D	8E			1°		7E	6E		9D	1°	6C	6B		6A	6B
2°	8E	8E	8D	9E		2°		6E	9E	9D		2°		6A		6B	6C
3°	8D	8D	9E			3°		7E	8E		9E	3°	6C	6B		6A	
4°	8E	8E				4°		6E	7E	9D		4°		6A		6B	6C
5°	9E	9E	9E			5°		8E	8E	9E		5°	6A			6C	
ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7D		8A	8D		1°	7C	7C	6B			1°	8A	8C	8B		8A
2°	7E		8B	8E		2°			6A		7A	2°	8B		8A		8B
3°	7D		8C	8D		3°	7C	6A	6B		7B	3°	8A	8C	8B		8C
4°	7E		8B	8E		4°		6B	7A		7A	4°	8B		8A		
5°	8A		8C			5°		6A	7B		7B	5°	8C				8C
ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7C	7B	7D	1°	8C					1°	8E	8B		8A	8D
2°	6C		7A	6A		2°	7A	7C		7D	7B	2°		8A		8B	8E
3°		7D	7C	7A		3°	8C	7A			7C	3°		8B		8C	8D
4°	6C		6A	7B		4°	7A	7B	7D		7D	4°		8A		8D	8E
5°	6B		6B			5°				7B	7C	5°		8C		8C	
ProfIng3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6D			8E	8E	1°			8C		8B	1°	9B		9D	9B	
2°	6E	7E				2°		8B			8C	2°	9A	9E		9A	9C
3°	6D				8A	3°	8B		8A		8B	3°	9B		9D	9C	
4°	6E				8A	4°	8A	8C	8C		8C	4°	9A	9E			9C
5°	7E		8B		8B	5°		8A	8A	8B	8A	5°	9D				9E
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6E	6C			6C	1°				6B	6A	1°	9D	9C	9B		9E
2°	6D	6D				2°				7C	6D	2°	8C	8D			
3°	6E	6E		8E		3°				6B	6C	3°	9D	9C	9B		
4°	6D	6C	8E		8D	4°		7C		6A	7B	4°	8C	8D		9E	
5°	8D	8D		8E		5°	7A	7B	7A	6D	6C	5°	9A	9A			
ProfGeo4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6C			1°				8B	9B	1°	9E	9D			
2°	8A		6D	8A	6A	2°		9C	9A	9C	8A	2°	9C		6E	6E	
3°			6C	6D	6B	3°				8A	9A	3°	9E	9D	9A	9B	
4°			6D	6C	6A	4°		9C		8B	9B	4°	9C		9B		
5°			6A	6B	6B	5°	9B	8B		8A	9A	5°			9A		

Figura 0.38 – Solução 6.9 – Horários dos professores – Solução Inicial (1).
Fonte: Autor (2014).

ProfPort5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				7C		1°			6D	8C	8C	1°			9E	9C	9C
2°			7B			2°	7D	6C	6C	8D		2°	9D	9D			9A
3°				7B	7A	3°		6D	7D			3°			9E		
4°			7B	7C	7C	4°	7D		6C	8C		4°	9E	9D	9C	9A	9A
5°	7B	7A	7C	7A	7A	5°			8D	8D	6D	5°			9B		9B
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°						1°			9E			1°				7E	
2°					7E	2°	9E		9C			2°					
3°	8E	8E	6E			3°			8D		9B	3°				7E	
4°					7E	4°	9D		9A	9C	8B	4°		7E			
5°		6E	6E	7E		5°	8B	9D	9B	9A	8D	5°		7E			
ProfPort7	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°		6D	7D	6E		1°	8B	8A									
2°		7D	7D			2°		8C	8C	8C	6B						
3°			6D			3°		8A		8B	6A						
4°			6E	6E	6D	4°		8B		8A	6B						
5°	6E	6D	6D	7D	6E	5°		6B		6A	6A						

Figura 0.39 – Solução 6.9 – Horários dos professores – Solução Inicial (2).
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Cie	Mat	Port	Art	1°	Cie	Port	Ed Fis	Art	Port	1°	Port	Hist	Geo	Mat	Hist
2°	Cie	Port	Ed Fis	Ing	Geo	2°	Mat	Cie	Mat	Port	Hist	2°	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Cie	Port
3°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Hist	3°	Cie	Port	Ed Fis	Art	Geo	3°	Port	Cie	Geo	Mat	Art
4°	Cie	Port	Ing	Art	Geo	4°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Hist	4°	Ing	Hist	Ed Fis	Geo	Port
5°	Port	Ed Fis	Geo	Hist	Hist	5°	Ing	Hist	Ing	Geo	Geo	5°	Mat	Cie	Mat	Port	Art
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ing	Port	Ed Fis	Cie	Mat	1°	Hist	Mat	Ed Fis	Port	Cie	1°	Hist	Hist	Mat	Cie	Mat
2°	Hist	Hist	Geo	Mat	Art	2°	Ing	Ed Fis	Art	Art	Mat	2°	Geo	Cie	Ing	Mat	Ed Fis
3°	Ing	Ed Fis	Port	Geo	Mat	3°	Hist	Hist	Geo	Cie	Cie	3°	Hist	Geo	Mat	Ing	Port
4°	Hist	Cie	Geo	Mat	Port	4°	Ing	Ed Fis	Port	Port	Mat	4°	Geo	Cie	Ed Fis	Mat	Ed Fis
5°	Cie	Port	Port	Art	Ed Fis	5°	Port	Geo	Geo	Mat	Port	5°	Art	Port	Art	Port	Port
7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Cie	Mat	Ing	Mat	1°	Ed Fis	Ed Fis	Ing	Port	Cie	1°	Art	Mat	Port	Hist	Ing
2°	Hist	Hist	Port	Cie	Geo	2°	Mat	Geo	Mat	Art	Mat	2°	Ed Fis	Port	Port	Geo	Cie
3°	Mat	Cie	Mat	Port	Ed Fis	3°	Ed Fis	Hist	Ing	Cie	Geo	3°	Art	Ing	Ed Fis	Hist	Mat
4°	Hist	Geo	Port	Ing	Art	4°	Mat	Art	Mat	Port	Port	4°	Ed Fis	Hist	Geo	Cie	Geo
5°	Port	Art	Ed Fis	Geo	Ed Fis	5°	Hist	Hist	Port	Cie	Geo	5°	Mat	Cie	Mat	Port	Mat
7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Ed Fis	Hist	Port	Mat	1°	Mat	Hist	Art	Cie	Mat	1°	Hist	Cie	Mat	Ed Fis	Port
2°	Art	Ing	Cie	Hist	Geo	2°	Geo	Cie	Mat	Geo	Ed Fis	2°	Mat	Port	Art	Cie	Mat
3°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Cie	3°	Mat	Hist	Port	Ed Fis	Ing	3°	Port	Cie	Mat	Hist	Port
4°	Art	Port	Ed Fis	Hist	Geo	4°	Port	Cie	Mat	Hist	Ing	4°	Mat	Hist	Art	Ed Fis	Geo
5°	Ing	Port	Mat	Geo	Cie	5°	Art	Port	Port	Ed Fis	Port	5°	Geo	Ed Fis	Ing	Port	Ing
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Mat	Port	Ed Fis	Ed Fis	1°	Port	Port	Mat	Art	Cie	1°	Cie	Mat	Port	Ing	Ing
2°	Ing	Hist	Hist	Hist	Port	2°	Mat	Ing	Port	Ed Fis	Mat	2°	Port	Port	Mat	Art	Cie
3°	Geo	Mat	Art	Cie	Mat	3°	Port	Port	Geo	Art	Cie	3°	Geo	Geo	Ed Fis	Hist	Mat
4°	Ing	Port	Port	Ed Fis	Port	4°	Mat	Ing	Mat	Cie	Hist	4°	Port	Port	Hist	Art	Cie
5°	Mat	Cie	Art	Cie	Mat	5°	Hist	Hist	Ed Fis	Ed Fis	Geo	5°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Mat
9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Port	Port	Mat	Mat	1°	Cie	Mat	Ing	Cie	Ed Fis	1°	Mat	Ing	Hist	Hist	Port
2°	Cie	Mat	Ed Fis	Cie	Hist	2°	Port	Port	Port	Mat	Mat	2°	Art	Ed Fis	Geo	Ed Fis	Cie
3°	Port	Port	Art	Mat	Ed Fis	3°	Cie	Mat	Ing	Art	Geo	3°	Mat	Ing	Port	Cie	Mat
4°	Cie	Mat	Geo	Hist	Hist	4°	Port	Port	Art	Mat	Ed Fis	4°	Art	Ed Fis	Hist	Geo	Cie
5°	Ing	Ing	Art	Geo	Ed Fis	5°	Ed Fis	Hist	Geo	Hist	Hist	5°	Port	Port	Port	Mat	Mat
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	Ing	Art	Cie	Port	Ed Fis	1°	Art	Hist	Geo	Mat	Ing						
2°	Hist	Hist	Mat	Ed Fis	Port	2°	Geo	Cie	Ed Fis	Port	Mat						
3°	Ing	Art	Cie	Port	Mat	3°	Art	Hist	Port	Mat	Ed Fis						
4°	Geo	Hist	Port	Ed Fis	Port	4°	Hist	Cie	Mat	Ing	Mat						
5°	Cie	Geo	Mat	Mat	Mat	5°	Port	Port	Port	Ed Fis	Cie						

Figura 0.40 – Solução 6.9 – Horários das turmas – Solução Inicial.

Fonte: Autor (2014).

ProfMat6	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B	7D	7B		7B	1°	6A	6E	6A	6C	6D	1°	7A	7A	7E	7D	
2°	7C		7C		7C	2°	6B		6B	6D	6E	2°	7B	7B		7E	
3°	7B		7B		7D	3°	6A		6A	6C	6D	3°	7A	7C		7D	
4°	7C		7C			4°	6B		6B	6D	6E	4°	7B	7D		7E	
5°	7D		7D		7D	5°	6C		6C	6E		5°	7C	7C			
ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9A	9A	9A	9D	9C	1°		7B		7A	7C	1°			7A	9E	7A
2°	9B	9B	9B		9D	2°		7A	7E	7B	7D	2°			9D	7A	9E
3°	9A	9A	9C	9D		3°		7B		7C	7E	3°			7A	9E	9D
4°	9B	9B	9D		9D	4°		7A		7D		4°			9E	7A	9E
5°	9C	9C	9C			5°		7D		7C	7E	5°			9D	9D	9D
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6B	6A		6D	6E	1°	7E	8E	8D		7E	1°	9C	9B		9A	9A
2°	6A	6B		6C		2°	8D		8E		8D	2°		9A		9B	9B
3°	6B	6C		6E	6E	3°	7E		7E		8E	3°	9C	9B		9A	9C
4°	6A	6D				4°	8D		8D			4°		9A		9B	
5°	6D	6C				5°	8E		7E		8E	5°				9C	9C
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort6	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8D	8D	8E			1°		7E	6E		9D	1°	6C	6B		6A	6B
2°	8E	8E	8D	9E		2°		6E	9E	9D		2°		6A		6B	6C
3°	8D	8D	9E			3°		7E	8E		9E	3°	6C	6B		6A	
4°	8E	8E				4°		6E	7E	9D		4°		6A		6B	6C
5°	9E	9E	9E			5°		8E	8E	9E		5°	6A			6C	
ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7D		8A	8D		1°	7C	7C	6B			1°	8A	8C	8B		8A
2°	7E		8B	8E		2°			6A		7A	2°	8B		8A		8B
3°	7D		8C	8D		3°	7C	6A	6B		7B	3°	8A	8C	8B		8C
4°	7E		8B	8E		4°		6B	7A		7A	4°	8B		8A		
5°	8A		8C			5°		6A	7B		7B	5°	8C				8C
ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7C	7B	7D	1°	8C					1°	8E	8B		8A	8D
2°	6C		7A	6A		2°	7A	7C		7D	7B	2°		8A		8B	8E
3°		7D	7C	7A		3°	8C	7A			7C	3°		8B		8C	8D
4°	6C		6A	7B		4°	7A	7B	7D		7D	4°		8A		8D	8E
5°	6B		6B			5°				7B	7C	5°		8C		8C	
ProfIng3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6D			8E	8E	1°			8C		8B	1°	9B		9D	9B	
2°	6E	7E				2°		8B			8C	2°	9A	9E		9A	9C
3°	6D				8A	3°	8B		8A		8B	3°	9B		9D	9C	
4°	6E				8A	4°	8A	8C	8C		8C	4°	9A	9E			9C
5°	7E		8B		8B	5°		8A	8A	8B	8A	5°	9D				9E
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6E	6C			6C	1°				6B	6A	1°	9D	9C	9B		9E
2°	6D	6D				2°				7C	6D	2°	8C	8D			
3°	6E	6E		8E		3°				6B	6C	3°	9D	9C	9B		
4°	6D	6C	8E		8D	4°		7C		6A	7B	4°	8C	8D		9E	
5°	8D	8D		8E		5°	7A	7B	7A	6D	6C	5°	9A	9A			
ProfGeo4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6C			1°				8B	9B	1°	9E	9D			
2°	8A		6D	8A	6A	2°		9C	9A	9C	8A	2°	9C		6E	6E	
3°			6C	6D	6B	3°				8A	9A	3°	9E	9D	9A	9B	
4°			6D	6C	6A	4°		9C		8B	9B	4°	9C		9B		
5°			6A	6B	6B	5°	9B	8B		8A	9A	5°			9A		

Figura 0.41 – Solução 6.9 – Horários dos professores – Busca Local (1).

Fonte: Autor (2014).

ProfPort5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				7C		1°			6D	8C	8C	1°		9E	9C	9C	
2°			7B			2°	7D	6C	6C	8D		2°	9D	9D			9A
3°				7B	7A	3°		6D	7D			3°		9E			
4°			7B	7C	7C	4°	7D		6C	8C		4°	9E	9D	9C	9A	9A
5°	7B	7A	7C	7A	7A	5°			8D	8D	6D	5°		9B		9B	9B
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°						1°			9E			1°				7E	
2°					7E	2°	9E		9C			2°					
3°	8E	8E	6E			3°			8D		9B	3°				7E	
4°					7E	4°	9D		9A	9C	8B	4°		7E			
5°		6E	6E	7E		5°	8B	9D	9B	9A	8D	5°		7E			
ProfPort7	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°		6D	7D	6E		1°	8B	8A									
2°		7D	7D			2°		8C	8C	8C	6B						
3°			6D			3°		8A		8B	6A						
4°			6E	6E	6D	4°		8B		8A	6B						
5°	6E	6D	6D	7D	6E	5°		6B		6A	6A						

Figura 0.42 – Solução 6.9 – Horários dos professores – Busca Local (2).
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Cie	Mat	Port	Art	1°	Cie	Port	Ed Fis	Art	Port	1°	Port	Hist	Geo	Mat	Hist
2°	Cie	Port	Ed Fis	Ing	Geo	2°	Mat	Cie	Mat	Port	Hist	2°	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Cie	Port
3°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Hist	3°	Cie	Port	Ed Fis	Art	Geo	3°	Port	Cie	Geo	Mat	Art
4°	Cie	Port	Ing	Art	Geo	4°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Hist	4°	Ing	Hist	Ed Fis	Geo	Port
5°	Port	Ed Fis	Geo	Hist	Hist	5°	Ing	Hist	Ing	Geo	Geo	5°	Mat	Cie	Mat	Port	Art
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ing	Port	Ed Fis	Cie	Mat	1°	Hist	Mat	Ed Fis	Port	Cie	1°	Hist	Hist	Mat	Cie	Mat
2°	Hist	Hist	Geo	Mat	Art	2°	Ing	Ed Fis	Art	Art	Mat	2°	Geo	Cie	Ing	Mat	Ed Fis
3°	Ing	Ed Fis	Port	Geo	Mat	3°	Hist	Hist	Geo	Cie	Cie	3°	Hist	Geo	Mat	Ing	Port
4°	Hist	Cie	Geo	Mat	Port	4°	Ing	Ed Fis	Port	Port	Mat	4°	Geo	Cie	Ed Fis	Mat	Ed Fis
5°	Cie	Port	Port	Art	Ed Fis	5°	Port	Geo	Geo	Mat	Port	5°	Art	Port	Art	Port	Port
7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Cie	Mat	Ing	Mat	1°	Ed Fis	Ed Fis	Ing	Port	Cie	1°	Art	Mat	Port	Hist	Ing
2°	Hist	Hist	Port	Cie	Geo	2°	Mat	Geo	Mat	Art	Mat	2°	Ed Fis	Port	Port	Geo	Cie
3°	Mat	Cie	Mat	Port	Ed Fis	3°	Ed Fis	Hist	Ing	Cie	Geo	3°	Art	Ing	Ed Fis	Hist	Mat
4°	Hist	Geo	Port	Ing	Art	4°	Mat	Art	Mat	Port	Port	4°	Ed Fis	Hist	Geo	Cie	Geo
5°	Port	Art	Ed Fis	Geo	Ed Fis	5°	Hist	Hist	Port	Cie	Geo	5°	Mat	Cie	Mat	Port	Mat
7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Ed Fis	Hist	Port	Mat	1°	Mat	Hist	Art	Cie	Mat	1°	Hist	Cie	Mat	Ed Fis	Port
2°	Art	Ing	Cie	Hist	Geo	2°	Geo	Cie	Mat	Geo	Ed Fis	2°	Mat	Port	Art	Cie	Mat
3°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Cie	3°	Mat	Hist	Port	Ed Fis	Ing	3°	Port	Cie	Mat	Hist	Port
4°	Art	Port	Ed Fis	Hist	Geo	4°	Port	Cie	Mat	Hist	Ing	4°	Mat	Hist	Art	Ed Fis	Geo
5°	Ing	Port	Mat	Geo	Cie	5°	Art	Port	Port	Ed Fis	Port	5°	Geo	Ed Fis	Ing	Port	Ing
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Mat	Port	Ed Fis	Ed Fis	1°	Port	Port	Mat	Art	Cie	1°	Cie	Mat	Port	Ing	Ing
2°	Ing	Hist	Hist	Hist	Port	2°	Mat	Ing	Port	Ed Fis	Mat	2°	Port	Port	Mat	Art	Cie
3°	Geo	Mat	Art	Cie	Mat	3°	Port	Port	Geo	Art	Cie	3°	Geo	Geo	Ed Fis	Hist	Mat
4°	Ing	Port	Port	Ed Fis	Port	4°	Mat	Ing	Mat	Cie	Hist	4°	Port	Port	Hist	Art	Cie
5°	Mat	Cie	Art	Cie	Mat	5°	Hist	Hist	Ed Fis	Ed Fis	Geo	5°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Mat
9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Port	Port	Mat	Mat	1°	Cie	Mat	Ing	Cie	Ed Fis	1°	Mat	Ing	Hist	Hist	Port
2°	Cie	Mat	Ed Fis	Cie	Hist	2°	Port	Port	Port	Mat	Mat	2°	Art	Ed Fis	Geo	Ed Fis	Cie
3°	Port	Port	Art	Mat	Ed Fis	3°	Cie	Mat	Ing	Art	Geo	3°	Mat	Ing	Port	Cie	Mat
4°	Cie	Mat	Geo	Hist	Hist	4°	Port	Port	Art	Mat	Ed Fis	4°	Art	Ed Fis	Hist	Geo	Cie
5°	Ing	Ing	Art	Geo	Ed Fis	5°	Ed Fis	Hist	Geo	Hist	Hist	5°	Port	Port	Port	Mat	Mat
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	Ing	Art	Cie	Port	Ed Fis	1°	Art	Hist	Geo	Mat	Ing						
2°	Hist	Hist	Mat	Ed Fis	Port	2°	Geo	Cie	Ed Fis	Port	Mat						
3°	Ing	Art	Cie	Port	Mat	3°	Art	Hist	Port	Mat	Ed Fis						
4°	Geo	Hist	Port	Ed Fis	Port	4°	Hist	Cie	Mat	Ing	Mat						
5°	Cie	Geo	Mat	Mat	Mat	5°	Port	Port	Port	Ed Fis	Cie						

Figura 0.43 – Solução 6.9 – Horários das turmas – Busca Local.

Fonte: Autor (2014).

ProfMat6	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B		7B		7B	1°		6A	6A	6C	6D	1°	7A	7C		7D	
2°	7D		7C		7C	2°	6B	6C	6B	6D	6E	2°	7B	7B		7E	
3°	7B		7B		7D	3°			6A	6C	6A	3°	7C	7A		7D	
4°	7C		7C		7C	4°	6D		6B	6D	6E	4°	7B	7D		7E	
5°	7D		7D		7D	5°	6E	6B	6C	6E		5°	7E	7C		7A	
ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9A	9A	9A		9C	1°		7B		7A	7C	1°			7A	9E	7A
2°	9B	9B	9B			2°		7A		7B	7D	2°			9D	7A	9E
3°	9D	9A	9C	9D		3°		7B		7C	7E	3°			7A	9E	9D
4°	9B	9B	9D	9C	9D	4°		7A		7D	7D	4°			9E	7A	9E
5°	9C	9D	9C	9A		5°		7E		7C	7E	5°			9D	9D	9D
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C	6D		6D		1°	8E		8D		7E	1°	9C	9C		9A	9A
2°	6D	6E		6B		2°	8D		8E		8D	2°		9A		9B	9B
3°	6A	6C		6E		3°	7E		7E		8E	3°		9B		9A	9C
4°	6A	6E		6C		4°	8D		8D		7E	4°		9A		9B	
5°	6B	6A		6B		5°	8E		7E		8E	5°		9B		9C	9C
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort6	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8D	8D	9E			1°		7E	6E	7E		1°	6B	6B		6A	
2°	8E	9E	8D			2°		9D	9E	9D		2°	6C	6A		6C	
3°	8D	8D	9E			3°		9D	8E	7E		3°	6C	6B		6A	
4°	8E	8E	8E			4°		9E	6E	6E		4°	6B	6A		6B	
5°	9E	9E	8E			5°		8E	9E	8E		5°	6A	6C		6C	
ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7E		8A	8D		1°			7C		6B	1°		8C	8B		8A
2°	8B		8B	8E		2°		6B	6A		7A	2°			8C	8C	8B
3°	8C		8C	8D	8A	3°		6A	7C		7B	3°	8A	8A	8B		8C
4°	7D		7D	8E		4°		6B	7A		7A	4°	8B		8A		8A
5°				7E		5°	7C	7B	6A		7B	5°				8B	8C
ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7C		6B	7B		1°	7D	7A			8C	1°		8E		8A	8D
2°			7A	6A		2°	7A	7C			7B	2°		8A		8B	8E
3°	7D		6B	7A		3°		7D			7C	3°		8B		8C	8D
4°	6C		6A	7B		4°	7A	7B			8C	4°		8A		8D	8E
5°	6C		7C	7D		5°		7D	7B		7C	5°		8C		8C	8B
ProfIng3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8A		8E			1°	8B	8B	8C			1°	9B			9B	9D
2°	6E	8E	8A			2°	8C	8B				2°	9A			9A	9C
3°	6E	7E	6D			3°	8B	8C	8A			3°	9B		9D		9E
4°	7E	8B				4°	8C	8C	8B			4°	9A		9C	9D	9C
5°		6D	8B			5°	8A	8A	8A		8A	5°				9E	9E
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6D	6C		8E	8E	1°				6B	6A	1°	9E	9D	9B		
2°		6D			6C	2°	7C			7C	6D	2°	9E	8D			
3°	6D	6E		8E	6E	3°	7A			6B	6C	3°	9C	9C	9B		
4°		6C			8D	4°				6A	7B	4°	9D	8D	8C		
5°	8D	8D			6E	5°	7A		6D	7B	6C	5°	9A	9A	8C		
ProfGeo4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A		6C		6C	1°		9B	9C	8B	9B	1°	9D			9C	
2°	8A		6D		6A	2°			9A	9C	8A	2°			6E	6E	
3°	6B		6C		6B	3°				8A	9A	3°	9E		9A	9B	
4°	8A		6D		6A	4°		9C		8B	9B	4°	9C		9B	9E	
5°	6D				6B	5°		8B		8A	9A	5°	9D		9A		

Figura 0.44 – Solução 6.9 – Horários dos professores – *Iterated Local Search* (1).

Fonte: Autor (2014).

ProfPort5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				7C		1°		7D	6D	8C	7D	1°		9E		9D	
2°			7B			2°			6C	8D	8C	2°	9D	9C		9E	9A
3°		7C		7B	7A	3°		6D	7D			3°		9E		9C	
4°		7C	7B	7C		4°			6C	8C	6C	4°		9D		9A	9A
5°	7B	7A	7A		7A	5°			8D	8D	6D	5°	9B	9C		9B	9B
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6E		7E			1°			9D		9E	1°					
2°	7E	7E				2°	9C		9C		9D	2°			7E		7E
3°	8E	8E	6E			3°	9A		8D		9B	3°					
4°						4°	9E		9A		8B	4°		7E	7E		
5°			6E			5°	8B		9B		8D	5°					
ProfPort7	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°		6E	7D	6E	6E	1°	8C	8A			8B						
2°		7D	7D	7D		2°	6A	8C		8A	6B						
3°				6D	6D	3°				8B	8B						
4°	6E	6D			6D	4°				8A	6B						
5°		6E		6D		5°	8C		6B	6A	6A						

Figura 0.45 – Solução 6.9 – Horários dos professores – *Iterated Local Search* (2).
 Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Mat	Mat	Port	Art	1°	Port	Port	Ing	Art	Ed Fis	1°	Cie	Hist	Geo	Mat	Geo
2°	Hist	Port	Ed Fis	Ing	Geo	2°	Mat	Ed Fis	Mat	Cie	Hist	2°	Port	Mat	Ed Fis	Port	Hist
3°	Cie	Ed Fis	Mat	Port	Mat	3°	Geo	Port	Ing	Art	Geo	3°	Port	Cie	Geo	Mat	Art
4°	Cie	Port	Ing	Art	Geo	4°	Port	Ed Fis	Mat	Port	Hist	4°	Ing	Hist	Ed Fis	Cie	Ed Fis
5°	Port	Cie	Ed Fis	Hist	Hist	5°	Cie	Mat	Hist	Cie	Geo	5°	Ing	Port	Mat	Port	Art
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Cie	Ed Fis	Cie	Mat	1°	Geo	Port	Ed Fis	Port	Port	1°	Hist	Geo	Mat	Cie	Mat
2°	Cie	Hist	Geo	Mat	Art	2°	Ing	Cie	Art	Art	Mat	2°	Geo	Cie	Ing	Mat	Ed Fis
3°	Hist	Ed Fis	Ing	Port	Port	3°	Ing	Hist	Geo	Cie	Hist	3°	Art	Hist	Mat	Ing	Port
4°	Mat	Port	Geo	Mat	Port	4°	Port	Cie	Ed Fis	Ed Fis	Mat	4°	Geo	Cie	Ed Fis	Mat	Ed Fis
5°	Geo	Ing	Art	Port	Ed Fis	5°	Mat	Port	Geo	Mat	Hist	5°	Art	Port	Port	Hist	Port
7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Cie	Mat	Ing	Mat	1°	Ing	Hist	Ed Fis	Port	Cie	1°	Geo	Ed Fis	Port	Hist	Ed Fis
2°	Hist	Hist	Port	Cie	Geo	2°	Art	Geo	Mat	Art	Mat	2°	Mat	Port	Port	Port	Cie
3°	Mat	Cie	Mat	Port	Ed Fis	3°	Hist	Port	Ed Fis	Cie	Geo	3°	Ing	Geo	Ed Fis	Hist	Mat
4°	Hist	Geo	Port	Ing	Art	4°	Mat	Port	Mat	Port	Mat	4°	Art	Hist	Art	Cie	Cie
5°	Port	Ed Fis	Geo	Art	Ed Fis	5°	Ed Fis	Hist	Ing	Cie	Geo	5°	Mat	Geo	Mat	Ing	Mat
7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Ed Fis	Geo	Ed Fis	Mat	1°	Ing	Hist	Art	Cie	Mat	1°	Port	Port	Mat	Ed Fis	Hist
2°	Geo	Geo	Port	Hist	Port	2°	Geo	Cie	Ing	Hist	Ed Fis	2°	Art	Port	Art	Cie	Mat
3°	Mat	Ing	Mat	Ed Fis	Cie	3°	Mat	Mat	Port	Ed Fis	Art	3°	Port	Cie	Mat	Hist	Hist
4°	Ing	Port	Port	Hist	Mat	4°	Geo	Cie	Mat	Hist	Mat	4°	Mat	Ing	Port	Ed Fis	Geo
5°	Hist	Cie	Mat	Art	Cie	5°	Port	Port	Port	Ed Fis	Port	5°	Geo	Ed Fis	Ing	Mat	Cie
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Mat	Port	Ed Fis	Geo	1°	Port	Port	Mat	Art	Cie	1°	Mat	Cie	Ing	Hist	Hist
2°	Port	Hist	Mat	Mat	Ed Fis	2°	Mat	Ing	Port	Ed Fis	Mat	2°	Port	Ing	Mat	Art	Cie
3°	Art	Port	Art	Cie	Mat	3°	Port	Port	Geo	Art	Cie	3°	Geo	Geo	Ed Fis	Hist	Mat
4°	Port	Port	Ing	Ed Fis	Geo	4°	Mat	Ing	Mat	Cie	Hist	4°	Port	Port	Port	Art	Cie
5°	Hist	Cie	Ing	Cie	Mat	5°	Hist	Hist	Ed Fis	Ed Fis	Geo	5°	Mat	Ed Fis	Port	Ed Fis	Mat
9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Port	Port	Mat	Mat	1°	Cie	Ed Fis	Ing	Cie	Ed Fis	1°	Mat	Mat	Ed Fis	Art	Port
2°	Cie	Mat	Ed Fis	Cie	Hist	2°	Port	Port	Port	Mat	Mat	2°	Geo	Hist	Geo	Ed Fis	Cie
3°	Geo	Port	Art	Mat	Ed Fis	3°	Cie	Mat	Ing	Art	Geo	3°	Ing	Ing	Port	Hist	Mat
4°	Cie	Mat	Geo	Hist	Hist	4°	Port	Port	Art	Mat	Ed Fis	4°	Art	Ed Fis	Cie	Port	Cie
5°	Ing	Ing	Art	Port	Ed Fis	5°	Hist	Mat	Geo	Hist	Hist	5°	Port	Hist	Port	Mat	Mat
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	Art	Ing	Geo	Hist	Cie	1°	Ing	Hist	Port	Mat	Geo						
2°	Hist	Ed Fis	Mat	Ed Fis	Geo	2°	Ing	Port	Ed Fis	Hist	Mat						
3°	Port	Ed Fis	Cie	Port	Mat	3°	Art	Hist	Port	Mat	Cie						
4°	Ing	Hist	Port	Cie	Port	4°	Geo	Ed Fis	Mat	Art	Mat						
5°	Art	Port	Mat	Mat	Mat	5°	Port	Port	Ed Fis	Cie	Cie						

Figura 0.46 – Solução 6.9 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.

Fonte: Autor (2014).

ProfMat6	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7D		7B		7D	1°	6A		6B	6B	6C	1°	7B	7C		7E	
2°	7C		7C		7B	2°	6E		6A	6E	6E	2°	7A	7E		7A	
3°	7B		7B		7C	3°	6B		6C	6A	6C	3°	7D	7B		7D	
4°	7D		7D		7B	4°	6D		6D	6B	6E	4°	7C	7A		7B	
5°	7C		7C		7D	5°	6C		6A	6D	6D	5°	7D	7C		7E	
ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9B	9C	9D		9A	1°		7D		7A	7C	1°			7A	9E	9D
2°	9C	9A	9B		9D	2°		7B		7E	7D	2°			9E	9D	7A
3°	9A	9B	9C		9C	3°		7A		7B	7E	3°			9D	9E	9E
4°	9C	9D	9A		9B	4°		7D		7E	7C	4°			7A	9D	7A
5°	9D	9A	9B		9D	5°		7B		7C	7A	5°			9D	7A	9E
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6E	6A		6D		1°	8E		8D		7E	1°		9B		9B	9C
2°	6B	6B		6B		2°	8D		7E		8D	2°		9C		9A	9A
3°	6E	6E		6C		3°	8E		8D		8E	3°		9A		9C	9B
4°	6C	6A		6D		4°	8D		8E		7E	4°		9B		9A	9C
5°	6D	6C		6A		5°	7E		7E		8E	5°		9C		9B	9A
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort6	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9E	8E	9E			1°		9D	7E	6E		1°	6B	6B		6A	
2°	8E	9E	8D			2°		6E	9D	8E		2°	6C	6C		6C	
3°	8D	8D	8E			3°		8E	9E	7E		3°	6A	6A		6B	
4°	9E	8E	8D			4°		9E	9D	9E		4°	6B	6C		6A	
5°	8E	8D	9E			5°		7E	6E	8E		5°	6A	6B		6C	
ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			8B	8E		1°		7A	6A		7B	1°	8C		8C		8A
2°	8A		7D	8D		2°		7C	7A		6B	2°	8B		8B		8C
3°	8C		7E	8E		3°		6B	6A		7B	3°	8A		8A		8B
4°	7E		8C	8A		4°		7C	7B		6A	4°	8B		8B		8A
5°	8B		7D	8D		5°		7A	6B		7C	5°	8C		8A		8C
ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C		7D	7B		1°	7A	7B			8C	1°		8D		8C	8E
2°	6A		6B	7C		2°	7D				7C	2°		8C		8A	8A
3°	7A		7C	7A		3°	7C	7C			7A	3°		8B		8D	8C
4°	6A		6B	6C		4°	7A	8C			7D	4°		8A		8E	8E
5°			7B	7D		5°	7B	7D			7B	5°		8B		8B	8D
ProfIng3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8B		8E			1°	8A	8B	8A			1°	9A			9A	9E
2°	7E	8B	8A			2°	8C	8A	8C			2°	9B			9E	9C
3°		7E	6D			3°	8B	8C	8B			3°	9C			9D	9D
4°	8E		6E			4°	8C	8B	8A			4°	9B			9C	9E
5°	6E	8A	6D			5°	8A	8C	8B			5°	9A			9D	9B
ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8D	6C			6D	1°	7C			6C	7A	1°	9D	8C	9C		
2°	6D	8E			8E	2°	7B			6A	6A	2°	9E	8D	9A		
3°	6C	6D			6E	3°				6D	6D	3°	9B	9D	8C		
4°	6E	6E			8D	4°	7B			7C	6C	4°	9A		9C		
5°	8D	8E			6C	5°	7A			6B	6B	5°	9B	9E	8D		
ProfGeo4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6D		6D		6A	1°		9A		8A	8B	1°			9A	9D	
2°			6C		6C	2°		9B		9C	9B	2°	9A		6E		
3°	6D		6B		6A	3°		9C		8A	8A	3°	9D		9B	9B	
4°	8A		6A		6B	4°		9A		8B	9A	4°			9E	6E	
5°	6B		6C		8A	5°		9B		9C	8B	5°	9C		9C	9E	

Figura 0.47 – Solução 6 – Horários dos professores – Método Exato (1).
Fonte: Autor (2014).

ProfPort5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°			7C	7C		1°		6D	6C	8D		1°		9E		9C	9B						
2°		7A	7B	7B		2°		7D	6D	7D		2°		9D		9B	9E						
3°			7A	7C		3°		6C	7D	8C		3°		9E		9A	9A						
4°		7B	7C	7A		4°		8D	6C	8D		4°		9C		9B	9D						
5°			7A	7B		5°		6D	8C	8C		5°		9D		9A	9C						
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°			6E		6E	1°	9C		9B		8D	1°	7E	7E									
2°			8E		7E	2°	9D		9C	8B		2°											
3°			6E			3°	9E		9A		8D	3°	7E										
4°			7E			4°	9D		9B		8B	4°		7E									
5°			8E		7E	5°	9E		9A			5°											
ProfPort7	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°		6E		7D		1°		8A		8B	6B												
2°		6D		6D	6D	2°		6A		8C	8B												
3°		7D		6E	7D	3°		8A		8B	6B												
4°		6D		7D	6D	4°		6B		8C	8C												
5°		6E		6E	6E	5°		6A		8A	6A												

Figura 0.48 – Solução 6 – Horários dos professores – Método Exato (2).

Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Cie	Ed Fis	Port	Geo	1°	Port	Port	Mat	Mat	Hist	1°	Ing	Hist	Ed Fis	Art	Mat
2°	Ing	Hist	Mat	Art	Art	2°	Cie	Cie	Ing	Cie	Ed Fis	2°	Port	Port	Geo	Port	Geo
3°	Port	Port	Ed Fis	Mat	Geo	3°	Mat	Ed Fis	Geo	Port	Hist	3°	Hist	Ed Fis	Mat	Cie	Mat
4°	Ing	Cie	Geo	Port	Ed Fis	4°	Port	Hist	Ing	Mat	Geo	4°	Cie	Port	Ed Fis	Ing	Art
5°	Port	Hist	Mat	Cie	Hist	5°	Geo	Port	Ed Fis	Art	Art	5°	Mat	Cie	Geo	Port	Hist
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Ed Fis	Geo	Cie	Hist	1°	Cie	Port	Geo	Ed Fis	Geo	1°	Geo	Ed Fis	Mat	Cie	Art
2°	Hist	Port	Ed Fis	Port	Port	2°	Mat	Ed Fis	Art	Mat	Mat	2°	Hist	Port	Ed Fis	Hist	Mat
3°	Geo	Hist	Ing	Art	Art	3°	Cie	Cie	Geo	Port	Hist	3°	Ing	Cie	Port	Ing	Geo
4°	Mat	Port	Mat	Cie	Port	4°	Hist	Hist	Ing	Art	Mat	4°	Geo	Hist	Mat	Port	Mat
5°	Cie	Ed Fis	Ing	Mat	Mat	5°	Ing	Port	Ed Fis	Port	Port	5°	Art	Ed Fis	Port	Mat	Cie
7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Geo	Mat	Ing	Ed Fis	1°	Art	Hist	Port	Port	Cie	1°	Mat	Cie	Ing	Port	Mat
2°	Art	Cie	Port	Port	Mat	2°	Mat	Ed Fis	Mat	Ing	Geo	2°	Geo	Ed Fis	Art	Ed Fis	Cie
3°	Mat	Hist	Mat	Cie	Ed Fis	3°	Geo	Geo	Ing	Port	Mat	3°	Hist	Port	Ed Fis	Hist	Port
4°	Art	Port	Ed Fis	Hist	Mat	4°	Hist	Ed Fis	Port	Art	Cie	4°	Mat	Cie	Mat	Port	Geo
5°	Geo	Cie	Ing	Port	Geo	5°	Mat	Hist	Mat	Cie	Ed Fis	5°	Hist	Geo	Art	Ing	Mat
7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Port	Ed Fis	Hist	Mat	1°	Port	Hist	Port	Ed Fis	Mat	1°	Ing	Port	Art	Hist	Ed Fis
2°	Ing	Hist	Mat	Cie	Geo	2°	Art	Port	Ing	Cie	Cie	2°	Mat	Ing	Mat	Geo	Hist
3°	Port	Ing	Art	Ed Fis	Cie	3°	Mat	Hist	Mat	Ed Fis	Ed Fis	3°	Port	Cie	Port	Hist	Mat
4°	Art	Port	Geo	Cie	Mat	4°	Geo	Cie	Port	Art	Mat	4°	Mat	Port	Mat	Ed Fis	Geo
5°	Mat	Ed Fis	Mat	Hist	Geo	5°	Port	Ing	Mat	Hist	Geo	5°	Art	Cie	Port	Cie	Ed Fis
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Ing	Mat	Cie	Geo	1°	Hist	Cie	Mat	Ed Fis	Geo	1°	Mat	Port	Ing	Art	Cie
2°	Port	Cie	Port	Hist	Mat	2°	Mat	Ing	Port	Art	Mat	2°	Port	Hist	Geo	Ed Fis	Hist
3°	Art	Port	Ing	Ed Fis	Cie	3°	Port	Port	Mat	Cie	Geo	3°	Mat	Ed Fis	Port	Art	Mat
4°	Port	Geo	Art	Hist	Hist	4°	Mat	Ed Fis	Port	Ed Fis	Hist	4°	Ing	Port	Mat	Cie	Cie
5°	Mat	Port	Ed Fis	Ed Fis	Mat	5°	Hist	Port	Ing	Art	Cie	5°	Port	Hist	Geo	Ed Fis	Mat
9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Ed Fis	Art	Cie	Port	1°	Port	Mat	Geo	Mat	Hist	1°	Geo	Port	Ing	Hist	Mat
2°	Art	Port	Ing	Mat	Mat	2°	Cie	Ed Fis	Port	Hist	Ed Fis	2°	Port	Mat	Geo	Ed Fis	Cie
3°	Port	Mat	Geo	Hist	Hist	3°	Ing	Port	Art	Art	Mat	3°	Cie	Ed Fis	Port	Mat	Port
4°	Ing	Ed Fis	Port	Mat	Ed Fis	4°	Cie	Mat	Geo	Hist	Port	4°	Port	Hist	Ing	Cie	Mat
5°	Cie	Port	Geo	Hist	Mat	5°	Ing	Ed Fis	Port	Mat	Cie	5°	Art	Mat	Art	Ed Fis	Hist
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	Ing	Ed Fis	Port	Art	Mat	1°	Port	Hist	Port	Mat	Cie						
2°	Geo	Hist	Ed Fis	Mat	Port	2°	Ing	Port	Mat	Cie	Hist						
3°	Art	Ing	Mat	Cie	Cie	3°	Geo	Hist	Ed Fis	Mat	Mat						
4°	Geo	Port	Ed Fis	Mat	Hist	4°	Port	Ed Fis	Art	Ed Fis	Cie						
5°	Port	Hist	Mat	Cie	Port	5°	Geo	Ing	Port	Art	Mat						

Figura 0.49 – Solução 6 – Horários das turmas – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

Nas Figuras seguintes são apresentadas as características e resultados do Problema 7.

Tabela Professor	6A	6B	6C	6D	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
ProfArte1	X	X	X	X	X	X	X						4	3	14
ProfArte2								X	X	X	X	X	2	3	10
ProfCiencias1											X	X	2	4	6
ProfCiencias2			X	X	X	X	X						2	4	15
ProfCiencias3	X	X						X	X	X			2	4	15
ProfEdFis1							X	X	X	X	X	X	2	2	18
ProfEdFis2	X	X	X	X	X	X							6	2	18
ProfGeo1										X			2	5	2
ProfGeo2	X	X			X		X		X				6	5	14
ProfGeo3			X	X		X		X			X	X	3	5	15
ProfHist1	X	X	X	X			X						2	4	15
ProfHist2					X	X							6	2	6
ProfHist3								X	X	X	X	X	2	4	15
ProfIngles1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4	4	24
ProfMat1					X	X	X						5	3	15
ProfMat2		X	X	X									6	3	12
ProfMat3										X	X	X	5	3	15
ProfMat4	X							X	X				0	3	14
ProfPort1				X							X	X	4	6	15
ProfPort2								X	X	X			2	6	15
ProfPort3	X	X	X										5	6	15
ProfPort4					X	X	X						4	6	12

Figura 0.50 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 7.
Fonte: Autor (2014).

ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	6C	9A	7B	8A	1°		7C	7C	8C	9A	1°	6D	6D		6D	9B
2°	6B	6D	9B	7C	8B	2°		8A	8A	9A	9B	2°	9A	9A		9B	
3°	6A	7A	9A	7B	8C	3°		7C	8B	8C		3°	6D	6D		9A	
4°	6B	6D	9B	7C	8B	4°		8A	8C	9A	9B	4°	9A	9A		9B	
5°	6C	7A		8A	8C	5°		8B	8B	9B		5°	9B	9B			
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7A	6A	6A	7A		1°	7B		7A		7A	1°	8C				
2°		6B	6B	6D		2°	7A	7C	7B		7B	2°					
3°		6A	6C	7A		3°	7B		7A		7C	3°	8C				
4°	7B	6B	6D	6D		4°	7A		7B			4°					
5°		6C	6C	7B	7B	5°	7C		7C		7C	5°					
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9A			9A		1°	6B		6B			1°	9B				8C
2°	9B					2°	6C		6C			2°	8C		9A	8C	9A
3°	9A			9B		3°	6B		6B	6D		3°	9B				9B
4°	9B					4°	6C		6C			4°	8C		9A	8C	9A
5°						5°	6D		6D	6D		5°	9A		9B		9B
ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7C	6B	8B			1°		8A	8A	8A		1°		7A	7B	6C	6D
2°	6A	6A	7A			2°		8B	8B	8B	8C	2°		6C		7A	7C
3°	7A	6B	7C			3°		8A	8A			3°		7B		7C	
4°	6A	7A	8B			4°		8B		8B	8C	4°		6C		7A	7B
5°	6B	7C				5°		8C	8C	8C		5°		6D		7C	6D
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8A	9B	6D		6C	1°			6C	6B	6A	1°		8B		8B	
2°	6D			6C		2°			6A		6B	2°		8C	8C		6A
3°	8A	9B	7B		9A	3°		6C	6C		6C	3°		8B		6B	6B
4°	6D			6C		4°		6A	6A	6C	6B	4°		8C	8A	6A	8A
5°	7B		7B		9A	5°		6A	6B	6B		5°		8A		6B	6A
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				6A	6B	1°	6C			7C		1°		7B			7B
2°	7C		6D	6B	6C	2°				7B	6D	2°		7A			
3°				6A	6D	3°	7C		6D	6C	6A	3°					7A
4°		7C	7C	6B	6D	4°			6B	7B	7A	4°		7B			
5°		6A		6C	6C	5°	7A			6A	6B	5°				7A	
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8B	8C	9B			1°		9A	8C	9B		1°					8B
2°						2°	8B	9B		8A		2°	8A			6A	8A
3°	8B	9A	9B		8A	3°		8C	8C	8B		3°		6A	8A	8B	
4°	8A					4°		9B				4°	8B			8A	6A
5°	8C		9A			5°	8A	9A	8A	9A	8B	5°	8B		6A	8B	8A
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°					7C												
2°	7B	7B	7C		7A												
3°					7B												
4°	7C		7A		7C												
5°		7B	7A		7A												

Figura 0.51 – Solução 7.4 – Horários dos professores – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Port	1°	Mat	Geo	Mat	Port	Hist	1°	Art	Ing	Port	Cie	Geo
2°	Geo	Geo	Port	Mat	Cie	2°	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Port	2°	Mat	Cie	Mat	Geo	Hist
3°	Ing	Ed Fis	Mat	Hist	Art	3°	Mat	Geo	Mat	Cie	Cie	3°	Port	Port	Ed Fis	Art	Port
4°	Geo	Port	Port	Cie	Mat	4°	Ing	Ed Fis	Art	Hist	Port	4°	Mat	Cie	Mat	Port	Geo
5°	Port	Hist	Mat	Art	Cie	5°	Geo	Port	Port	Cie	Art	5°	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Hist
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Port	Geo	Port	Cie	1°	Ed Fis	Cie	Mat	Ed Fis	Mat	1°	Mat	Hist	Cie	Ing	Hist
2°	Geo	Ing	Hist	Ed Fis	Art	2°	Mat	Hist	Geo	Cie	Port	2°	Port	Port	Mat	Art	Mat
3°	Port	Port	Art	Mat	Hist	3°	Geo	Ing	Mat	Ed Fis	Hist	3°	Mat	Cie	Geo	Ing	Port
4°	Geo	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Hist	4°	Mat	Geo	Port	Cie	Art	4°	Ed Fis	Hist	Mat	Art	Cie
5°	Mat	Cie	Mat	Mat	Cie	5°	Art	Ing	Port	Hist	Port	5°	Geo	Port	Geo	Ed Fis	Ed Fis
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Ed Fis	Ed Fis	Art	Port	1°	Geo	Port	Port	Port	Ing	1°	Art	Cie	Geo	Cie	Mat
2°	Hist	Mat	Port	Ing	Cie	2°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Mat	2°	Hist	Port	Port	Port	Ing
3°	Art	Ed Fis	Geo	Cie	Mat	3°	Geo	Port	Port	Mat	Art	3°	Art	Cie	Ed Fis	Hist	Mat
4°	Port	Hist	Hist	Ing	Port	4°	Art	Ed Fis	Cie	Mat	Cie	4°	Mat	Port	Geo	Port	Ing
5°	Mat	Geo	Mat	Cie	Mat	5°	Hist	Cie	Hist	Ing	Mat	5°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Hist
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Art	Hist	Ed Fis	Mat	1°	Cie	Hist	Ing	Cie	Ed Fis	1°	Mat	Geo	Art	Hist	Port
2°	Mat	Cie	Cie	Mat	Port	2°	Port	Port	Mat	Ed Fis	Mat	2°	Cie	Hist	Ing	Port	Ed Fis
3°	Geo	Hist	Hist	Ed Fis	Ing	3°	Cie	Art	Ing	Port	Geo	3°	Mat	Geo	Art	Cie	Mat
4°	Mat	Cie	Ed Fis	Mat	Port	4°	Port	Port	Mat	Ed Fis	Mat	4°	Cie	Hist	Ing	Port	Ed Fis
5°	Art	Port	Port	Port	Ing	5°	Mat	Hist	Art	Hist	Geo	5°	Port	Port	Mat	Ed Fis	Mat

Figura 0.52 – Solução 7.4 – Horários das turmas – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	6A	6C	9A	7B	8A	1°		7C	7C	8C	9A	1°	6D	6D		6D	9B	
2°	6B	6D	9B	7C	8B	2°		8A	8A	9A	9B	2°	9A	9A		9B		
3°	6A	7A	9A	7B	8C	3°		7C	8B	8C		3°	6D	6D		9A		
4°	6B	6D	9B	7C	8B	4°		8A	8C	9A	9B	4°	9A	9A		9B		
5°	6C	7A		8A	8C	5°		8B	8B	9B		5°	9B	9B				
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	7A	6A	6A	7A		1°	7B		7A		7A	1°	8C					
2°		6B	6B	6D		2°	7A	7C	7B		7B	2°						
3°		6A	6C	7A		3°	7B		7A		7C	3°	8C					
4°	7B	6B	6D	6D		4°	7A		7B			4°						
5°		6C	6C	7B	7B	5°	7C		7C		7C	5°						
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	9A			9A		1°	6B		6B			1°	9B				8C	
2°	9B					2°	6C		6C			2°	8C		9A	8C	9A	
3°	9A			9B		3°	6B		6B	6D		3°	9B				9B	
4°	9B					4°	6C		6C			4°	8C		9A	8C	9A	
5°						5°	6D		6D	6D		5°	9A		9B		9B	
ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	7C	6B	8B			1°		8A	8A	8A		1°		7A	7B	6C	6D	
2°	6A	6A	7A			2°		8B	8B	8B	8C	2°		6C		7A	7C	
3°	7A	6B	7C			3°		8A	8A			3°		7B		7C		
4°	6A	7A	8B			4°		8B		8B	8C	4°		6C		7A	7B	
5°	6B	7C				5°		8C	8C	8C		5°		6D		7C	6D	
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	8A	9B	6D		6C	1°			6C	6B	6A	1°		8B		8B		
2°	6D			6C		2°			6A		6B	2°		8C	8C		6A	
3°	8A	9B	7B		9A	3°		6C	6C		6C	3°		8B		6B	6B	
4°	6D				6C	4°		6A	6A	6C	6B	4°		8C	8A	6A	8A	
5°	7B		7B		9A	5°		6A	6B	6B		5°		8A		6B	6A	
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°				6A	6B	1°		6C			7C	1°		7B			7B	
2°		7C		6D	6B	6C	2°				7B	6D	2°		7A			
3°				6A	6D	3°		7C		6D	6C	6A	3°				7A	
4°		7C	7C	6B	6D	4°				6B	7B	7A	4°		7B			
5°		6A		6C	6C	5°		7A			6A	6B	5°				7A	
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
1°	8B	8C	9B			1°		9A	8C	9B		1°					8B	
2°						2°		8B	9B		8A	2°		8A		6A	8A	
3°	8B	9A	9B		8A	3°		8C	8C	8B		3°			6A	8A	8B	
4°	8A					4°		9B				4°		8B		8A	6A	
5°	8C		9A			5°		8A	9A	8A	9A	8B	5°		8B		6A	8A
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex													
1°					7C													
2°	7B	7B	7C		7A													
3°					7B													
4°	7C		7A		7C													
5°		7B	7A		7A													

Figura 0.53 – Solução 7.4 – Horários dos professores – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Port	1°	Mat	Geo	Mat	Port	Hist	1°	Art	Ing	Port	Cie	Geo
2°	Geo	Geo	Port	Mat	Cie	2°	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Port	2°	Mat	Cie	Mat	Geo	Hist
3°	Ing	Ed Fis	Mat	Hist	Art	3°	Mat	Geo	Mat	Cie	Cie	3°	Port	Port	Ed Fis	Art	Port
4°	Geo	Port	Port	Cie	Mat	4°	Ing	Ed Fis	Art	Hist	Port	4°	Mat	Cie	Mat	Port	Geo
5°	Port	Hist	Mat	Art	Cie	5°	Geo	Port	Port	Cie	Art	5°	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Hist
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Port	Geo	Port	Cie	1°	Ed Fis	Cie	Mat	Ed Fis	Mat	1°	Mat	Hist	Cie	Ing	Hist
2°	Geo	Ing	Hist	Ed Fis	Art	2°	Mat	Hist	Geo	Cie	Port	2°	Port	Port	Mat	Art	Mat
3°	Port	Port	Art	Mat	Hist	3°	Geo	Ing	Mat	Ed Fis	Hist	3°	Mat	Cie	Geo	Ing	Port
4°	Geo	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Hist	4°	Mat	Geo	Port	Cie	Art	4°	Ed Fis	Hist	Mat	Art	Cie
5°	Mat	Cie	Mat	Mat	Cie	5°	Art	Ing	Port	Hist	Port	5°	Geo	Port	Geo	Ed Fis	Ed Fis
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Ed Fis	Ed Fis	Art	Port	1°	Geo	Port	Port	Port	Ing	1°	Art	Cie	Geo	Cie	Mat
2°	Hist	Mat	Port	Ing	Cie	2°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Mat	2°	Hist	Port	Port	Port	Ing
3°	Art	Ed Fis	Geo	Cie	Mat	3°	Geo	Port	Port	Mat	Art	3°	Art	Cie	Ed Fis	Hist	Mat
4°	Port	Hist	Hist	Ing	Port	4°	Art	Ed Fis	Cie	Mat	Cie	4°	Mat	Port	Geo	Port	Ing
5°	Mat	Geo	Mat	Cie	Mat	5°	Hist	Cie	Hist	Ing	Mat	5°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Hist
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Art	Hist	Ed Fis	Mat	1°	Cie	Hist	Ing	Cie	Ed Fis	1°	Mat	Geo	Art	Hist	Port
2°	Mat	Cie	Cie	Mat	Port	2°	Port	Port	Mat	Ed Fis	Mat	2°	Cie	Hist	Ing	Port	Ed Fis
3°	Geo	Hist	Hist	Ed Fis	Ing	3°	Cie	Art	Ing	Port	Geo	3°	Mat	Geo	Art	Cie	Mat
4°	Mat	Cie	Ed Fis	Mat	Port	4°	Port	Port	Mat	Ed Fis	Mat	4°	Cie	Hist	Ing	Port	Ed Fis
5°	Art	Port	Port	Port	Ing	5°	Mat	Hist	Art	Hist	Geo	5°	Port	Port	Mat	Ed Fis	Mat

Figura 0.54 – Solução 7.4 – Horários das turmas – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7A	6A	9A	7B	6A	1°		8C	7C	8C	7C	1°	6D	6D		6D	
2°	6B	9B	6D	7C	8B	2°		8A	8C	9A		2°	9A	9A		9B	
3°		8C	9A	7B	6C	3°		9A	8B	9B	8B	3°	6D	9B		9A	
4°	9B	6D	6B	7C	8B	4°		8A	7C	9A		4°	9A	9A		9B	
5°	6C	7A	8A	8A	8C	5°		8B	9B	9B	8A	5°	9B	9B		6D	
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6C	6A	7A		1°	7B		7A		7A	1°					8C
2°		6B	6B	7B	7A	2°	7A		7C		7B	2°					8C
3°		6A	6D	7A		3°	7C		7B		7A	3°					
4°	7B	6B	6D	6D	6A	4°	7A		7B		7C	4°					
5°		6C	6C	7B		5°	7C		7C		7B	5°					
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9A			9A	9B	1°	6B		6D	6B		1°		9A	8C		
2°	9B					2°	6C					2°	8C		9B		9B
3°	9A					3°	6B		6B	6D		3°	9B		8C		8C
4°					9B	4°	6C		6C	6C		4°	8C	9B	9A		9A
5°						5°	6D		6D			5°	9A	9A			9B
ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8B	6B				1°		8A	8B	8A		1°		7A		6C	6D
2°	6A	6A	7A			2°		8B	8A	8B		2°		7A		6C	7C
3°	7A	6B	7C			3°		8A	8A	8C		3°		7B		7C	7B
4°	6A	7C	7A			4°		8B	8C	8B		4°		6C		7A	7B
5°	6B	7C	8B			5°		8C	8C	8C		5°		6D		7C	6D
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9B	7B		6C	1°	6A		6B			1°		8B		8B	8A
2°	6D		6C		8A	2°		6C	6A		6B	2°		8C		8A	6A
3°	8A	6D			9A	3°	6C	6C	6C			3°		8B		6B	6B
4°	6D		9B		6C	4°		6A	6A		6B	4°		8C		6A	8C
5°	7B		7B		9A	5°	6A	6B	6B		6C	5°		8A		6B	6A
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7C	6C	6A	6B	1°	6C			7C	7B	1°					
2°		6D		6B	6C	2°	7C			6D	6D	2°		7B	7B		
3°		7C		6A	6D	3°				6C	6A	3°		7A	7A		
4°				6B	6D	4°	6B			7B	7A	4°		7B			
5°		6A		6C	7C	5°	7A			6A	6B	5°			7A		
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8C		9B		8B	1°	9B			9B	9A	1°	8A		8A		
2°			9A			2°	8B			8C	9A	2°	8A		8B	6A	
3°	8B		9B		8A	3°	8C			8B	9B	3°	6A		6A	8A	
4°			8A			4°	8A			8C	8A	4°	8B		8B	8A	
5°	8C		9A			5°	8A			9A	8B	5°	8B		6A	8B	
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	7C	7B															
2°	7B	7C		7A													
3°	7B				7C												
4°	7C	7A															
5°		7B		7A	7A												

Figura 0.55 – Solução 7.4 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Ing	Ed Fis	Hist	Ing	1°	Mat	Geo	Port	Mat	Hist	1°	Art	Ed Fis	Hist	Cie	Geo
2°	Geo	Geo	Port	Mat	Cie	2°	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Port	2°	Mat	Port	Geo	Cie	Hist
3°	Mat	Ed Fis	Mat	Hist	Art	3°	Mat	Geo	Mat	Cie	Cie	3°	Port	Port	Port	Art	Ing
4°	Geo	Port	Port	Cie	Ed Fis	4°	Art	Ed Fis	Ing	Hist	Port	4°	Mat	Cie	Mat	Mat	Geo
5°	Port	Hist	Mat	Art	Cie	5°	Geo	Port	Port	Cie	Art	5°	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Port
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Port	Mat	Port	Cie	1°	Ing	Cie	Mat	Ed Fis	Mat	1°	Mat	Port	Geo	Ing	Art
2°	Geo	Hist	Ing	Art	Art	2°	Mat	Cie	Geo	Port	Ed Fis	2°	Port	Hist	Hist	Ed Fis	Mat
3°	Port	Geo	Ed Fis	Mat	Hist	3°	Geo	Hist	Hist	Ed Fis	Mat	3°	Port	Cie	Mat	Ing	Cie
4°	Geo	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Hist	4°	Mat	Port	Geo	Cie	Art	4°	Ed Fis	Hist	Mat	Art	Cie
5°	Mat	Cie	Mat	Port	Cie	5°	Art	Ing	Hist	Port	Port	5°	Geo	Port	Geo	Ed Fis	Mat
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Hist	Ed Fis	Art	Ed Fis	1°	Mat	Port	Mat	Port	Cie	1°	Geo	Cie	Port	Cie	Art
2°	Art	Port	Mat	Ing	Cie	2°	Mat	Ed Fis	Port	Cie	Geo	2°	Hist	Port	Mat	Port	Ing
3°	Mat	Hist	Geo	Cie	Port	3°	Geo	Port	Port	Mat	Art	3°	Art	Cie	Ed Fis	Hist	Ed Fis
4°	Port	Geo	Ed Fis	Ing	Mat	4°	Hist	Ed Fis	Art	Mat	Hist	4°	Mat	Port	Mat	Port	Ing
5°	Mat	Geo	Mat	Cie	Hist	5°	Hist	Cie	Ing	Ing	Ed Fis	5°	Mat	Ed Fis	Geo	Mat	Hist
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Ed Fis	Mat	Ed Fis	Geo	1°	Cie	Mat	Ing	Cie	Hist	1°	Hist	Geo	Art	Hist	Cie
2°	Mat	Cie	Ed Fis	Hist	Geo	2°	Port	Port	Art	Ed Fis	Hist	2°	Cie	Ing	Mat	Port	Mat
3°	Hist	Ing	Mat	Port	Mat	3°	Cie	Ed Fis	Ing	Port	Geo	3°	Mat	Port	Art	Ed Fis	Hist
4°	Mat	Cie	Port	Hist	Cie	4°	Port	Port	Mat	Ed Fis	Mat	4°	Ing	Mat	Geo	Port	Cie
5°	Art	Port	Port	Port	Ing	5°	Mat	Mat	Art	Hist	Geo	5°	Port	Port	Ed Fis	Ed Fis	Mat

Figura 0.56 – Solução 7.4 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.

Fonte: Autor (2014).

ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8A	9B	7B	8B	7C	1°		9A	9A	7C	8B	1°	9A	6D		9A	
2°	8C	9A		6A	6B	2°		8C	8A	8B	8C	2°	6D	9B		9B	
3°	6C	8A	7C	6C	6D	3°		9B	9B	8C	7C	3°	9B	9A		6D	
4°	9B	9A	7A	6A	7A	4°		8A	9A	8B		4°	6D	9B		9B	
5°	8C	8B	6D	7B	6B	5°		9B	7C	8A		5°	9A	9A		6D	
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7A	7B	6B	7A		1°	7B		7C		7B	1°					
2°	7B	6C	6D	6D		2°	7C		7A		7C	2°			8C		
3°		6D	6A	7A		3°	7B		7B		7A	3°					
4°	6A	6C	6B	7B		4°	7C		7C		7B	4°					
5°		6B	6C	6A		5°	7A		7A		7A	5°			8C		
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°						1°	6D		6D	6B		1°	8C		9B		8C
2°				9A		2°	6B		6C			2°	9A		9A		9B
3°				9B		3°	6D		6D	6B		3°	8C		8C		9A
4°				9A	9A	4°	6B		6C			4°	9A		9B		9B
5°				9B	9B	5°	6C			6C		5°	9B		9A		8C
ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6B	6B	7A			1°		8C	8A	8C		1°		7A		6D	6D
2°	7A	8B	7C			2°		8A	8B	8A		2°		7C		6C	7A
3°	8B	6A	6B			3°		8B	8A	8B		3°		7B		7C	7B
4°	7A	7C				4°		8C	8C	8C		4°		6D		6C	6C
5°	7C	6A	6A			5°		8A	8B	8B		5°		7C		7A	7B
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9B		6C		9B	1°	6C	6A	6A			1°		8B		8A	6B
2°	8A		7B		7B	2°	6A	6B	6B			2°		6A		6B	6A
3°	9A		9A		6C	3°	6B	6C	6C			3°		8C		8A	8B
4°	8A		6D		6D	4°	6C	6B	6A			4°		8B		6B	8A
5°	6D		7B		6C	5°	6A	6C	6B			5°		8C		8C	6A
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6C		6C	6C	1°	6A			6A	7A	1°					
2°		6D		7C	6D	2°	6C			7B	6C	2°		7B			
3°		6B		6A	6A	3°	7A				6B	3°		7A	7A		
4°		6A		7C	6B	4°	7B			6D	7C	4°		7B	7B		
5°		6D		6B	7C	5°	6B			7C	6D	5°		7A			
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			8C		8A	1°	8B			9B	9A	1°		8A	8B		6A
2°			9B		9A	2°	9B			8C	8A	2°	8B		6A		8B
3°			8B		8C	3°	8A			9A	9B	3°	6A				8A
4°			8A		8B	4°	8C			8A	8C	4°	8B		8B		6A
5°			9B		9A	5°	8B			9A	8B	5°	8A		8A		8A
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	7C	7C		7B													
2°		7A		7A													
3°	7C	7C		7B													
4°		7A		7A													
5°	7B	7B															

Figura 0.57 – Solução 7.4 – Horários dos professores – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Port	Port	Art	Mat	1°	Geo	Geo	Ed Fis	Mat	Cie	1°	Port	Hist	Geo	Hist	Hist
2°	Port	Cie	Mat	Ing	Cie	2°	Mat	Port	Port	Cie	Ing	2°	Art	Ed Fis	Mat	Cie	Art
3°	Mat	Geo	Ed Fis	Hist	Hist	3°	Port	Hist	Geo	Mat	Art	3°	Ing	Port	Port	Ing	Geo
4°	Ed Fis	Hist	Port	Ing	Mat	4°	Mat	Port	Ed Fis	Cie	Hist	4°	Port	Ed Fis	Mat	Cie	Cie
5°	Port	Geo	Geo	Ed Fis	Cie	5°	Art	Ed Fis	Port	Hist	Ing	5°	Mat	Port	Ed Fis	Mat	Geo
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Mat	Cie	Cie	1°	Ed Fis	Cie	Geo	Ed Fis	Art	1°	Mat	Ed Fis	Ing	Port	Mat
2°	Port	Hist	Ed Fis	Ed Fis	Hist	2°	Geo	Port	Mat	Port	Cie	2°	Ed Fis	Hist	Geo	Art	Geo
3°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Ing	3°	Art	Hist	Hist	Ed Fis	Mat	3°	Mat	Cie	Mat	Port	Cie
4°	Port	Cie	Geo	Art	Geo	4°	Geo	Port	Ing	Port	Ing	4°	Art	Hist	Hist	Ed Fis	Mat
5°	Geo	Hist	Ing	Port	Art	5°	Mat	Hist	Mat	Cie	Mat	5°	Port	Port	Geo	Ing	Cie
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Port	Mat	Ed Fis	Ing	1°	Ing	Mat	Port	Cie	Art	1°	Hist	Cie	Mat	Ing	Ed Fis
2°	Mat	Cie	Geo	Hist	Mat	2°	Geo	Port	Ed Fis	Port	Hist	2°	Mat	Geo	Port	Ed Fis	Mat
3°	Port	Port	Ing	Cie	Ed Fis	3°	Hist	Ing	Port	Cie	Mat	3°	Geo	Port	Art	Port	Cie
4°	Mat	Geo	Mat	Hist	Art	4°	Geo	Ed Fis	Art	Hist	Cie	4°	Mat	Cie	Mat	Ed Fis	Art
5°	Geo	Cie	Ed Fis	Art	Hist	5°	Mat	Port	Mat	Ed Fis	Mat	5°	Hist	Ing	Port	Port	Hist
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Art	Port	Mat	1°	Port	Ed Fis	Ed Fis	Port	Hist	1°	Geo	Ing	Mat	Hist	Geo
2°	Ing	Ed Fis	Geo	Hist	Ed Fis	2°	Mat	Ing	Mat	Cie	Art	2°	Hist	Port	Art	Port	Mat
3°	Mat	Cie	Mat	Ed Fis	Art	3°	Geo	Port	Geo	Hist	Mat	3°	Port	Ed Fis	Ed Fis	Cie	Hist
4°	Hist	Port	Port	Port	Hist	4°	Mat	Ing	Ed Fis	Cie	Cie	4°	Ing	Port	Mat	Port	Mat
5°	Ing	Cie	Geo	Cie	Mat	5°	Port	Port	Mat	Hist	Art	5°	Mat	Ed Fis	Art	Cie	Cie

Figura 0.58 – Solução 7.4 – Horários das turmas – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

Nas Figuras seguintes são apresentadas as características e resultados do Problema 8.

Tabela Professor	6E	6F	6G	7D	7E	7F	8D	8E	8F	9D	9E	9F	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
ProfArte1								X	X	X	X	X	3	3	10
ProfArte2	X	X	X	X	X	X	X						4	3	14
ProfCie1						X			X	X	X	X	3	4	15
ProfCie2							X	X					2	4	6
ProfCie3	X	X	X	X	X								5	4	15
ProfEdFis1			X	X	X		X			X			4	2	15
ProfEdFis2	X	X				X					X	X	6	2	15
ProfEdFis3								X	X				2	2	6
ProfGeo1				X	X	X				X	X	X	6	5	15
ProfGeo2	X	X	X				X	X	X				6	5	15
ProfHist1								X	X	X	X	X	2	4	15
ProfHist2	X	X	X	X	X								4	4	15
ProfHist3						X	X						3	4	6
ProfIng1						X	X	X	X	X	X	X	2	6	14
ProfIng2	X	X	X	X	X								4	6	10
ProfMat1										X	X	X	2	3	15
ProfMat2							X	X	X				6	3	15
ProfMat3	X	X	X										2	3	12
ProfMat4				X	X	X							5	3	15
ProfPort1	X	X	X										2	6	15
ProfPort2				X	X	X							2	6	12
ProfPort3										X	X	X	3	6	15
ProfPort4							X	X	X				3	6	15

Figura 0.59 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 8.

Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9F	9D	9D	9D	1°		7D	7D	7F		1°	6E	6E		7D	7E
2°			9E	9E	9E	2°		7E	7E			2°	6F	6F		7E	
3°			9D	9D	9F	3°		7D	7D	7F		3°	6E	6G		7D	
4°			9E	9E		4°		7E	7E			4°	6F	7D		7E	
5°			9F	9F	9F	5°		7F	7F			5°	6G	6G			
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7D	7F	7E		7D	1°	8D		8D	8D	8F	1°		8D		8E	
2°	7E		7D		7E	2°	8E		8E	8E		2°		8E		8D	
3°	7D	7F	7E		7F	3°	8D		8D	8F		3°		8D			
4°	7E		7D			4°	8E		8E			4°		8E			
5°	7F				7F	5°	8F		8F	8F		5°					
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8E	8F	8E	8F		1°		6F	6E	6E	6G	1°		6G	6F	6F	
2°	8D		8D		8F	2°		6E	6F	6F		2°			6E	6E	6G
3°	8E	8F	8E	8D		3°		6F	6E	6G	6G	3°			6F	6F	
4°	8D		8D	8E	8F	4°		6E	6F			4°		6G	6E	6E	6G
5°						5°			6G	6G		5°					
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7F		9F	9E	9E	1°		8E	8F	9F		1°	6F			6G	7F
2°	8F			7F	9D	2°		7F	9D			2°	6E			7D	8D
3°	7F		9F	9E		3°		8E	8F	9F	9E	3°	6F				7E
4°	8F			8F	9F	4°		7F	9D			4°	6E			6G	7F
5°	9D			9D		5°		8D	8D	9E		5°	7D			7E	8D
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9F		9E		9F	1°	7E	7E	7F			1°	6G			7E	6F
2°	9E	9F		9D		2°		7D	9F			2°		6G			7D
3°	9D		9E			3°	7E		7F		9D	3°	6G	6E		7E	6F
4°	9E	9F		9D	9E	4°	7D	9E	9F	7F		4°		6F			7D
5°	9F		9D		9D	5°		9D		7D	9E	5°	6E	6E	7D		7E
ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9D	9D				1°						1°	8F		6G		8D
2°	6G	8D		6G		2°		8F	8F			2°					8E
3°		7E			7D	3°				8E		3°	8F		6G		8D
4°	9D	8D		7D	7E	4°		8F				4°	6G			6F	8E
5°	7E	7D		8D	6G	5°		8E	8E			5°	6F	6F	6E	6E	6E
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9E			8E	1°	9E					1°					
2°		9D		8F	9F	2°	9D					2°	7F				7F
3°	9F	9E			8E	3°	9E	9D			8F	3°					
4°		9D		9F	9D	4°	9F		8F			4°				8D	8D
5°		8F	9E	8E	8F	5°	8E	9F			8E	5°	8D			7F	
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°						1°					6E						
2°	9F	9E	7F	9F	6E	2°	7D		6G		6F						
3°		9F		6E		3°					6E						
4°	7F		7F		6E	4°			6G		6F						
5°	9E	9E	6F	6F	6F	5°		7E	7E		7D						

Figura 0.60 – Solução 8.1 – Horários dos professores – Solução Inicial.

Fonte: Autor (2014).

6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Hist	Port	Port	Ing	1°	Art	Port	Mat	Mat	Cie	1°	Cie	Mat	Geo	Art	Port
2°	Art	Port	Mat	Mat	Ed Fis	2°	Hist	Hist	Port	Port	Ing	2°	Ed Fis	Cie	Ing	Ed Fis	Mat
3°	Hist	Cie	Port	Ed Fis	Ing	3°	Art	Port	Mat	Mat	Cie	3°	Cie	Hist	Geo	Port	Port
4°	Art	Port	Mat	Mat	Ed Fis	4°	Hist	Cie	Port	Geo	Ing	4°	Geo	Mat	Ing	Art	Mat
5°	Cie	Cie	Geo	Geo	Geo	5°	Geo	Geo	Ed Fis	Ed Fis	Ed Fis	5°	Hist	Hist	Port	Port	Ed Fis
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Port	Hist	Mat	1°	Geo	Geo	Mat	Cie	Hist	1°	Cie	Mat	Geo	Port	Art
2°	Ing	Geo	Mat	Art	Cie	2°	Mat	Port	Port	Hist	Mat	2°	Hist	Ing	Ed Fis	Cie	Hist
3°	Mat	Port	Port	Hist	Ed Fis	3°	Geo	Ed Fis	Mat	Cie	Art	3°	Cie	Mat	Geo	Port	Mat
4°	Geo	Hist	Mat	Ed Fis	Cie	4°	Mat	Port	Port	Hist	Ed Fis	4°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Geo	Art
5°	Art	Ed Fis	Cie	Geo	Ing	5°	Ed Fis	Ing	Ing	Art	Cie	5°	Mat	Port	Port	Hist	Mat
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Cie	Port	Port	Geo	1°	Mat	Ing	Mat	Cie	Hist	1°	Geo	Mat	Ing	Mat	Port
2°	Mat	Ed Fis	Mat	Cie	Art	2°	Port	Cie	Port	Port	Geo	2°	Cie	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Mat
3°	Port	Cie	Port	Mat	Geo	3°	Mat	Ing	Mat	Ed Fis	Hist	3°	Geo	Mat	Ing	Port	Art
4°	Mat	Ed Fis	Mat	Hist	Hist	4°	Port	Cie	Port	Mat	Geo	4°	Cie	Ed Fis	Art	Cie	Mat
5°	Hist	Ing	Ing	Ed Fis	Art	5°	Art	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Art	5°	Port	Hist	Port	Port	Hist
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Mat	Mat	1°	Art	Hist	Port	Cie	Cie	1°	Port	Mat	Cie	Ing	Port
2°	Art	Hist	Ing	Port	Cie	2°	Port	Ed Fis	Mat	Mat	Mat	2°	Ed Fis	Port	Geo	Ed Fis	Hist
3°	Port	Art	Mat	Mat	Geo	3°	Art	Hist	Port	Cie	Ing	3°	Hist	Ed Fis	Cie	Ing	Mat
4°	Ed Fis	Hist	Ing	Port	Hist	4°	Port	Geo	Mat	Mat	Port	4°	Art	Port	Geo	Hist	Cie
5°	Cie	Geo	Port	Cie	Port	5°	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Ing	Geo	5°	Port	Art	Mat	Mat	Mat

Figura 0.61 – Solução 8.1 – Horários das turmas – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9F	9D	9D	9D	1°		7D	7D	7F		1°	6E	6E		7D	7E
2°			9E	9E	9E	2°		7E	7E			2°	6F	6F		7E	
3°			9D	9D	9F	3°		7D	7D	7F		3°	6E	6G		7D	
4°			9E	9E		4°		7E	7E			4°	6F	7D		7E	
5°			9F	9F	9F	5°		7F	7F			5°	6G	6G			
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7D	7F	7E		7D	1°	8D		8D	8D	8F	1°		8D		8E	
2°	7E		7D		7E	2°	8E		8E	8E		2°		8E		8D	
3°	7D	7F	7E		7F	3°	8D		8D	8F		3°		8D			
4°	7E		7D			4°	8E		8E			4°		8E			
5°	7F				7F	5°	8F		8F	8F		5°					
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8E	8F	8E	8F		1°		6F	6E	6E	6G	1°		6G	6F	6F	
2°	8D		8D		8F	2°		6E	6F	6F		2°			6E	6E	6G
3°	8E	8F	8E	8D		3°		6F	6E	6G	6G	3°			6F	6F	
4°	8D		8D	8E	8F	4°		6E	6F			4°		6G	6E	6E	6G
5°						5°			6G	6G		5°					
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7F		9F	9E	9E	1°		8E	8F	9F		1°	6F			6G	7F
2°	8F			7F	9D	2°		7F	9D			2°	6E			7D	8D
3°	7F		9F	9E		3°		8E	8F	9F	9E	3°	6F				7E
4°	8F			8F	9F	4°		7F	9D			4°	6E			6G	7F
5°	9D			9D		5°		8D	8D	9E		5°	7D			7E	8D
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9F		9E		9F	1°	7E	7E	7F			1°	6G			7E	6F
2°	9E	9F		9D		2°		7D	9F			2°		6G			7D
3°	9D		9E			3°	7E		7F		9D	3°	6G	6E		7E	6F
4°	9E	9F		9D	9E	4°	7D	9E	9F	7F		4°		6F			7D
5°	9F		9D		9D	5°		9D		7D	9E	5°	6E	6E	7D		7E
ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9D	9D				1°						1°	8F		6G		8D
2°	6G	8D		6G		2°		8F	8F			2°					8E
3°		7E			7D	3°				8E		3°	8F		6G		8D
4°	9D	8D		7D	7E	4°		8F				4°	6G			6F	8E
5°	7E	7D		8D	6G	5°		8E	8E			5°	6F	6F	6E	6E	6E
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9E			8E	1°	9E					1°					
2°		9D		8F	9F	2°	9D					2°	7F				7F
3°	9F	9E			8E	3°	9E	9D			8F	3°					
4°		9D		9F	9D	4°	9F		8F			4°				8D	8D
5°		8F	9E	8E	8F	5°	8E	9F			8E	5°	8D			7F	
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°						1°					6E						
2°	9F	9E	7F	9F	6E	2°	7D		6G		6F						
3°		9F		6E		3°					6E						
4°	7F		7F		6E	4°			6G		6F						
5°	9E	9E	6F	6F	6F	5°		7E	7E		7D						

Figura 0.62 – Solução 8.1 – Horários dos professores – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Hist	Port	Port	Ing	1°	Art	Port	Mat	Mat	Cie	1°	Cie	Mat	Geo	Art	Port
2°	Art	Port	Mat	Mat	Ed Fis	2°	Hist	Hist	Port	Port	Ing	2°	Ed Fis	Cie	Ing	Ed Fis	Mat
3°	Hist	Cie	Port	Ed Fis	Ing	3°	Art	Port	Mat	Mat	Cie	3°	Cie	Hist	Geo	Port	Port
4°	Art	Port	Mat	Mat	Ed Fis	4°	Hist	Cie	Port	Geo	Ing	4°	Geo	Mat	Ing	Art	Mat
5°	Cie	Cie	Geo	Geo	Geo	5°	Geo	Geo	Ed Fis	Ed Fis	Ed Fis	5°	Hist	Hist	Port	Port	Ed Fis
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Port	Hist	Mat	1°	Geo	Geo	Mat	Cie	Hist	1°	Cie	Mat	Geo	Port	Art
2°	Ing	Geo	Mat	Art	Cie	2°	Mat	Port	Port	Hist	Mat	2°	Hist	Ing	Ed Fis	Cie	Hist
3°	Mat	Port	Port	Hist	Ed Fis	3°	Geo	Ed Fis	Mat	Cie	Art	3°	Cie	Mat	Geo	Port	Mat
4°	Geo	Hist	Mat	Ed Fis	Cie	4°	Mat	Port	Port	Hist	Ed Fis	4°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Geo	Art
5°	Art	Ed Fis	Cie	Geo	Ing	5°	Ed Fis	Ing	Ing	Art	Cie	5°	Mat	Port	Port	Hist	Mat
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Cie	Port	Port	Geo	1°	Mat	Ing	Mat	Cie	Hist	1°	Geo	Mat	Ing	Mat	Port
2°	Mat	Ed Fis	Mat	Cie	Art	2°	Port	Cie	Port	Port	Geo	2°	Cie	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Mat
3°	Port	Cie	Port	Mat	Geo	3°	Mat	Ing	Mat	Ed Fis	Hist	3°	Geo	Mat	Ing	Port	Art
4°	Mat	Ed Fis	Mat	Hist	Hist	4°	Port	Cie	Port	Mat	Geo	4°	Cie	Ed Fis	Art	Cie	Mat
5°	Hist	Ing	Ing	Ed Fis	Art	5°	Art	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Art	5°	Port	Hist	Port	Port	Hist
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Mat	Mat	1°	Art	Hist	Port	Cie	Cie	1°	Port	Mat	Cie	Ing	Port
2°	Art	Hist	Ing	Port	Cie	2°	Port	Ed Fis	Mat	Mat	Mat	2°	Ed Fis	Port	Geo	Ed Fis	Hist
3°	Port	Art	Mat	Mat	Geo	3°	Art	Hist	Port	Cie	Ing	3°	Hist	Ed Fis	Cie	Ing	Mat
4°	Ed Fis	Hist	Ing	Port	Hist	4°	Port	Geo	Mat	Mat	Port	4°	Art	Port	Geo	Hist	Cie
5°	Cie	Geo	Port	Cie	Port	5°	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Ing	Geo	5°	Port	Art	Mat	Mat	Mat

Figura 0.63 – Solução 8.1 – Horários das turmas – Busca Local.

Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			9F	9F	9F	1°		7D		7F		1°	7E	6F		7D	6E
2°			9E	9E	9E	2°		7E	7F	7E		2°	7D				6F
3°			9D	9F	9F	3°		7D	7D	7D		3°	6G				6E
4°			9E	9E	9D	4°		7E	7E			4°		6G		7E	6F
5°			9D	9D	9D	5°		7F	7F			5°	6G	7E		6E	7D
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7D	7F	7E		7D	1°	8D		8D	8D		1°		8D			8D
2°	7E		7D		7E	2°	8E		8E	8F		2°		8E			8E
3°	7D	7F	7E		7F	3°	8D		8F	8F		3°		8D			
4°	7E		7D			4°	8E		8F	8E		4°					8E
5°	7F				7F	5°	8F		8D	8E		5°					
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8E		8E		8F	1°		6G	6E	6E		1°			6F	6F	6G
2°			8D	8D		2°		6E	6F	6F		2°			6G	6E	6E
3°	8F		8D	8D	8E	3°		6F	6G	6G		3°				6F	
4°	8D		8E		8F	4°		6E	6F	6F		4°			6E	6E	6G
5°	8E		8F	8F		5°		6G	6E	6G		5°			6G		6F
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7F			8F	9E	1°		8E	8F	8E		1°	6F			6G	7F
2°	9D			9F	9D	2°		9E	9D	7F		2°	6E			7D	8D
3°	9E			7F	9D	3°		8F	9F	9D		3°	6F				7E
4°	8F			8F	9F	4°		7F	8D	8D		4°	6E			6G	7F
5°	9E			7F	9F	5°		9F	9E			5°	7D			7E	8D
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9F		9E	9E		1°		9D	7D			1°	6G	7E			6F
2°	9F		9F	9D		2°		9E	7F	7E		2°	6G	6G			7D
3°	9D		9E	9E		3°		7E	9F	7F		3°		6E			6F
4°	9E		9D	9D		4°		7F	9E	9F		4°	7D	6F			7D
5°	9D		9F	9F		5°		7E	9D	7D	7D	5°	6E	6E	7E		7E
ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				7E	9D	1°						1°	8F	8F	6G		
2°		8D		6G	6G	2°		8F			8F	2°	8D	6F	6E		
3°		9D		7E	7D	3°		8E				3°	6E	6G	6E		
4°	9D	8D		7D	7E	4°		8F				4°	6F	8E	6G		
5°		7D		8D	6G	5°		8E			8E	5°	6F	8D	8E		
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9F		9D	8E	1°	9D		9D			1°					
2°		9D		8E	9F	2°	8F		8F			2°	7F				7F
3°		9E		8E	8F	3°	8E		8E		9E	3°	7F				8D
4°		9D		9F	9E	4°	9F					4°					8D
5°		8F		9E	8F	5°	9F				9E	5°	8D				
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	9E	9E	7F			1°	6E	6E			7E						
2°		9F				2°	6F	7D									
3°	9F		6F	6E		3°		7E			6G						
4°		9F	7F	7F	6E	4°	6G	7D									
5°		9E	6F	6F	6E	5°		6F									

Figura 0.64 – Solução 8.1 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ing	Ing	Port	Port	Hist	1°	Art	Hist	Mat	Mat	Cie	1°	Cie	Port	Geo	Art	Mat
2°	Art	Port	Geo	Mat	Mat	2°	Ing	Geo	Port	Port	Hist	2°	Cie	Cie	Mat	Ed Fis	Ed Fis
3°	Geo	Cie	Geo	Ed Fis	Hist	3°	Art	Port	Ed Fis	Mat	Cie	3°	Hist	Geo	Port	Port	Ing
4°	Art	Port	Mat	Mat	Ed Fis	4°	Geo	Cie	Port	Port	Hist	4°	Ing	Hist	Geo	Art	Mat
5°	Cie	Cie	Port	Hist	Ed Fis	5°	Geo	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Mat	5°	Hist	Port	Mat	Port	Ed Fis
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Geo	Hist	Mat	1°	Hist	Cie	Mat	Ed Fis	Ing	1°	Cie	Mat	Ed Fis	Port	Art
2°	Hist	Ing	Mat	Art	Cie	2°	Mat	Port	Geo	Port	Mat	2°	Hist	Geo	Port	Ing	Hist
3°	Mat	Port	Port	Port	Ed Fis	3°	Geo	Ing	Mat	Ed Fis	Art	3°	Hist	Mat	Geo	Cie	Mat
4°	Cie	Ing	Mat	Ed Fis	Cie	4°	Mat	Port	Port	Hist	Ed Fis	4°	Geo	Ing	Ed Fis	Ed Fis	Art
5°	Art	Ed Fis	Geo	Geo	Hist	5°	Geo	Hist	Cie	Art	Cie	5°	Mat	Port	Port	Cie	Mat
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Cie	Port	Port	Cie	1°	Mat	Ing	Mat	Ing	Hist	1°	Geo	Geo	Ing	Cie	Mat
2°	Geo	Ed Fis	Mat	Mat	Art	2°	Port	Cie	Port	Hist	Cie	2°	Art	Ed Fis	Art	Port	Ed Fis
3°	Port	Cie	Mat	Mat	Hist	3°	Art	Ed Fis	Art	Hist	Mat	3°	Mat	Ing	Port	Port	Hist
4°	Mat	Ed Fis	Ing	Ing	Hist	4°	Port	Geo	Mat	Port	Cie	4°	Cie	Ed Fis	Port	Cie	Mat
5°	Hist	Geo	Port	Ed Fis	Art	5°	Mat	Ed Fis	Geo	Port	Ed Fis	5°	Port	Hist	Mat	Mat	Hist
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Geo	Art	Hist	Ed Fis	1°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Port	Cie	1°	Port	Hist	Mat	Mat	Mat
2°	Cie	Hist	Ing	Port	Cie	2°	Geo	Ing	Mat	Mat	Mat	2°	Port	Ed Fis	Port	Cie	Hist
3°	Port	Ed Fis	Mat	Ing	Cie	3°	Cie	Hist	Port	Port	Art	3°	Ed Fis	Geo	Ing	Mat	Mat
4°	Ed Fis	Hist	Port	Port	Mat	4°	Port	Geo	Mat	Mat	Hist	4°	Art	Ed Fis	Geo	Hist	Cie
5°	Port	Geo	Mat	Mat	Mat	5°	Cie	Ed Fis	Ing	Hist	Art	5°	Art	Ing	Port	Port	Cie

Figura 0.65 – Solução 8.1 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.

Fonte: Autor (2014).

ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			9E	9E	9F	1°		7E	7F			1°	6F	6E		7E	
2°			9D	9D	9D	2°		7F	7D	7E		2°	6G	7D		7D	
3°			9E	9F	9E	3°		7E	7F			3°	7D	6E		7E	
4°			9D	9E	9D	4°		7D	7D			4°	7E	6G		6G	
5°			9F	9F	9F	5°		7F	7E	7D		5°	6F	6F		6E	
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7E		7E		7E	1°	8D		8F	8D		1°		8E			8D
2°	7D		7F		7F	2°	8F		8D	8E		2°					8E
3°	7F		7E		7D	3°	8E		8F	8F		3°					8D
4°	7D		7F		7F	4°	8F		8D	8D		4°		8D			8E
5°	7E		7D		7D	5°	8E		8E	8E		5°					
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8F		8E	8E		1°		6F	6G	6G		1°			6E		6F
2°	8E		8F	8D		2°		6E	6E	6E		2°			6G	6F	6E
3°	8F		8D	8E		3°		6G	6G	6F		3°			6F		6G
4°	8E		8F	8F		4°		6F	6F	6E		4°			6E	6F	6E
5°	8D		8D	8D		5°		6G	6E	6F		5°			6G		6G
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9F			9F	9E	1°		8D	9D	7F		1°	7F			6E	6E
2°	9E			8F	8F	2°		9E	8E			2°	8D				6G
3°	9F			7F	9D	3°		9F	9D	8D		3°	6F			6G	7F
4°	7F			9D	9E	4°		9E	8E	7F		4°	8D			7D	6F
5°	9D			7F	8F	5°		9F	8F	8F		5°	7D			7E	7E
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9D		9F	9D		1°	7D	9F	7D			1°	6E	7D			7D
2°	9F		9E	9E		2°	7F	9D	7E			2°	7E	6G			7E
3°	9D		9F	9D		3°	7E	7F	7D			3°	6G	6F			6F
4°	9E		9E	9F		4°	9F	7F	7E			4°	6E	6E			7D
5°	9F		9D	9E		5°	9E	9D	9E			5°	6G	7E			6F
ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9D		7D	9D	1°						1°	6G	8F	8D		
2°		7E		6G	7D	2°		8E				2°	6F	8D	6F		
3°		8D		7D	7E	3°		8F		8F		3°	6E	8E	8E		
4°		9D		7E	6G	4°		8E				4°	6G	8F	6G		
5°		8D		6G	8D	5°		8F		8E		5°	6E	6E	6F		
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9E		8F	8E	1°	8E				8F	1°					7F
2°		8F		9F	9E	2°	9D				9F	2°					8D
3°		9D		9E	9F	3°	9E				8E	3°	8D				
4°		9F		8E	8F	4°	9D				9F	4°					8D
5°		8E		9D	9D	5°	8F				9E	5°	7F				7F
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	9E	7F	6F	6F		1°		6G			6G						
2°	6E	9F	9F	7F		2°		6F			6F						
3°		9E	6E	6E		3°		7D			6E						
4°	6F		9F			4°		7E			7E						
5°		9E	7F			5°		7D			6E						

Figura 0.66 – Solução 8 – Horários dos professores – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Hist	Mat	Art	Art	1°	Hist	Port	Ed Fis	Ed Fis	Mat	1°	Geo	Ing	Port	Port	Ing
2°	Ed Fis	Port	Port	Port	Mat	2°	Geo	Ing	Geo	Mat	Ing	2°	Hist	Cie	Mat	Ed Fis	Art
3°	Geo	Hist	Ed Fis	Ed Fis	Ing	3°	Art	Cie	Mat	Port	Cie	3°	Cie	Port	Port	Art	Mat
4°	Cie	Cie	Mat	Port	Mat	4°	Ed Fis	Port	Port	Mat	Art	4°	Geo	Hist	Geo	Hist	Ed Fis
5°	Geo	Geo	Port	Hist	Ing	5°	Hist	Hist	Geo	Port	Cie	5°	Cie	Port	Mat	Ed Fis	Mat
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Cie	Geo	Ed Fis	Cie	1°	Mat	Port	Mat	Hist	Mat	1°	Art	Ed Fis	Port	Ing	Hist
2°	Mat	Hist	Port	Hist	Ed Fis	2°	Cie	Ed Fis	Geo	Port	Cie	2°	Geo	Port	Mat	Ed Fis	Mat
3°	Hist	Ing	Geo	Ed Fis	Mat	3°	Geo	Port	Mat	Hist	Ed Fis	3°	Mat	Geo	Port	Cie	Art
4°	Mat	Port	Port	Art	Cie	4°	Hist	Ing	Geo	Ed Fis	Ing	4°	Cie	Geo	Mat	Ing	Mat
5°	Art	Ing	Mat	Port	Mat	5°	Mat	Cie	Port	Art	Art	5°	Hist	Port	Ed Fis	Cie	Hist
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Ing	Geo	Port	Cie	1°	Art	Cie	Mat	Mat	Hist	1°	Mat	Geo	Port	Hist	Art
2°	Art	Geo	Port	Mat	Hist	2°	Mat	Ed Fis	Ing	Port	Cie	2°	Port	Hist	Mat	Cie	Cie
3°	Hist	Ed Fis	Mat	Ing	Cie	3°	Port	Geo	Geo	Mat	Art	3°	Mat	Ed Fis	Port	Port	Ed Fis
4°	Art	Cie	Port	Port	Hist	4°	Mat	Ed Fis	Ing	Hist	Cie	4°	Port	Geo	Mat	Mat	Hist
5°	Mat	Ed Fis	Mat	Mat	Ed Fis	5°	Port	Hist	Port	Port	Ed Fis	5°	Art	Ed Fis	Ing	Ing	Cie
9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Ed Fis	Ing	Port	Ed Fis	1°	Ed Fis	Hist	Mat	Mat	Cie	1°	Cie	Geo	Port	Cie	Mat
2°	Art	Geo	Mat	Mat	Mat	2°	Cie	Ing	Port	Port	Hist	2°	Port	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Art
3°	Port	Hist	Ing	Port	Cie	3°	Art	Ed Fis	Mat	Hist	Mat	3°	Cie	Ing	Port	Mat	Hist
4°	Art	Ed Fis	Mat	Cie	Mat	4°	Port	Ing	Port	Mat	Cie	4°	Geo	Hist	Ed Fis	Port	Art
5°	Cie	Geo	Port	Hist	Hist	5°	Geo	Ed Fis	Geo	Port	Art	5°	Port	Ing	Mat	Mat	Mat

Figura 0.67 – Solução 8 – Horários das turmas – Método Exato.

Fonte: Autor (2014).

Nas Figuras seguintes são apresentadas as características e resultados do Problema 9.

Tabela Professor	6D	6E	6F	7D	7E	7F	7G	8E	8F	8G	9D	9E	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
ProfArte1				X	X	X	X				X	X	2	3	12
ProfArte2	X	X	X					X	X	X			4	3	12
ProfCie1				X	X	X					X	X	4	4	15
ProfCie2							X			X			5	4	6
ProfCie3	X	X	X					X	X				5	4	15
ProfEdFis1	X	X	X	X	X	X	X						4	2	21
ProfEdFis2								X	X	X	X	X	5	2	15
ProfGeo1				X	X	X	X			X			2	5	14
ProfGeo2	X	X	X					X	X				3	5	13
ProfGeo3											X	X	2	5	4
ProfHist1	X	X	X	X	X								6	4	15
ProfHist2						X	X	X	X	X	X	X	5	4	21
ProfIng1								X	X	X	X	X	3	6	10
ProfIng2	X	X	X	X	X	X	X						2	6	14
ProfMat1								X	X	X			4	3	15
ProfMat2				X							X	X	6	3	15
ProfMat3					X	X	X						3	3	15
ProfMat4	X	X	X										5	3	12
ProfPort1	X	X	X										2	6	15
ProfPort2											X	X	5	6	10
ProfPort3								X	X	X			3	6	15
ProfPort4				X	X	X	X						2	6	16

Figura 0.68 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 9.
Fonte: Autor (2014).

ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7D	7F	9E	1°	6D			6F	8G	1°	7D	7D		9D	
2°			7E	7G		2°	6E			8E		2°	7E	7E		9E	9E
3°			7D	9D	9E	3°	6D			8F	8G	3°	7D	7F			
4°			7E	7G		4°	6E			8E		4°	7E	9D		9D	
5°			7F	9D		5°	6F			8F		5°	7F	7F		9E	
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7G	7G				1°	6E	6D	8F		6F	1°	7E	6E	7G	6D	7D
2°	8G	8G				2°	6D	6E			8E	2°	7F	6D		6E	6F
3°	7G					3°	6E	6F			8F	3°		6E	7G	6F	7E
4°	8G					4°	6D	8E				4°	7F	6D		7D	7F
5°						5°	8E	6F			8F	5°	7G	7D		6F	7E
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9E	8E	8E		9D	1°			7E	8G	7F	1°	6F		6D		6E
2°		8F	8F			2°		7D	7D		7G	2°	8E				8F
3°	9E	8E	8G		9D	3°		7E	7F		7F	3°	6F		6D		
4°		8F	9D		9E	4°		7D			8G	4°	8E		6E		8F
5°		8G	8G			5°		7G		7E	7G	5°	6D		6F	6E	
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9D				1°				6E	7E	1°	7F	7F	9D	9E	8E
2°		9E				2°		6F	6D	6D		2°	7G	7G	9E		8G
3°		9D				3°	7E	7D		7D		3°	7F	8F	8F		8E
4°		9E				4°		7E	6F	6D	6F	4°	7G	8G	9E		9D
5°						5°	6E	6E		7D		5°	8F	8E	9D		8G
ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8F		9E			1°			6E	7D		1°	8E	8G	8G	8E	8F
2°	9D		8E	8G		2°		7F	6F	7F		2°				8F	
3°	8F					3°			7E	7G	6F	3°	8E			8E	
4°	9D		8E	8G		4°			7D	6E		4°	8F		8G	8F	8E
5°	9E					5°		6D	7E	7G	6D	5°	8G		8F	8G	
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9D	9E				1°			7F	7E	7G	1°			6F		6D
2°		9D	9D	7D	7D	2°			7G		7E	2°				6F	6E
3°	9D	9E	9E	9E		3°		7G		7E	7G	3°			6E	6D	6D
4°	7D				7D	4°		7F	7F	7F	7E	4°		6F	6D		6E
5°		9D	7D		9E	5°	7E		7G		7F	5°			6E		6F
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6F				1°						1°	8G	8F		8F	
2°	6F		6E		6D	2°	9E			9D	9D	2°	8F	8E	8G		
3°		6D	6F	6E	6E	3°			9D			3°	8G	8G	8E	8G	
4°	6F	6E		6F	6D	4°	9E			9E		4°			8F		
5°			6D	6D	6E	5°	9D	9E	9E		9D	5°		8F	8E	8E	8E
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°		7E		7G													
2°	7D		7F	7E	7F												
3°				7F	7D												
4°		7G	7G	7E	7G												
5°	7D	7E		7F	7D												

Figura 0.69 – Solução 9.1 – Horários dos professores – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Cie	Geo	Ed Fis	Mat	1°	Cie	Ed Fis	Ing	Hist	Geo	1°	Geo	Port	Mat	Art	Cie
2°	Cie	Ed Fis	Hist	Hist	Port	2°	Art	Cie	Port	Ed Fis	Mat	2°	Port	Hist	Ing	Mat	Ed Fis
3°	Art	Port	Geo	Mat	Mat	3°	Cie	Ed Fis	Mat	Port	Port	3°	Geo	Cie	Port	Ed Fis	Ing
4°	Cie	Ed Fis	Mat	Hist	Port	4°	Art	Port	Geo	Ing	Mat	4°	Port	Mat	Hist	Port	Hist
5°	Geo	Ing	Port	Port	Ing	5°	Hist	Hist	Mat	Geo	Port	5°	Art	Cie	Geo	Ed Fis	Mat
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Cie	Art	Ing	Ed Fis	1°	Ed Fis	Port	Geo	Mat	Hist	1°	Hist	Hist	Mat	Art	Geo
2°	Port	Geo	Geo	Mat	Mat	2°	Cie	Cie	Art	Port	Mat	2°	Ed Fis	Ing	Port	Ing	Port
3°	Cie	Hist	Art	Hist	Port	3°	Hist	Geo	Ing	Mat	Ed Fis	3°	Hist	Cie	Geo	Port	Geo
4°	Mat	Geo	Ing	Ed Fis	Mat	4°	Cie	Hist	Art	Port	Mat	4°	Ed Fis	Mat	Mat	Mat	Ed Fis
5°	Port	Ed Fis	Mat	Hist	Port	5°	Mat	Port	Ing	Geo	Ed Fis	5°	Cie	Cie	Art	Port	Mat
7G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Cie	Ed Fis	Port	Mat	1°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Hist	1°	Ing	Port	Cie	Port	Mat
2°	Hist	Hist	Mat	Art	Geo	2°	Geo	Port	Ing	Art	Cie	2°	Port	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Geo
3°	Cie	Mat	Ed Fis	Ing	Mat	3°	Mat	Ed Fis	Port	Mat	Hist	3°	Ing	Hist	Hist	Art	Cie
4°	Hist	Port	Port	Art	Port	4°	Geo	Cie	Ing	Art	Mat	4°	Mat	Ed Fis	Port	Mat	Geo
5°	Ed Fis	Geo	Mat	Ing	Geo	5°	Cie	Hist	Port	Port	Port	5°	Hist	Port	Mat	Art	Cie
8G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Mat	Mat	Geo	Art	1°	Mat	Geo	Hist	Cie	Ed Fis	1°	Ed Fis	Mat	Ing	Hist	Art
2°	Cie	Cie	Port	Ing	Hist	2°	Ing	Mat	Mat	Port	Port	2°	Port	Geo	Hist	Cie	Cie
3°	Port	Port	Ed Fis	Port	Art	3°	Mat	Geo	Port	Art	Ed Fis	3°	Ed Fis	Mat	Mat	Mat	Art
4°	Cie	Hist	Mat	Ing	Geo	4°	Ing	Cie	Ed Fis	Cie	Hist	4°	Port	Geo	Hist	Port	Ed Fis
5°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Hist	5°	Port	Mat	Hist	Art	Port	5°	Ing	Port	Port	Cie	Mat

Figura 0.70 – Solução 9.1 – Horários das turmas – Solução Inicial.

Fonte: Autor (2014).

ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7D	7F	9E	1°	6D			6F	8G	1°	7D	7D		9D	
2°			7E	7G		2°	6E			8E		2°	7E	7E		9E	9E
3°			7D	9D	9E	3°	6D			8F	8G	3°	7D	7F			
4°			7E	7G		4°	6E			8E		4°	7E	9D		9D	
5°			7F	9D		5°	6F			8F		5°	7F	7F		9E	
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7G	7G				1°	6E	6D	8F		6F	1°	7E	6E	7G	6D	7D
2°	8G	8G				2°	6D	6E			8E	2°	7F	6D		6E	6F
3°	7G					3°	6E	6F			8F	3°		6E	7G	6F	7E
4°	8G					4°	6D	8E				4°	7F	6D		7D	7F
5°						5°	8E	6F			8F	5°	7G	7D		6F	7E
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9E	8E	8E		9D	1°			7E	8G	7F	1°	6F		6D		6E
2°		8F	8F			2°		7D	7D		7G	2°	8E				8F
3°	9E	8E	8G		9D	3°		7E	7F		7F	3°	6F		6D		
4°		8F	9D		9E	4°		7D			8G	4°	8E		6E		8F
5°		8G	8G			5°		7G		7E	7G	5°	6D		6F	6E	
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9D				1°				6E	7E	1°	7F	7F	9D	9E	8E
2°		9E				2°		6F	6D	6D		2°	7G	7G	9E		8G
3°		9D				3°	7E	7D		7D		3°	7F	8F	8F		8E
4°		9E				4°		7E	6F	6D	6F	4°	7G	8G	9E		9D
5°						5°	6E	6E		7D		5°	8F	8E	9D		8G
ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8F		9E			1°			6E	7D		1°	8E	8G	8G	8E	8F
2°	9D		8E	8G		2°		7F	6F	7F		2°				8F	
3°	8F					3°			7E	7G	6F	3°	8E			8E	
4°	9D		8E	8G		4°			7D	6E		4°	8F		8G	8F	8E
5°	9E					5°		6D	7E	7G	6D	5°	8G		8F	8G	
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9D	9E				1°			7F	7E	7G	1°			6F		6D
2°		9D	9D	7D	7D	2°			7G		7E	2°				6F	6E
3°	9D	9E	9E	9E		3°		7G		7E	7G	3°			6E	6D	6D
4°	7D				7D	4°		7F	7F	7F	7E	4°		6F	6D		6E
5°		9D	7D		9E	5°	7E		7G		7F	5°			6E		6F
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6F				1°						1°	8G	8F		8F	
2°	6F		6E		6D	2°	9E			9D	9D	2°	8F	8E	8G		
3°		6D	6F	6E	6E	3°			9D			3°	8G	8G	8E	8G	
4°	6F	6E		6F	6D	4°	9E			9E		4°			8F		
5°			6D	6D	6E	5°	9D	9E	9E		9D	5°		8F	8E	8E	8E
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°		7E		7G													
2°	7D		7F	7E	7F												
3°				7F	7D												
4°		7G	7G	7E	7G												
5°	7D	7E		7F	7D												

Figura 0.71 – Solução 9.1 – Horários dos professores – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Cie	Geo	Ed Fis	Mat	1°	Cie	Ed Fis	Ing	Hist	Geo	1°	Geo	Port	Mat	Art	Cie
2°	Cie	Ed Fis	Hist	Hist	Port	2°	Art	Cie	Port	Ed Fis	Mat	2°	Port	Hist	Ing	Mat	Ed Fis
3°	Art	Port	Geo	Mat	Mat	3°	Cie	Ed Fis	Mat	Port	Port	3°	Geo	Cie	Port	Ed Fis	Ing
4°	Cie	Ed Fis	Mat	Hist	Port	4°	Art	Port	Geo	Ing	Mat	4°	Port	Mat	Hist	Port	Hist
5°	Geo	Ing	Port	Port	Ing	5°	Hist	Hist	Mat	Geo	Port	5°	Art	Cie	Geo	Ed Fis	Mat
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Cie	Art	Ing	Ed Fis	1°	Ed Fis	Port	Geo	Mat	Hist	1°	Hist	Hist	Mat	Art	Geo
2°	Port	Geo	Geo	Mat	Mat	2°	Cie	Cie	Art	Port	Mat	2°	Ed Fis	Ing	Port	Ing	Port
3°	Cie	Hist	Art	Hist	Port	3°	Hist	Geo	Ing	Mat	Ed Fis	3°	Hist	Cie	Geo	Port	Geo
4°	Mat	Geo	Ing	Ed Fis	Mat	4°	Cie	Hist	Art	Port	Mat	4°	Ed Fis	Mat	Mat	Mat	Ed Fis
5°	Port	Ed Fis	Mat	Hist	Port	5°	Mat	Port	Ing	Geo	Ed Fis	5°	Cie	Cie	Art	Port	Mat
7G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Cie	Ed Fis	Port	Mat	1°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Hist	1°	Ing	Port	Cie	Port	Mat
2°	Hist	Hist	Mat	Art	Geo	2°	Geo	Port	Ing	Art	Cie	2°	Port	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Geo
3°	Cie	Mat	Ed Fis	Ing	Mat	3°	Mat	Ed Fis	Port	Mat	Hist	3°	Ing	Hist	Hist	Art	Cie
4°	Hist	Port	Port	Art	Port	4°	Geo	Cie	Ing	Art	Mat	4°	Mat	Ed Fis	Port	Mat	Geo
5°	Ed Fis	Geo	Mat	Ing	Geo	5°	Cie	Hist	Port	Port	Port	5°	Hist	Port	Mat	Art	Cie
8G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Mat	Mat	Geo	Art	1°	Mat	Geo	Hist	Cie	Ed Fis	1°	Ed Fis	Mat	Ing	Hist	Art
2°	Cie	Cie	Port	Ing	Hist	2°	Ing	Mat	Mat	Port	Port	2°	Port	Geo	Hist	Cie	Cie
3°	Port	Port	Ed Fis	Port	Art	3°	Mat	Geo	Port	Art	Ed Fis	3°	Ed Fis	Mat	Mat	Mat	Art
4°	Cie	Hist	Mat	Ing	Geo	4°	Ing	Cie	Ed Fis	Cie	Hist	4°	Port	Geo	Hist	Port	Ed Fis
5°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Hist	5°	Port	Mat	Hist	Art	Port	5°	Ing	Port	Port	Cie	Mat

Figura 0.72 – Solução 9.1 – Horários das turmas – Busca Local.

Fonte: Autor (2014).

ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7D	7F	9E	1°					8G	1°		7E	7F		9E
2°			7E	7G		2°					6D	2°		7D	7E		9D
3°			7D		9E	3°				8F	8G	3°		7D	9E		9E
4°				7G	7E	4°		6F			6D	4°		7E	9D		9D
5°			7F	9D	9D	5°				8F	6F	5°		7F	7F		7D
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8G			7G	1°		6E	6D		6D	1°		7G	7G	6D	7D
2°						2°		8E	6E		8E	2°		7F	6D		6E
3°		7G			7G	3°		8F	8F		6E	3°		6E	6E	7E	6F
4°	8G				8G	4°		6D	8E		6F	4°		7F	6D		7D
5°						5°		6F	6F		8F	5°		7G	7D		6F
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8E	8E		9D	1°		7E			7F	1°		6D			6E
2°		8F	8F		9E	2°		8G	7D		7G	2°		6D		8E	8F
3°		9D	8G		9D	3°		7E	7F		7F	3°		6F		6D	6F
4°		8F	9E		9E	4°		7D	8G		7D	4°		8E		6F	8F
5°		8G	8G		8E	5°		7G	7E		7G	5°		6E			6E
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9D				1°		7D	6E		7D	1°		7F	8F		8G
2°		9E				2°		6F	7D		7E	2°		7G	7G		9E
3°						3°		7E	6F		6D	3°		7F	8G	8F	7F
4°		9E				4°		6F	7E		6D	4°		7G	8G	9D	
5°		9D				5°		6D	6E		6E	5°		8F	8E		9E
ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			8F	8E		1°		7D	6E	6F		1°		8F			8F
2°	9D			8G		2°		7F	6D	6D		2°		8G	8E		8F
3°	9E					3°		7D	7G	7G		3°		8E			8F
4°	9D		8E	8G		4°		7F	7E	6E		4°					8E
5°	9E		8F			5°			6F	7E		5°		8G	8F		8G
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9E		9E	9D		1°		7G		7F	7E	1°		6F		6F	6F
2°	9E		9D	7D	7D	2°		7E		7G	7F	2°				6F	6E
3°	9D		9E	9D		3°		7G			7E	3°		6D		6E	6D
4°	7D		7D	9E		4°				7F	7F	4°				6D	6E
5°	7D		9D	9E		5°		7E		7G	7G	5°				6E	6D
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6F	6D	6E		1°		9D	9E	9D		1°		8G		8G	8F
2°		6F	6E	6F		2°			9D	9E		2°		8F		8G	8E
3°		6D	6F	6E		3°				9D		3°		8G		8E	8G
4°		6E	6E	6F		4°		9E				4°		8F		8F	8F
5°		6D	6D	6D		5°		9D	9E	9E		5°		8E		8E	8E
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°			7E	7G	7E												
2°			7F		7F												
3°		7F		7D	7D												
4°		7G	7G	7E	7G												
5°		7E	7D	7F	7D												

Figura 0.73 – Solução 9.1 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Cie	Port	Ed Fis	Cie	1°	Cie	Hist	Ing	Port	Geo	1°	Mat	Port	Mat	Ing	Mat
2°	Geo	Ed Fis	Ing	Ing	Art	2°	Art	Cie	Port	Ed Fis	Mat	2°	Hist	Port	Mat	Port	Ed Fis
3°	Mat	Port	Geo	Hist	Mat	3°	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Port	Cie	3°	Geo	Hist	Port	Ed Fis	Geo
4°	Cie	Ed Fis	Mat	Hist	Art	4°	Art	Port	Port	Ing	Mat	4°	Hist	Art	Geo	Port	Cie
5°	Hist	Port	Port	Port	Mat	5°	Geo	Hist	Mat	Hist	Geo	5°	Cie	Cie	Ing	Ed Fis	Art
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Ing	Art	Hist	Ed Fis	1°	Cie	Geo	Port	Mat	Port	1°	Hist	Cie	Mat	Art	Geo
2°	Cie	Hist	Geo	Mat	Mat	2°	Mat	Cie	Art	Hist	Mat	2°	Ed Fis	Ing	Port	Mat	Port
3°	Cie	Ing	Art	Port	Port	3°	Hist	Geo	Ed Fis	Mat	Ed Fis	3°	Hist	Port	Geo	Hist	Geo
4°	Mat	Geo	Mat	Ed Fis	Geo	4°	Cie	Hist	Ing	Port	Art	4°	Ed Fis	Ing	Mat	Mat	Ed Fis
5°	Mat	Ed Fis	Port	Cie	Port	5°	Mat	Port	Geo	Ing	Ed Fis	5°	Cie	Cie	Art	Port	Mat
7G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Port	Cie	1°	Art	Ed Fis	Ed Fis	Ing	Hist	1°	Mat	Hist	Ing	Port	Mat
2°	Hist	Hist	Mat	Art	Geo	2°	Cie	Mat	Geo	Port	Cie	2°	Port	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Geo
3°	Mat	Cie	Ing	Ing	Cie	3°	Art	Mat	Port	Mat	Hist	3°	Cie	Cie	Hist	Art	Mat
4°	Hist	Port	Port	Art	Port	4°	Geo	Cie	Ing	Mat	Mat	4°	Port	Ed Fis	Port	Port	Geo
5°	Ed Fis	Geo	Mat	Mat	Geo	5°	Port	Hist	Port	Port	Ed Fis	5°	Hist	Mat	Ing	Art	Cie
8G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Cie	Port	Hist	Art	1°	Port	Geo	Port	Mat	Ed Fis	1°	Mat	Port	Mat	Cie	Art
2°	Mat	Geo	Port	Ing	Mat	2°	Ing	Port	Mat	Cie	Hist	2°	Mat	Geo	Port	Hist	Ed Fis
3°	Port	Hist	Ed Fis	Port	Art	3°	Mat	Ed Fis	Port	Mat	Ed Fis	3°	Ing	Cie	Mat	Cie	Art
4°	Cie	Hist	Geo	Ing	Cie	4°	Ing	Cie	Hist	Cie	Hist	4°	Port	Geo	Ed Fis	Mat	Ed Fis
5°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Mat	5°	Port	Geo	Mat	Art	Art	5°	Ing	Port	Port	Mat	Hist

Figura 0.74 – Solução 9.1 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				9E	9D	1°					8E	1°			7F	7D	9D
2°			7D	7G	7E	2°					6F	2°			7D	9D	7E
3°				7F	7D	3°				8G	8E	3°			9E	9E	9E
4°			7E	9E	7G	4°				6E	8F	4°			7E	7E	7F
5°			7F		9D	5°				8F	6F	5°			9D	7D	7F
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°					7G	1°			8E	8E	6E	1°			7D	6D	6E
2°			8G		8G	2°			6D	6F	6D	2°			7G	7E	6F
3°			7G			3°			6F	8F	6F	3°			7E	6D	6E
4°			8G			4°			8F	8E	6E	4°			7G	7F	6D
5°					7G	5°			6E	8F	6D	5°			7F	6F	6F
ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			8G	8G	8G	1°			7F	7D	7E	1°			6E	6F	6D
2°			8F	9D	9E	2°			7G	7E	7D	2°			6F	6E	8F
3°			8E	9E	9D	3°			7D	7F	7E	3°			8F	6E	6E
4°			8F	9D	9E	4°				7G	8G	4°			6F	8E	6D
5°			8E	8E	8F	5°			8G	7G	7F	5°			6D		8E
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				9E		1°			6F	7E	6F	1°			7G	8F	8F
2°						2°			7E	7D	6D	2°			8E	8E	8E
3°				9D		3°			6E	6E	6F	3°			7F	8G	7G
4°				9E		4°			7D	6D	7D	4°			9D	7G	8G
5°				9D		5°			7E	6E	6D	5°			8G	7F	9D
ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				9E	8E	1°			6E	7E	7F	1°			8F		8F
2°				8G	8F	2°			6D	6D	7D	2°			8G		8G
3°				8E	9D	3°			7F	7D	7G	3°			8F		8E
4°				9E	8G	4°			6F	6E		4°			8G		8F
5°				8F	9D	5°			7E	6F	7G	5°			8E		8E
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			9E		9D	1°			7E		7G	1°				6D	6F
2°			9D		9E	2°			7F		7F	2°					6E
3°			7D		9D	3°			7G		7E	3°			6D		6F
4°			9E		7D	4°			7F		7F	4°			6E		6D
5°			7D		9E	5°			7G		7E	5°			6F		6E
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6F	6E	6D	1°			9D	9D		1°			8G	8E	8G
2°			6E	6F	6E	2°			9E	9E		2°			8F	8F	8E
3°			6F	6D	6D	3°			9D		9E	3°			8E	8G	8F
4°			6E	6F	6F	4°				9D	9D	4°			8E	8F	8E
5°			6D	6D	6E	5°			9E	9E		5°			8F	8G	8G
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°			7G	7F	7E												
2°			7F	7G	7G												
3°			7E		7F												
4°			7D		7E												
5°			7G	7D	7D												

Figura 0.75 – Solução 9.1 – Horários dos professores – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Ed Fis	Mat	Port	Geo	1°	Geo	Ing	Port	Ed Fis	Cie	1°	Hist	Port	Geo	Hist	Mat
2°	Cie	Ing	Ing	Hist	Cie	2°	Art	Port	Geo	Port	Mat	2°	Geo	Cie	Port	Ed Fis	Art
3°	Mat	Ed Fis	Port	Port	Mat	3°	Hist	Hist	Ed Fis	Ed Fis	Geo	3°	Cie	Port	Mat	Hist	Cie
4°	Art	Hist	Mat	Ed Fis	Geo	4°	Mat	Port	Ing	Art	Cie	4°	Geo	Ing	Port	Port	Mat
5°	Geo	Port	Port	Hist	Cie	5°	Cie	Hist	Mat	Port	Mat	5°	Mat	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Art
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Cie	Geo	Mat	Ed Fis	1°	Mat	Hist	Ing	Port	Geo	1°	Cie	Geo	Port	Ing	Port
2°	Cie	Hist	Art	Ing	Geo	2°	Hist	Ed Fis	Geo	Cie	Art	2°	Mat	Port	Mat	Mat	Ed Fis
3°	Mat	Geo	Ing	Mat	Art	3°	Ed Fis	Port	Mat	Mat	Geo	3°	Hist	Ing	Geo	Art	Port
4°	Hist	Port	Mat	Hist	Ed Fis	4°	Cie	Cie	Art	Port	Port	4°	Mat	Ed Fis	Mat	Cie	Hist
5°	Mat	Cie	Port	Port	Port	5°	Hist	Ing	Mat	Mat	Ed Fis	5°	Ed Fis	Hist	Art	Cie	Geo
7G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Port	Mat	Mat	Cie	1°	Cie	Cie	Port	Ing	Art	1°	Mat	Hist	Hist	Mat	Mat
2°	Ed Fis	Geo	Port	Art	Port	2°	Hist	Hist	Hist	Port	Mat	2°	Port	Ed Fis	Port	Ing	Geo
3°	Mat	Cie	Hist	Ing	Ed Fis	3°	Port	Ed Fis	Ing	Mat	Art	3°	Mat	Cie	Geo	Port	Hist
4°	Ed Fis	Hist	Geo	Mat	Art	4°	Port	Cie	Geo	Port	Mat	4°	Cie	Ed Fis	Port	Mat	Art
5°	Mat	Port	Geo	Ing	Cie	5°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Geo	5°	Port	Cie	Ing	Art	Ed Fis
8G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Ed Fis	Ed Fis	Port	Ed Fis	1°	Port	Port	Mat	Cie	Art	1°	Mat	Geo	Ing	Art	Hist
2°	Mat	Cie	Ing	Mat	Cie	2°	Mat	Cie	Ed Fis	Mat	Hist	2°	Port	Port	Mat	Hist	Ed Fis
3°	Art	Hist	Port	Art	Mat	3°	Port	Geo	Mat	Ing	Ed Fis	3°	Cie	Cie	Ed Fis	Cie	Port
4°	Mat	Cie	Hist	Ing	Geo	4°	Hist	Port	Ed Fis	Mat	Port	4°	Mat	Geo	Ing	Art	Ed Fis
5°	Hist	Geo	Port	Port	Mat	5°	Cie	Geo	Hist	Ing	Art	5°	Port	Port	Mat	Mat	Hist

Figura 0.76 – Solução 9.1 – Horários das turmas – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

Nas Figuras seguintes são apresentadas as características e resultados do Problema 10.

Tabela Professor	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	8D	9A	9B	9C	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
ProfArte1								X	X	X	X	X	X	4	4	12
ProfArte2	X	X	X	X	X	X	X							3	4	14
ProfCie1	X	X	X	X	X	X								3	6	18
ProfCie2							X	X	X	X	X	X	X	3	6	21
ProfEdFis1							X	X	X	X	X	X	X	5	3	21
ProfEdFis2	X	X	X	X	X	X								4	3	18
ProfGeo1				X	X	X					X	X	X	3	6	15
ProfGeo2									X	X				5	6	4
ProfGeo3	X	X	X				X	X						4	6	13
ProfHist1											X	X	X	5	4	9
ProfHist2	X	X	X	X	X									6	4	15
ProfHist3						X	X	X	X	X				2	4	15
ProfIng1	X	X	X				X	X	X	X				3	2	14
ProfIng2				X	X	X					X	X	X	5	2	12
ProfMat1	X	X	X											6	5	12
ProfMat2					X	X			X	X				4	5	20
ProfMat3				X			X	X						6	5	15
ProfMat4											X	X	X	5	5	15
ProfPort1						X								2	2	4
ProfPort2										X	X		X	3	2	15
ProfPort3	X	X	X											4	2	15
ProfPort4							X	X	X					3	2	15
ProfPort5				X	X							X		6	2	13

Figura 0.77 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 10.
Fonte: Autor (2014).

ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8A	9C	8A	8D	9A	1°	8B	9A	8B	9C	8C	1°	6A			6C	7C
2°	8B		8B	9A	9B	2°	8A	9B	8A		9A	2°				7A	8A
3°	8A		8C	8D	9C	3°	8B	9C	8D		8C	3°	6A			7B	7C
4°	8B		8D	9A	9B	4°	8A	9B	8C		9A	4°	6B			7A	8A
5°	8C		8C	9B	9C	5°	8D	9C	8D		9B	5°	6C			7B	6B
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7B	8C	8C	7B	1°	9A	9B	9A		9C	1°	6B	7C	7C	6A	6C
2°	7C	7C	8D	8D	7C	2°	9B	9A	9B			2°	6A			6B	7A
3°	7B	7B		8C	8D	3°	9A	9B	9C			3°	6B	7C		6C	7B
4°	7C	7C		8D	8C	4°	9B	9A			9C	4°	6A			7B	7A
5°		8C	7B		8D	5°	9C		9C			5°	7A			6C	7B
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6A	6B		1°	8C			8A	8A	1°			6B		
2°	7A		6B	7B	7B	2°			8C	8B	8B	2°	6C	6B	6A		
3°	6C		6A	7A	6C	3°	8C		8A	8A		3°			6C		6A
4°	7A		6B	7C	7B	4°			8B	8B	8B	4°	6C	6B	6A		
5°	6A	7C	6C		7C	5°			8A	8C	8C	5°	6B	6C			6A
ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8A	8D	7C	8D	1°	7A	7A	7A	8B		1°		9B		7B	7B
2°	8C	8B		8A	8C	2°			8A			2°		7A	7A	9B	
3°		8A		7C		3°	7A	7A	8B	8B		3°	9B		7B		
4°		8B		8C	7C	4°			8A	8A	8A	4°		7A	7A	9B	
5°		8D		8B		5°	8A	8B	8B			5°		7B	9B		
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7C		9B	7A	9B	1°	7B	6C			6A	1°		8C	6C		8B
2°	7B		7B	9C		2°			6C		6B	2°				6A	8D
3°	7C			9A		3°		6C	7A		7A	3°			6B	6B	8A
4°	7B		7C	9C		4°			7B	6A	6B	4°	8C		6C		8D
5°	9A		7A	7A		5°	7B	6A		6B	7A	5°			6A	8A	8B
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6B				1°			9C		7A	1°	8D	8B			
2°		6A		6C	6C	2°		7B	7C		9C	2°	9A	8C			
3°		6B		6A	8B	3°		9A	9A		9B	3°	8D	8B			
4°		6A		6B	6C	4°		7B	9B			4°	9A	8C	9C		
5°	8B	8A			8A	5°		7A	7C			5°	9B	9B		9C	
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°						1°						1°	9C	8D		9A	
2°				7C		2°		8D		8C		2°	8D	9C	9A		
3°			7C			3°		8C				3°	9C	8D		9C	9A
4°						4°		8D				4°	8D	9C	9A		
5°	7C			7C		5°						5°				8D	9A
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	6C	6A			6B	1°				9B							
2°	6B	6C			6A	2°	9C		9C								
3°		6A			6B	3°			9B	9B							
4°		6C		6C	6A	4°	9C										
5°		6B	6B	6A	6C	5°		9A	9A	9A							

Figura 0.78 – Solução 10.6 – Horários dos professores – Solução Inicial.

Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Port	Cie	Ed Fis	Hist	1°	Ed Fis	Geo	Mat	Cie	Port	1°	Port	Hist	Ing	Art	Ed Fis
2°	Ed Fis	Geo	Mat	Ing	Port	2°	Port	Mat	Cie	Ed Fis	Hist	2°	Mat	Port	Hist	Geo	Geo
3°	Art	Port	Cie	Geo	Mat	3°	Ed Fis	Geo	Ing	Ing	Port	3°	Cie	Hist	Mat	Ed Fis	Cie
4°	Ed Fis	Geo	Mat	Hist	Port	4°	Art	Mat	Cie	Geo	Hist	4°	Mat	Port	Ing	Port	Geo
5°	Cie	Hist	Ing	Port	Mat	5°	Mat	Port	Port	Hist	Art	5°	Art	Mat	Cie	Ed Fis	Port
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Mat	Geo	Ing	1°	Hist	Mat	Port	Port	Mat	1°	Geo	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Art
2°	Cie	Port	Port	Art	Ed Fis	2°	Geo	Ing	Geo	Cie	Cie	2°	Mat	Mat	Ing	Port	Mat
3°	Mat	Mat	Hist	Cie	Hist	3°	Mat	Mat	Port	Art	Ed Fis	3°	Geo	Ed Fis	Port	Hist	Art
4°	Cie	Port	Port	Art	Ed Fis	4°	Geo	Ing	Hist	Ed Fis	Cie	4°	Mat	Mat	Geo	Cie	Hist
5°	Ed Fis	Ing	Geo	Geo	Hist	5°	Hist	Port	Mat	Art	Ed Fis	5°	Port	Cie	Ing	Port	Cie
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Hist	Cie	Port	Port	1°	Ed Fis	Art	Ed Fis	Mat	Ing	1°	Port	Ing	Mat	Mat	Ed Fis
2°	Ed Fis	Mat	Ed Fis	Hist	Art	2°	Cie	Hist	Cie	Port	Port	2°	Hist	Art	Port	Geo	Hist
3°	Cie	Hist	Port	Port	Ing	3°	Ed Fis	Art	Mat	Mat	Geo	3°	Port	Geo	Cie	Mat	Ed Fis
4°	Ed Fis	Mat	Mat	Mat	Art	4°	Cie	Hist	Port	Port	Port	4°	Ing	Art	Ed Fis	Hist	Mat
5°	Mat	Geo	Port	Ing	Geo	5°	Geo	Mat	Mat	Hist	Ing	5°	Cie	Mat	Cie	Port	Port
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Port	Hist	Cie	Hist	1°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Cie	1°	Port	Mat	Geo	Hist	Geo
2°	Port	Geo	Mat	Mat	Ing	2°	Art	Mat	Port	Cie	Ed Fis	2°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Cie
3°	Art	Port	Ed Fis	Cie	Mat	3°	Mat	Ing	Ing	Geo	Port	3°	Port	Mat	Hist	Hist	Ing
4°	Port	Geo	Cie	Mat	Ing	4°	Art	Mat	Port	Cie	Ed Fis	4°	Mat	Ed Fis	Ing	Port	Cie
5°	Ed Fis	Hist	Ed Fis	Port	Mat	5°	Geo	Hist	Hist	Hist	Port	5°	Art	Art	Port	Cie	Ed Fis
9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Port	Cie	Ing	Ed Fis	Mat												
2°	Hist	Port	Hist	Geo	Ing												
3°	Port	Ed Fis	Mat	Port	Cie												
4°	Hist	Port	Art	Geo	Mat												
5°	Mat	Ed Fis	Mat	Art	Cie												

Figura 0.79 – Solução 10.6 – Horários das turmas – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8A	9C	8A	8D	9A	1°	8B	9A	8B	9C	8C	1°	6A			6C	7C
2°	8B		8B	9A	9B	2°	8A	9B	8A		9A	2°				7A	8A
3°	8A		8C	8D	9C	3°	8B	9C	8D		8C	3°	6A			7B	7C
4°	8B		8D	9A	9B	4°	8A	9B	8C		9A	4°	6B			7A	8A
5°	8C		8C	9B	9C	5°	8D	9C	8D		9B	5°	6C			7B	6B
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7B	8C	8C	7B	1°	9A	9B	9A		9C	1°	6B	7C	7C	6A	6C
2°	7C	7C	8D	8D	7C	2°	9B	9A	9B			2°	6A			6B	7A
3°	7B	7B		8C	8D	3°	9A	9B	9C			3°	6B	7C		6C	7B
4°	7C	7C		8D	8C	4°	9B	9A			9C	4°	6A			7B	7A
5°		8C	7B		8D	5°	9C		9C			5°	7A			6C	7B
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6A	6B		1°	8C			8A	8A	1°			6B		
2°	7A		6B	7B	7B	2°			8C	8B	8B	2°	6C	6B	6A		
3°	6C		6A	7A	6C	3°	8C		8A	8A		3°			6C		6A
4°	7A		6B	7C	7B	4°			8B	8B	8B	4°	6C	6B	6A		
5°	6A	7C	6C		7C	5°			8A	8C	8C	5°	6B	6C			6A
ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8A	8D	7C	8D	1°	7A	7A	7A	8B		1°	9B		7B	7B	
2°	8C	8B		8A	8C	2°			8A			2°		7A	7A	9B	
3°		8A		7C		3°	7A	7A	8B	8B		3°	9B		7B		
4°		8B		8C	7C	4°			8A	8A	8A	4°		7A	7A	9B	
5°		8D		8B		5°	8A	8B	8B			5°		7B	9B		
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7C		9B	7A	9B	1°	7B	6C			6A	1°		8C	6C		8B
2°	7B		7B	9C		2°			6C		6B	2°				6A	8D
3°	7C			9A		3°		6C	7A		7A	3°			6B	6B	8A
4°	7B		7C	9C		4°			7B	6A	6B	4°	8C		6C		8D
5°	9A		7A	7A		5°	7B	6A		6B	7A	5°			6A	8A	8B
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6B				1°			9C		7A	1°	8D	8B			
2°		6A		6C	6C	2°		7B	7C		9C	2°	9A	8C			
3°		6B		6A	8B	3°		9A	9A		9B	3°	8D	8B			
4°		6A		6B	6C	4°		7B	9B			4°	9A	8C	9C		
5°	8B	8A			8A	5°		7A	7C			5°	9B	9B		9C	
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°						1°						1°	9C	8D		9A	
2°				7C		2°		8D		8C		2°	8D	9C	9A		
3°			7C			3°		8C				3°	9C	8D		9C	9A
4°						4°		8D				4°	8D	9C	9A		
5°	7C			7C		5°						5°				8D	9A
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°	6C	6A			6B	1°				9B							
2°	6B	6C			6A	2°	9C		9C								
3°		6A			6B	3°			9B	9B							
4°		6C		6C	6A	4°	9C										
5°		6B	6B	6A	6C	5°		9A	9A	9A							

Figura 0.80 – Solução 10.6 – Horários dos professores – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Por	Cie	Ed Fis	Hist	1°	Ed Fis	Geo	Mat	Cie	Por	1°	Por	Hist	Ingl	Art	Ed Fis
2°	Ed Fis	Geo	Mat	Ingl	Por	2°	Por	Mat	Cie	Ed Fis	Hist	2°	Mat	Por	Hist	Geo	Geo
3°	Art	Por	Cie	Geo	Mat	3°	Ed Fis	Geo	Ingl	Ingl	Por	3°	Cie	Hist	Mat	Ed Fis	Cie
4°	Ed Fis	Geo	Mat	Hist	Por	4°	Art	Mat	Cie	Geo	Hist	4°	Mat	Por	Ingl	Por	Geo
5°	Cie	Hist	Ingl	Por	Mat	5°	Mat	Por	Por	Hist	Art	5°	Art	Mat	Cie	Ed Fis	Por
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Mat	Geo	Ingl	1°	Hist	Mat	Por	Por	Mat	1°	Geo	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Art
2°	Cie	Por	Por	Art	Ed Fis	2°	Geo	Ingl	Geo	Cie	Cie	2°	Mat	Mat	Ingl	Por	Mat
3°	Mat	Mat	Hist	Cie	Hist	3°	Mat	Mat	Por	Art	Ed Fis	3°	Geo	Ed Fis	Por	Hist	Art
4°	Cie	Por	Por	Art	Ed Fis	4°	Geo	Ingl	Hist	Ed Fis	Cie	4°	Mat	Mat	Geo	Cie	Hist
5°	Ed Fis	Ingl	Geo	Geo	Hist	5°	Hist	Por	Mat	Art	Ed Fis	5°	Por	Cie	Ingl	Por	Cie
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Hist	Cie	Por	Por	1°	Ed Fis	Art	Ed Fis	Mat	Ingl	1°	Por	Ingl	Mat	Mat	Ed Fis
2°	Ed Fis	Mat	Ed Fis	Hist	Art	2°	Cie	Hist	Cie	Por	Por	2°	Hist	Art	Por	Geo	Hist
3°	Cie	Hist	Por	Por	Ingl	3°	Ed Fis	Art	Mat	Mat	Geo	3°	Por	Geo	Cie	Mat	Ed Fis
4°	Ed Fis	Mat	Mat	Mat	Art	4°	Cie	Hist	Por	Por	Por	4°	Ingl	Art	Ed Fis	Hist	Mat
5°	Mat	Geo	Por	Ingl	Geo	5°	Geo	Mat	Mat	Hist	Ingl	5°	Cie	Mat	Cie	Por	Por
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Por	Hist	Cie	Hist	1°	Mat	Ed Fis	Mat	Por	Cie	1°	Por	Mat	Geo	Hist	Geo
2°	Por	Geo	Mat	Mat	Ingl	2°	Art	Mat	Por	Cie	Ed Fis	2°	Mat	Ed Fis	Mat	Por	Cie
3°	Art	Por	Ed Fis	Cie	Mat	3°	Mat	Ingl	Ingl	Geo	Por	3°	Por	Mat	Hist	Hist	Ingl
4°	Por	Geo	Cie	Mat	Ingl	4°	Art	Mat	Por	Cie	Ed Fis	4°	Mat	Ed Fis	Ingl	Por	Cie
5°	Ed Fis	Hist	Ed Fis	Por	Mat	5°	Geo	Hist	Hist	Hist	Por	5°	Art	Art	Por	Cie	Ed Fis
9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Por	Cie	Ingl	Ed Fis	Mat												
2°	Hist	Por	Hist	Geo	Ingl												
3°	Por	Ed Fis	Mat	Por	Cie												
4°	Hist	Por	Art	Geo	Mat												
5°	Mat	Ed Fis	Mat	Art	Cie												

Figura 0.81 – Solução 10.6 – Horários das turmas – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8A		8A	8B	9A	1°	8D		8D	9C	8B	1°	7C			6C	7C
2°	8C		8B	9A	9C	2°	8B	8A			9A	2°	7B			7A	8A
3°	8A	8D	8C		9C	3°	8C		9B	9B	8B	3°	6A				7B
4°	8D		9C	9A	9B	4°	8A	9C	8C	8A	9A	4°	6B			7A	8A
5°	8B	8D	8C	9B		5°	8C	9C	8D	9A	9B	5°	6C			6A	6B
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8C	7B			8D	1°	9A	9C	9A			1°	7B	7C		6A	6C
2°	8D	7C		8D	7C	2°	9B	9A	9B			2°	6A	6B		6B	7A
3°	7B	7B		8C	7C	3°	9C	9B	9C			3°	7C	7C		6C	6C
4°	7C	7C	7B		8C	4°	9B	9A	9A			4°	6A			7B	7A
5°	8D	8C	7B		8D	5°	9C	9B	9C			5°	7A			6B	7B
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A		6C	7A	7B	1°			8B	8A	8C	1°		6B	6B		
2°	6B		6B	7B		2°			8C	8C	8B	2°		6A	6A		
3°	6C		6A	7A	7A	3°			8A	8A	8C	3°		6B	6C		
4°			6A	7C	7B	4°			8B	8B	8B	4°	6C	6A	6B		
5°	7C		6B	6C	7C	5°			8A	8C	8A	5°	6A	6C	6C		
ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8B		8C	8A	1°	7A	7A	7A			1°		9B	9B	7B	
2°		8D		8A	8C	2°	8A	8B	8A			2°		7A	7A	9B	
3°		8A		7C	8D	3°	7A	7A	8B			3°			7B	7B	
4°		8B		8D	7C	4°	8B	8A	8A			4°		7A	7A	9B	
5°		7C		8B	8C	5°	8A	8B	8B			5°		7B	9B		
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9B		7B	7C		1°	6C	6C				1°			8C	8D	6A
2°	7C		7B	9C		2°	7A	7B		6A		2°			6C		6B
3°	9B		7A	9A		3°	6B	6C				3°			6B	8B	8A
4°	7A		7C	9C		4°	7B	6B		6A	6B	4°	8C		6C	8C	8D
5°	9A		7A	7B		5°	7B	6A		7A	7A	5°			6A	8A	8B
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6B	8A				1°			7C		7A	1°	8B	8D		9B	
2°		6C		8B	6C	2°			9C		7B	2°	9A	8C			
3°	8B			6A	6A	3°		9A	9A		9B	3°	8D	8B		9C	
4°				6B	6C	4°		7B	9B			4°	9A	8C			
5°	6B	8A			6A	5°		7A	7C		9C	5°	9B			9C	
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°						1°		8C				1°			9C	9A	9C
2°			7C	7C		2°			8D			2°	9C	9C	9A		8D
3°			7C			3°		8C				3°			8D	8D	9A
4°						4°		8D				4°			8D		9C
5°				7C		5°						5°			9A	8D	9A
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°		6A	6A	6B	6B	1°	9C	9A			9B						
2°	6C			6C	6A	2°		9B			9B						
3°		6A		6B	6B	3°	9A	9C									
4°		6C		6C	6A	4°	9C	9B									
5°		6B			6C	5°		9A									

Figura 0.82 – Solução 10.6 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Port	Port	Ed Fis	Ing	1°	Geo	Mat	Mat	Port	Port	1°	Hist	Hist	Cie	Art	Ed Fis
2°	Ed Fis	Mat	Mat	Hist	Port	2°	Cie	Ed Fis	Cie	Ed Fis	Ing	2°	Port	Geo	Ing	Port	Geo
3°	Art	Port	Cie	Geo	Geo	3°	Hist	Mat	Ing	Port	Port	3°	Cie	Hist	Mat	Ed Fis	Ed Fis
4°	Ed Fis	Mat	Cie	Hist	Port	4°	Art	Hist	Mat	Geo	Hist	4°	Mat	Port	Ing	Port	Geo
5°	Mat	Hist	Ing	Art	Geo	5°	Geo	Port	Cie	Ed Fis	Art	5°	Art	Mat	Mat	Cie	Port
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Mat	Cie	Ing	1°	Ed Fis	Mat	Geo	Port	Cie	1°	Art	Ed Fis	Ing	Geo	Art
2°	Hist	Port	Port	Art	Ed Fis	2°	Art	Hist	Geo	Cie	Ing	2°	Geo	Mat	Port	Port	Mat
3°	Mat	Mat	Geo	Cie	Cie	3°	Mat	Mat	Port	Port	Art	3°	Ed Fi	Ed Fis	Port	Hist	Mat
4°	Geo	Port	Port	Art	Ed Fis	4°	Hist	Ing	Mat	Ed Fis	Cie	4°	Mat	Mat	Geo	Cie	Hist
5°	Ed Fis	Ing	Geo	Hist	Hist	5°	Hist	Port	Mat	Geo	Ed Fis	5°	Cie	Hist	Ing	Port	Cie
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Geo	Cie	Port	Hist	1°	Art	Hist	Port	Cie	Ed Fis	1°	Mat	Geo	Ing	Hist	Port
2°	Mat	Ed Fis	Mat	Hist	Art	2°	Ed Fis	Mat	Cie	Geo	Port	2°	Cie	Art	Port	Port	Hist
3°	Cie	Hist	Port	Port	Ing	3°	Geo	Art	Mat	Ing	Ed Fis	3°	Ed Fi	Geo	Cie	Mat	Port
4°	Ed Fis	Mat	Mat	Ed Fis	Art	4°	Mat	Hist	Port	Port	Port	4°	Ing	Art	Ed Fis	Ing	Mat
5°	Mat	Geo	Port	Ing	Port	5°	Cie	Mat	Mat	Hist	Ing	5°	Ed Fi	Mat	Cie	Port	Hist
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Art	Ed Fis	Ing	Mat	1°	Mat	Hist	Mat	Port	Cie	1°	Geo	Port	Port	Art	Hist
2°	Mat	Hist	Geo	Mat	Port	2°	Art	Mat	Port	Cie	Ed Fis	2°	Mat	Hist	Mat	Port	Hist
3°	Art	Cie	Port	Port	Hist	3°	Hist	Ing	Ing	Geo	Port	3°	Geo	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Ing
4°	Cie	Geo	Port	Hist	Ing	4°	Art	Mat	Mat	Cie	Ed Fis	4°	Mat	Hist	Ing	Port	Cie
5°	Mat	Cie	Ed Fis	Port	Mat	5°	Geo	Hist	Port	Ed Fis	Port	5°	Art	Mat	Port	Cie	Ed Fis
9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Hist	Mat	Port	Ed Fis	Port												
2°	Port	Port	Ing	Geo	Cie												
3°	Mat	Hist	Mat	Art	Cie												
4°	Hist	Ed Fis	Cie	Geo	Port												
5°	Mat	Ed Fis	Mat	Art	Ing												

Figura 0.83 – Solução 10.6 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.

Fonte: Autor (2014).

ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8D	8D	8A	8A	9A	1°	8C	8A	9B		8B	1°	7A			6C	6C
2°	8C		8C	9C	9C	2°	9A	9A	8D		9B	2°	8A			7A	7B
3°	9B		8B	9B	8A	3°	8D	8D	9C	9C	9C	3°	6A				6A
4°	8C		9A	8D	9C	4°	9A	8A	8A		9B	4°	8A			6B	6B
5°	9A		9B	8B	8B	5°	8C	8B	8B		8C	5°	7C			7C	7B
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B	8C		8D	7B	1°	9B	9A	9A			1°	6C			7B	6B
2°	8D	8D		8C	8C	2°	9C	9C	9B			2°	6B	6C		6A	6A
3°	8C	7B		8D	7C	3°	9A	9A	9B			3°	7B	7C		7C	7A
4°	7C	8C		7C	7B	4°	9C	9B	9C			4°	6B			7B	7C
5°	8D	7C		7B	7C	5°	9B	9C	9A			5°	6C	7A		6A	7A
ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7C		6C	7C	7A	1°			8B	8B	8C	1°	6A	6A	6B		
2°	7B		6A	7B		2°			8A	8A	8A	2°	6C		6C		
3°	7C		6C	6B	6C	3°			8C	8B	8B	3°		6B	6B		
4°	7A		6A	7A		4°			8B	8A	8C	4°	6C		6C		
5°	7B		6B	6B	6A	5°			8C	8C	8A	5°	6B	6A	6A		
ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort5	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7C		8C	8A	1°	8B	8B	7A			1°		7A	7B	7A	
2°		8C		7C	7C	2°	7A	7A	8B			2°		7B	7A	9B	
3°		8A		8C	8D	3°	8A	8B	8A			3°		9B	7B		
4°		8B		8B	8B	4°	8B	7A	7A			4°		7B	9B	9B	
5°		8D		8A	8D	5°	8A	8A	8A			5°		9B	7A		
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9C		7C	9B		1°	6B	7B		6B		1°			6A		8D
2°	7C		7B	9A		2°	6A	6A		6C		2°			6B	8B	8B
3°	7A		7A	7B		3°	6B	7A		7A		3°			6A	8A	8C
4°	9B		7B	9A		4°	7B	6C		6C		4°			6B	8C	8A
5°	7A		7C	9C		5°	6A	7B		7A		5°			6C	8D	6C
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8A	6B				1°		9B	9C		7C	1°	9A	9C		9A	
2°	8B	8A			6B	2°			9A		7A	2°	9B	8B			
3°	6C	6A		6A		3°			7C		7B	3°	8B	8C			
4°	6A	6B			6C	4°		9C			7A	4°	8D	8D			
5°	8B	6C				5°		9A	7B		9B	5°	9C	8C		9B	
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°						1°			8C			1°			8D	9C	9C
2°		7C	7C			2°						2°			9C	8D	8D
3°						3°			8D			3°			9A	9A	9A
4°		7C	7C			4°			8C			4°			8D	9C	8D
5°						5°			8D			5°			9C	9A	9A
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex						
1°		6C		6A	6A	1°					9B						
2°		6B		6B	6C	2°		9B			9A						
3°		6C		6C	6B	3°	9C	9C			9B						
4°		6A		6A	6A	4°		9A			9A						
5°		6B		6C	6B	5°					9C						

Figura 0.84 – Solução 10 – Horários dos professores – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Ing	Port	Port	1°	Hist	Geo	Mat	Hist	Ed Fis	1°	Ed Fi	Port	Cie	Art	Art
2°	Hist	Hist	Cie	Ed Fis	Ed Fis	2°	Ed Fis	Port	Ing	Port	Geo	2°	Mat	Ed Fis	Mat	Hist	Port
3°	Art	Geo	Ing	Geo	Art	3°	Hist	Mat	Mat	Cie	Port	3°	Geo	Port	Cie	Port	Cie
4°	Geo	Port	Cie	Port	Port	4°	Ed Fis	Geo	Ing	Art	Art	4°	Mat	Hist	Mat	Hist	Geo
5°	Hist	Mat	Mat	Ed Fis	Cie	5°	Mat	Port	Cie	Cie	Port	5°	Ed Fi	Geo	Ing	Port	Ing
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Port	Mat	Port	Cie	1°	Mat	Hist	Port	Ed Fis	Mat	1°	Cie	Hist	Geo	Cie	Ing
2°	Mat	Mat	Port	Art	Ing	2°	Cie	Port	Geo	Cie	Art	2°	Geo	Port	Port	Hist	Hist
3°	Geo	Hist	Geo	Hist	Ed Fis	3°	Ed Fis	Mat	Port	Geo	Ing	3°	Cie	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Mat
4°	Cie	Mat	Mat	Cie	Ing	4°	Hist	Port	Geo	Ed Fis	Mat	4°	Mat	Port	Port	Mat	Ed Fis
5°	Geo	Ed Fis	Port	Hist	Ed Fis	5°	Cie	Hist	Ing	Mat	Art	5°	Art	Mat	Geo	Art	Mat
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Ed Fis	Cie	Cie	Hist	1°	Mat	Mat	Port	Port	Ed Fis	1°	Ed Fi	Mat	Geo	Hist	Port
2°	Art	Geo	Port	Port	Port	2°	Geo	Art	Mat	Ing	Ing	2°	Cie	Hist	Cie	Mat	Mat
3°	Mat	Hist	Mat	Ing	Cie	3°	Art	Mat	Cie	Port	Port	3°	Mat	Art	Port	Hist	Ing
4°	Art	Ed Fis	Ed Fis	Port	Ing	4°	Mat	Hist	Port	Hist	Hist	4°	Cie	Mat	Geo	Ing	Port
5°	Mat	Mat	Mat	Hist	Port	5°	Geo	Ed Fis	Ed Fis	Cie	Cie	5°	Ed Fi	Art	Port	Port	Ed Fis
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Cie	Port	Mat	Ing	1°	Art	Mat	Mat	Art	Cie	1°	Mat	Ing	Ed Fis	Geo	Hist
2°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Port	2°	Ed Fis	Ed Fis	Ing	Geo	Hist	2°	Art	Hist	Mat	Port	Ed Fis
3°	Ed Fis	Ed Fis	Geo	Mat	Hist	3°	Mat	Mat	Port	Port	Port	3°	Cie	Port	Mat	Cie	Hist
4°	Art	Art	Port	Cie	Port	4°	Ed Fis	Hist	Cie	Geo	Hist	4°	Geo	Mat	Port	Port	Ed Fis
5°	Mat	Hist	Geo	Ing	Hist	5°	Cie	Ing	Mat	Port	Port	5°	Mat	Port	Cie	Art	Ing
9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Geo	Art	Ing	Port	Port												
2°	Mat	Mat	Port	Cie	Cie												
3°	Hist	Hist	Ed Fis	Ed Fis	Ed Fis												
4°	Mat	Ing	Mat	Port	Cie												
5°	Art	Mat	Port	Geo	Hist												

Figura 0.85 – Solução 10 – Horários das turmas – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

Nas Figuras seguintes são apresentadas as características e resultados do Problema 11.

Tabela Professor	6A	6B	6C	6D	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
ProfArte1	X	X	X	X	X	X	X						4	4	14
ProfArte2								X	X	X	X	X	3	4	10
ProfCie1	X	X	X	X			X						5	6	15
ProfCie2					X	X		X	X	X			3	6	15
ProfCie3											X	X	4	6	6
ProfEdFis1								X	X	X	X	X	6	3	15
ProfEdFis2	X	X	X	X	X	X	X						5	3	21
ProfGeo1		X	X	X				X			X	X	5	6	15
ProfGeo2	X				X	X	X						3	6	12
ProfGeo3									X	X			6	6	4
ProfHist1						X	X						3	4	6
ProfHist2	X	X	X	X	X								2	4	15
ProfHist3								X	X	X	X	X	2	4	15
ProfIng1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6	2	24
ProfMat1					X	X	X						3	5	15
ProfMat2	X	X		X									5	5	12
ProfMat3								X	X	X			5	5	15
ProfMat4			X								X	X	4	5	14
ProfPort1				X							X	X	2	2	15
ProfPort2	X	X	X										3	2	15
ProfPort3								X	X	X			2	2	15
ProfPort4					X	X	X						4	2	12

Figura 0.86 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 11.
Fonte: Autor (2014).

ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	6D	6A	7C	6D	1°	7A		7A	8B	8C	1°	8A	6A	6C	7B	9A
2°	6B	7B	6B		7A	2°	7B		7B	8C		2°	8B	6B	6D	7C	9B
3°	6A	7C	6C		6D	3°	7A		8A	8B		3°	8C	6A	7A	7B	9A
4°	6B	7B	7A		7A	4°	7B		8B	8C		4°	8B	6B	6D	7C	9B
5°	6C	7C	6C		7B	5°	8A		8A			5°	8C	6C	7A	8A	
ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8A	9B	8A	9B	1°	9A	9A				1°	6B	6C		7A	
2°		8B		8B	9A	2°	9B	9B				2°	6A	6D		7B	
3°		8A		8C	9B	3°	9A					3°	6B	6C		7C	
4°		8B		9A	9A	4°	9B					4°	6A	7A			
5°		8C		8C		5°						5°	6D	7B		7C	
ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B		7B		7C	1°	8B	8B	8A	8C		1°	6C		6B	6A	6A
2°	7A		6A	7A		2°	8A	8A	8B		8C	2°			6C	6B	6B
3°	7B		7C			3°	8B	8B	8C			3°			6A	6A	6C
4°	7A		6A			4°	8A	8A			8C	4°			6B	6B	
5°	6A		7C			5°			8C			5°			6A	6C	6C
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9B		9A		1°	8C	8C	8B	9B		1°	6D	6B	7C		6C
2°	6C	6C	9B	9B		2°	9A		8A	9A		2°	7C				6A
3°	9B	9A	9A			3°	8A	9B	8B	9B		3°		6B		6C	7C
4°	6C	6C		9B		4°	8C		8A			4°	6D	6A		6C	6A
5°		9A			9A	5°			9A		8B	5°		6D			6B
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6D	6C	8A	1°	7C	7C			7A	1°			8C		8B
2°		9A		6C	6C	2°			7A		7B	2°	8C			8A	8A
3°		6D	6B		8A	3°	7C		7B		7A	3°		8C			8B
4°	9A	9B				4°			7C	7B	7B	4°			8C	8A	8A
5°	9B		6B	6B	6D	5°	7A		7B	7A	7C	5°	8B	8A	8B	8B	8C
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°						1°			9A			1°		7A		6B	6B
2°		8C				2°			8C		8B	2°				6A	
3°						3°				8A	8C	3°	6C	7A		6D	6B
4°		8C			8B	4°			9B	8B		4°		6D	6C	6A	6C
5°		8B				5°			9B	9A	8A	5°		6A		6D	7A
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				6D		1°					7B	1°	9B				
2°		6A				2°		7C			7C	2°	6D		9A	6D	6D
3°	6D		6D	6B	6A	3°						3°			9B	9A	
4°					6B	4°					7C	4°		9A	9A	6D	6D
5°	6B	6B	6D	6A	6A	5°	7B			7B		5°	9A	9B		9B	9B
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°		7B															
2°		7A	7C														
3°		7B		7A	7B												
4°	7C	7C	7B	7A													
5°	7C	7A															

Figura 0.87 – Solução 11.5 – Horários dos professores – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Port	Port	1°	Art	Cie	Port	Hist	Hist	1°	Port	Art	Ing	Geo	Cie
2°	Art	Mat	Geo	Hist	Cie	2°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Port	Port	2°	Mat	Mat	Port	Geo	Geo
3°	Ed Fis	Ing	Port	Port	Mat	3°	Art	Cie	Geo	Mat	Hist	3°	Hist	Art	Ed Fis	Cie	Port
4°	Art	Cie	Geo	Hist	Cie	4°	Ed Fis	Ing	Port	Port	Mat	4°	Mat	Mat	Hist	Cie	Hist
5°	Geo	Hist	Port	Mat	Mat	5°	Mat	Mat	Geo	Geo	Cie	5°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Port	Port
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Ed Fis	Geo	Mat	Ed Fis	1°	Cie	Hist	Cie	Art	Mat	1°	Geo	Port	Geo	Ing	Hist
2°	Port	Art	Ing	Port	Port	2°	Geo	Port	Mat	Geo	Ed Fis	2°	Cie	Ed Fis	Cie	Art	Mat
3°	Mat	Geo	Mat	Hist	Ed Fis	3°	Cie	Hist	Ing	Port	Mat	3°	Geo	Port	Mat	Ing	Port
4°	Cie	Hist	Ing	Port	Port	4°	Geo	Art	Ed Fis	Port	Ed Fis	4°	Cie	Ed Fis	Port	Mat	Mat
5°	Art	Cie	Mat	Hist	Geo	5°	Mat	Port	Ing	Mat	Hist	5°	Hist	Art	Mat	Hist	Ed Fis
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Cie	Ed Fis	Geo	1°	Ing	Hist	Mat	Hist	Geo	1°	Mat	Mat	Ed Fis	Cie	Port
2°	Cie	Hist	Port	Ing	Hist	2°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Port	2°	Ing	Hist	Mat	Hist	Art
3°	Mat	Ed Fis	Geo	Art	Cie	3°	Ed Fis	Hist	Cie	Art	Geo	3°	Mat	Mat	Ed Fis	Cie	Port
4°	Port	Port	Mat	Ing	Hist	4°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Port	4°	Ing	Hist	Cie	Art	Geo
5°	Port	Ed Fis	Geo	Art	Mat	5°	Cie	Port	Cie	Ing	Art	5°	Port	Geo	Port	Port	Ed Fis
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Mat	Cie	1°	Cie	Cie	Art	Mat	Ing	1°	Port	Mat	Hist	Ed Fis	Hist
2°	Port	Geo	Art	Cie	Mat	2°	Ed Fis	Geo	Port	Ed Fis	Hist	2°	Cie	Cie	Mat	Mat	Ing
3°	Ing	Port	Mat	Hist	Art	3°	Cie	Mat	Mat	Port	Ing	3°	Mat	Ed Fis	Port	Ed Fis	Hist
4°	Ed Fis	Geo	Port	Cie	Mat	4°	Geo	Port	Port	Hist	Hist	4°	Cie	Geo	Art	Mat	Ing
5°	Ing	Hist	Mat	Hist	Port	5°	Port	Mat	Ed Fis	Art	Mat	5°	Geo	Port	Art	Port	Port

Figura 0.88 – Solução 11.5 – Horários das turmas – Solução Inicial.

Fonte: Autor (2014).

ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	6D	6A	7C	6D	1°	7A		7A	8B	8C	1°	8A	6A	6C	7B	9A
2°	6B	7B	6B		7A	2°	7B		7B	8C		2°	8B	6B	6D	7C	9B
3°	6A	7C	6C		6D	3°	7A		8A	8B		3°	8C	6A	7A	7B	9A
4°	6B	7B	7A		7A	4°	7B		8B	8C		4°	8B	6B	6D	7C	9B
5°	6C	7C	6C		7B	5°	8A		8A			5°	8C	6C	7A	8A	
ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8A	9B	8A	9B	1°	9A	9A				1°	6B	6C		7A	
2°		8B		8B	9A	2°	9B	9B				2°	6A	6D		7B	
3°		8A		8C	9B	3°	9A					3°	6B	6C		7C	
4°		8B		9A	9A	4°	9B					4°	6A	7A			
5°		8C		8C		5°						5°	6D	7B		7C	
ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B		7B		7C	1°	8B	8B	8A	8C		1°	6C		6B	6A	6A
2°	7A		6A	7A		2°	8A	8A	8B		8C	2°			6C	6B	6B
3°	7B		7C			3°	8B	8B	8C			3°			6A	6A	6C
4°	7A		6A			4°	8A	8A			8C	4°			6B	6B	
5°	6A		7C			5°			8C			5°			6A	6C	6C
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9B		9A		1°	8C	8C	8B	9B		1°	6D	6B	7C		6C
2°	6C	6C	9B	9B		2°	9A		8A	9A		2°	7C				6A
3°	9B	9A	9A			3°	8A	9B	8B	9B		3°		6B		6C	7C
4°	6C	6C		9B		4°	8C		8A			4°	6D	6A		6C	6A
5°		9A			9A	5°			9A		8B	5°		6D			6B
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6D	6C	8A	1°	7C	7C			7A	1°			8C		8B
2°		9A		6C	6C	2°			7A		7B	2°	8C			8A	8A
3°		6D	6B		8A	3°	7C		7B		7A	3°		8C			8B
4°	9A	9B				4°			7C	7B	7B	4°			8C	8A	8A
5°	9B		6B	6B	6D	5°	7A		7B	7A	7C	5°	8B	8A	8B	8B	8C
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°						1°			9A			1°		7A		6B	6B
2°		8C				2°			8C		8B	2°				6A	
3°						3°				8A	8C	3°	6C	7A		6D	6B
4°		8C			8B	4°			9B	8B		4°		6D	6C	6A	6C
5°		8B				5°			9B	9A	8A	5°		6A		6D	7A
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°				6D		1°					7B	1°	9B				
2°		6A				2°		7C			7C	2°	6D		9A	6D	6D
3°	6D		6D	6B	6A	3°						3°			9B	9A	
4°					6B	4°					7C	4°		9A	9A	6D	6D
5°	6B	6B	6D	6A	6A	5°	7B			7B		5°	9A	9B		9B	9B
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°		7B															
2°		7A	7C														
3°		7B		7A	7B												
4°	7C	7C	7B	7A													
5°	7C	7A															

Figura 0.89 – Solução 11.5 – Horários dos professores – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Port	Port	1°	Art	Cie	Port	Hist	Hist	1°	Port	Art	Ing	Geo	Cie
2°	Art	Mat	Geo	Hist	Cie	2°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Port	Port	2°	Mat	Mat	Port	Geo	Geo
3°	Ed Fis	Ing	Port	Port	Mat	3°	Art	Cie	Geo	Mat	Hist	3°	Hist	Art	Ed Fis	Cie	Port
4°	Art	Cie	Geo	Hist	Cie	4°	Ed Fis	Ing	Port	Port	Mat	4°	Mat	Mat	Hist	Cie	Hist
5°	Geo	Hist	Port	Mat	Mat	5°	Mat	Mat	Geo	Geo	Cie	5°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Port	Port
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Ed Fis	Geo	Mat	Ed Fis	1°	Cie	Hist	Cie	Art	Mat	1°	Geo	Port	Geo	Ing	Hist
2°	Port	Art	Ing	Port	Port	2°	Geo	Port	Mat	Geo	Ed Fis	2°	Cie	Ed Fis	Cie	Art	Mat
3°	Mat	Geo	Mat	Hist	Ed Fis	3°	Cie	Hist	Ing	Port	Mat	3°	Geo	Port	Mat	Ing	Port
4°	Cie	Hist	Ing	Port	Port	4°	Geo	Art	Ed Fis	Port	Ed Fis	4°	Cie	Ed Fis	Port	Mat	Mat
5°	Art	Cie	Mat	Hist	Geo	5°	Mat	Port	Ing	Mat	Hist	5°	Hist	Art	Mat	Hist	Ed Fis
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Cie	Ed Fis	Geo	1°	Ing	Hist	Mat	Hist	Geo	1°	Mat	Mat	Ed Fis	Cie	Port
2°	Cie	Hist	Port	Ing	Hist	2°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Port	2°	Ing	Hist	Mat	Hist	Art
3°	Mat	Ed Fis	Geo	Art	Cie	3°	Ed Fis	Hist	Cie	Art	Geo	3°	Mat	Mat	Ed Fis	Cie	Port
4°	Port	Port	Mat	Ing	Hist	4°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Port	4°	Ing	Hist	Cie	Art	Geo
5°	Port	Ed Fis	Geo	Art	Mat	5°	Cie	Port	Cie	Ing	Art	5°	Port	Geo	Port	Port	Ed Fis
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Mat	Cie	1°	Cie	Cie	Art	Mat	Ing	1°	Port	Mat	Hist	Ed Fis	Hist
2°	Port	Geo	Art	Cie	Mat	2°	Ed Fis	Geo	Port	Ed Fis	Hist	2°	Cie	Cie	Mat	Mat	Ing
3°	Ing	Port	Mat	Hist	Art	3°	Cie	Mat	Mat	Port	Ing	3°	Mat	Ed Fis	Port	Ed Fis	Hist
4°	Ed Fis	Geo	Port	Cie	Mat	4°	Geo	Port	Port	Hist	Hist	4°	Cie	Geo	Art	Mat	Ing
5°	Ing	Hist	Mat	Hist	Port	5°	Port	Mat	Ed Fis	Art	Mat	5°	Geo	Port	Art	Port	Port

Figura 0.90 – Solução 11.5 – Horários das turmas – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8B	6A	7C	6D	1°	7A		7A	8A		1°	8A	6A	6C	6D	9A
2°	6D	7B	6B		7A	2°	7B		7B	8B		2°		6B	7C	8C	9B
3°	6A	7C		6B	6D	3°	7A		8C	8A		3°	8C	6A	7A	7B	9A
4°	6B	7B	7A	6C	7A	4°	7B		8B	8C		4°	8B	6B	6C	7C	9B
5°	6C	7C	6C	6A	7B	5°	8B		8A	8C		5°		7B	7A	8A	6D
ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9B		8B	8A	1°		9A				1°	6A	7C		7A	
2°		8B	9A		8C	2°	9B					2°	6B	7C		6C	
3°		8A		9B	8A	3°		9B				3°	6D			6C	
4°		8B		9B	9A	4°	9B			9A		4°		7A		7B	
5°		8C	9A		8C	5°	9A					5°	7B	6D		6B	6A
ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7C		7B	6A		1°		8C	8C		8B	1°			6B	6C	6A
2°	6A		6A	7A		2°		8A	8B		8A	2°			6C	6B	6B
3°	7B		7C			3°		8B	8B		8B	3°			6A	6A	6C
4°	7A		7B			4°		8C	8A		8C	4°			6B	6B	6A
5°	7C			7A		5°		8A	8C		8A	5°			6A	6C	6C
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C	6C			9B	1°	8C		8B	9B		1°	6B		6D		6C
2°	9A	9B			9A	2°	8B		8A	9A		2°	7C				6A
3°	9B	9A			9B	3°	8A		9A	8C		3°	6B	6C	6C		6A
4°	6C	6C				4°	8C		9B	8B	8B	4°	6D	7C			6D
5°	9B	9A			9A	5°	8A		9B	9A		5°	6A		7C		6B
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9A	8A	9B			1°	7B		7C		7A	1°		8B	8A	8C	
2°	6C	9A	6D			2°	7A		7A		7B	2°		8C	8C	8A	
3°	6C	6B	6B			3°	7C		7B		7A	3°		8C	8A	8B	
4°	8A	9B	6D			4°	7C		7C		7B	4°		8A	8C	8A	
5°	6D	6C	6B			5°	7A		7B		7C	5°		8B	8B	8B	
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8B					1°	9B				8C	1°		7A		6B	6B
2°	8C					2°	8A			9B	8B	2°		6C		6A	6C
3°	8B					3°	9A				8C	3°		7A		6D	6B
4°						4°	9A				8A	4°		6D		6A	6C
5°	8C					5°					8B	5°		6A		6D	7A
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6D	6B				1°					7B	1°		6D	9A	9A	
2°		6A			6D	2°				7B		2°		6D	9B	6D	
3°		6D	6D			3°				7C	7C	3°			9B	9A	
4°	6A	6A	6A		6B	4°				7C		4°		9A	9A	6D	
5°	6B	6B				5°				7B		5°		9B	6D	9B	9B
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°		7B		7B	7C												
2°		7A		7C	7C												
3°		7B		7A	7B												
4°				7A													
5°		7A		7C													

Figura 0.91 – Solução 11.5 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Ing	Ed Fis	Geo	Port	1°	Cie	Mat	Port	Hist	Hist	1°	Mat	Mat	Ing	Port	Cie
2°	Geo	Mat	Geo	Hist	Cie	2°	Art	Ing	Ed Fis	Port	Port	2°	Geo	Hist	Port	Art	Hist
3°	Ed Fis	Ing	Port	Port	Cie	3°	Cie	Geo	Geo	Ed Fis	Hist	3°	Geo	Cie	Cie	Art	Port
4°	Mat	Mat	Mat	Hist	Port	4°	Ed Fis	Ing	Port	Port	Mat	4°	Mat	Mat	Ing	Ed Fis	Hist
5°	Cie	Hist	Port	Ed Fis	Art	5°	Mat	Mat	Geo	Art	Cie	5°	Ed Fis	Geo	Ed Fis	Port	Port
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Cie	Ing	Ed Fis	1°	Cie	Hist	Cie	Art	Mat	1°	Mat	Port	Geo	Port	Hist
2°	Ed Fis	Port	Geo	Port	Mat	2°	Mat	Port	Mat	Geo	Ed Fis	2°	Cie	Ed Fis	Cie	Hist	Mat
3°	Art	Mat	Mat	Hist	Ed Fis	3°	Cie	Hist	Ing	Port	Mat	3°	Geo	Port	Mat	Ing	Port
4°	Cie	Hist	Geo	Port	Cie	4°	Geo	Art	Ed Fis	Port	Ed Fis	4°	Cie	Ed Fis	Geo	Art	Mat
5°	Geo	Art	Port	Hist	Ing	5°	Mat	Port	Ing	Geo	Hist	5°	Art	Ing	Mat	Hist	Ed Fis
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Art	Mat	Ed Fis	Port	1°	Ing	Geo	Port	Cie	Hist	1°	Geo	Port	Ed Fis	Hist	Mat
2°	Cie	Art	Ing	Port	Port	2°	Art	Mat	Ed Fis	Port	Mat	2°	Ed Fis	Hist	Mat	Cie	Art
3°	Mat	Ed Fis	Geo	Hist	Hist	3°	Ed Fis	Hist	Port	Cie	Hist	3°	Geo	Mat	Mat	Port	Mat
4°	Mat	Cie	Mat	Ing	Hist	4°	Geo	Port	Mat	Port	Art	4°	Ing	Hist	Cie	Ed Fis	Ed Fis
5°	Geo	Ed Fis	Cie	Port	Mat	5°	Ed Fis	Mat	Cie	Ing	Mat	5°	Cie	Port	Port	Port	Art
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Mat	Mat	Port	Art	1°	Geo	Cie	Port	Port	Ing	1°	Art	Hist	Geo	Ed Fis	Mat
2°	Geo	Port	Port	Ing	Hist	2°	Mat	Geo	Hist	Ed Fis	Mat	2°	Cie	Mat	Port	Art	Ing
3°	Ing	Port	Cie	Ed Fis	Art	3°	Art	Mat	Ed Fis	Port	Ing	3°	Mat	Cie	Port	Hist	Mat
4°	Ed Fis	Mat	Port	Cie	Mat	4°	Art	Port	Port	Cie	Hist	4°	Cie	Geo	Ed Fis	Hist	Ing
5°	Geo	Hist	Mat	Cie	Hist	5°	Cie	Mat	Hist	Ed Fis	Mat	5°	Mat	Port	Ed Fis	Port	Port

Figura 0.92 – Solução 11.5 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.

Fonte: Autor (2014).

ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6D	7C	7C		6A	1°	8A		8C	7A		1°	7B	7B	6A	9A	8C
2°	6C	7B	7A	7A	6B	2°	8C		8A	7B		2°	6A	9B	9B	6B	8A
3°	6D	6B	6B		6D	3°	8B		7B	8B		3°	8A	7C	6D	6C	8B
4°	6A	7B	7B		6A	4°	8C		8A	7A		4°	7A	7A	7C	6D	8C
5°	7A	7C	6C		6C	5°	8B		7A	7B		5°		6B	9A	6C	8B
ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9B		9B	8B	1°	9B					1°		6D		6B	
2°		9A		8C	8C	2°	9A					2°	7A	6A		7C	
3°		8B		9B	8A	3°		9A				3°	7B	7A		7B	
4°		8C		9A	8B	4°	9B	9B				4°	7C	6B		6C	
5°		9A		8A	8A	5°	9A					5°	6A	6C		6D	
ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7B	7B		1°	8C	8C	8A			1°			6C	6A	6C
2°	7C		6A	6A		2°	8B	8A	8B			2°			6B	6C	6A
3°	7A		7A	7A		3°	8C	8C	8C			3°			6A	6B	6C
4°			6A	7C		4°	8B	8A	8B			4°			6C	6A	6B
5°			7B	7C		5°	8A	8B	8A			5°			6B	6B	6A
ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9A	9A			9A	1°	8B		9B	8A		1°	6B	6A	6B		
2°		6C			9B	2°	8A		9A	9A		2°	6D	7C	7C		
3°	9A	9B			9A	3°	9B		8B	8A		3°	6C	6D	6C		
4°	6C	6C			6C	4°	9A		9B	8C		4°	6D	7C	6B		
5°	9B	9B			9B	5°	8C		8C	8B		5°	6C	6A	6A		
ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C	8A	6D			1°	7A		7A		7A	1°				8B	
2°	9B	6B	6C			2°	7B		7B		7B	2°		8B	8C	8A	
3°	6B	6C	9A			3°	7C		7C		7A	3°		8A	8A	8C	
4°	8A	9A	6D			4°	7B		7A		7B	4°		8B	8C	8B	8A
5°	6B	6D	9B			5°	7C		7C		7C	5°		8A	8B	8C	8C
ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8B	8B			1°				8C	8A	1°		6C		6C	6B
2°		8C				2°				8B	8B	2°		7A		6D	6C
3°						3°				9A	8C	3°		6A		6A	6B
4°						4°				8A	9B	4°		6D		6B	6D
5°		8C				5°				9B	9A	5°		7A		6A	7A
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	6B			6D	1°	7C				7B	1°			9A	6D	9B
2°	6B	6D			6D	2°					7C	2°			6D	9B	9A
3°	6A				6A	3°					7B	3°			9B	6D	9B
4°	6B	6A				4°					7C	4°			9A	9B	9A
5°	6D				6B	5°	7B					5°			6D	9A	6D
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°		7A		7C	7C												
2°					7A												
3°		7B		7C	7C												
4°				7B	7A												
5°		7B		7A	7B												

Figura 0.93 – Solução 11 – Horários dos professores – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Cie	Ing	Port	Ed Fis	1°	Cie	Mat	Cie	Art	Hist	1°	Geo	Hist	Port	Hist	Port
2°	Ing	Art	Geo	Geo	Port	2°	Mat	Geo	Port	Ing	Ed Fis	2°	Ed Fis	Mat	Geo	Port	Hist
3°	Mat	Hist	Port	Hist	Mat	3°	Geo	Ed Fis	Ed Fis	Port	Hist	3°	Cie	Geo	Cie	Ing	Port
4°	Ed Fis	Mat	Geo	Port	Ed Fis	4°	Mat	Art	Cie	Hist	Port	4°	Mat	Mat	Port	Art	Mat
5°	Art	Cie	Cie	Hist	Port	5°	Geo	Ing	Port	Port	Mat	5°	Cie	Art	Ed Fis	Ing	Ed Fis
6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Art	Geo	Port	Mat	1°	Mat	Port	Mat	Cie	Mat	1°	Ing	Ing	Geo	Geo	Hist
2°	Cie	Mat	Port	Hist	Mat	2°	Art	Hist	Ed Fis	Ed Fis	Port	2°	Mat	Ed Fis	Mat	Cie	Mat
3°	Ed Fis	Cie	Ing	Port	Ed Fis	3°	Geo	Art	Geo	Geo	Mat	3°	Art	Port	Cie	Art	Hist
4°	Cie	Hist	Geo	Ing	Hist	4°	Ing	Ing	Mat	Cie	Port	4°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Port	Mat
5°	Mat	Geo	Port	Art	Port	5°	Ed Fis	Hist	Cie	Port	Hist	5°	Hist	Port	Geo	Cie	Port
7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Ed Fis	Ed Fis	Port	Port	1°	Cie	Geo	Mat	Ed Fis	Art	1°	Ed Fis	Geo	Geo	Port	Hist
2°	Geo	Cie	Cie	Art	Hist	2°	Ed Fis	Mat	Cie	Port	Ing	2°	Mat	Port	Mat	Art	Art
3°	Mat	Ing	Mat	Port	Port	3°	Ing	Port	Port	Ed Fis	Hist	3°	Cie	Hist	Ed Fis	Cie	Ing
4°	Art	Cie	Ing	Geo	Hist	4°	Geo	Mat	Cie	Art	Port	4°	Mat	Port	Mat	Port	Hist
5°	Mat	Ed Fis	Mat	Geo	Mat	5°	Mat	Port	Mat	Hist	Hist	5°	Cie	Mat	Port	Ed Fis	Ing
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Cie	Art	Ing	1°	Mat	Mat	Port	Ing	Mat	1°	Cie	Hist	Ed Fis	Hist	Port
2°	Cie	Geo	Port	Hist	Hist	2°	Cie	Hist	Ed Fis	Ed Fis	Port	2°	Geo	Ing	Ing	Port	Mat
3°	Mat	Mat	Mat	Port	Art	3°	Mat	Cie	Geo	Art	Mat	3°	Ed Fis	Mat	Port	Hist	Port
4°	Cie	Hist	Port	Ed Fis	Ing	4°	Ed Fis	Geo	Port	Hist	Port	4°	Cie	Cie	Ed Fis	Port	Art
5°	Ed Fis	Geo	Ed Fis	Port	Port	5°	Cie	Hist	Ing	Port	Art	5°	Mat	Mat	Geo	Art	Mat

Figura 0.94 – Solução 11 – Horários das turmas – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

Nas Figuras seguintes são apresentadas as características e resultados do Problema 12.

Tabela Professor	6D	6E	6F	6G	7E	7F	7G	8E	8F	8G	9C	9D	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
ProfArte1	X	X	X	X				X	X	X			4	4	14
ProfArte2					X	X	X				X	X	3	4	10
ProfCie1					X			X	X	X	X	X	4	6	15
ProfCie2	X	X	X	X				X					5	6	15
ProfCie3						X	X						3	6	6
ProfEdFis1								X	X	X	X	X	6	3	15
ProfEdFis2	X	X			X	X	X						6	3	15
ProfEdFis3			X	X									3	3	6
ProfGeo1					X	X	X	X	X	X			2	6	15
ProfGeo2	X	X	X	X							X	X	6	6	16
ProfHist1	X	X	X	X			X						2	4	15
ProfHist2					X	X		X	X	X	X	X	4	4	21
ProfIng1								X	X	X	X	X	6	2	10
ProfIng2	X	X	X	X	X	X	X						5	2	14
ProfMat1	X	X	X	X									4	5	16
ProfMat2											X	X	3	5	10
ProfMat3					X	X	X						5	5	15
ProfMat4								X	X	X			4	5	15
ProfPort1					X	X	X						5	2	12
ProfPort2	X										X	X	2	2	15
ProfPort3								X	X	X			5	2	15
ProfPort4		X	X	X									2	2	15

Figura 0.95 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 12.
Fonte: Autor (2014).

ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7E	7E	9D	8F	8G	1°	6E	7G	6D	7F		1°	8F	8F		9C	9D
2°	7F	7F		8G	9C	2°	6D		6E	7G		2°	7E	7E		9D	
3°	7E	8E		8F	9D	3°	6E		7E	7F		3°	8F	8G		9C	
4°	7F	8F		8G	9C	4°	6D		7F	7G		4°	7E	9C		9D	
5°	8E	8E		9C	9D	5°	7E		7E			5°	8G	8G			
ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6D	6D		6G	6F	1°	6F	6E	6E		8E	1°	6G	6F	9C	9D	
2°	6E	6E			6G	2°	6G	6D	6F			2°		6G	6D		
3°	6D	6D		6G	6F	3°	6F	6E	8E			3°	6G	9C	6E		
4°	6E	6E			6G	4°	6G	6D				4°	6F	9D	6D		
5°	6F	6F				5°	6D	6G	8E			5°		6D	6E	6E	6F
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8G	8E	8E		8F	1°	8E	9D	8F	8G		1°		8G	8G		
2°		8F	8F		8E	2°	8F		8E			2°	8E	8E		8F	8F
3°	8G		8G		8G	3°	8E	9D	9C	8G		3°		8F			8E
4°		8E	8E			4°	8F		8G			4°	8E	8G			8F
5°		8F	8F		8G	5°	9C		9C	9D		5°	8F		8G	8G	8E
ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9C		6D	6D	1°		7F	7E	8E		1°		6G		6E	
2°		9D	9C	9C	9D	2°		7G	7F		8G	2°	8G	6F		6D	
3°	9D		6D	6D		3°		7E	7G			3°				8E	8F
4°	9D		9C		9D	4°		7F	8F	8E	8G	4°	8G	6F		6D	
5°		9C	6D			5°		7E	7G	8F		5°	6G	6E		8E	8F
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6F	6F	6E	1°			6G		7G	1°	7F				9C
2°			6G	6E		2°			7E	6F	6D	2°	7G		9D		
3°		6F	6F	6F	6E	3°		6G	7F	6E	7G	3°	7F			7E	
4°		6G	6E	6E		4°		7E	6F		6D	4°	7G			9C	
5°			6G	6G	6G	5°		7F			6E	5°	9D				7E
ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7G	7G	7E	1°	9C					1°			7F		
2°				7E	7F	2°	9D	8G	8G	8E		2°					7G
3°		7F			7E	3°	9C		8F			3°					
4°		7G	7E	7E	7F	4°			9D	8F	8E	4°					7G
5°	7G		7F	7F	7G	5°						5°	7F			7G	7F
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°					6G	1°						1°	7G			7E	7F
2°	6F			6G	6E	2°					6F	2°			7G	7F	7E
3°		7G	6G	7G	6D	3°					6G	3°	7G				7F
4°				6F	6E	4°			6G	6G	6F	4°			7G	7F	7E
5°	6E	7G	6F	6D	6D	5°				6F		5°				7E	
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	9D																
2°	9C	9C															
3°			9D	9D	9C												
4°	9C																
5°		9D	9D		9C												

Figura 0.96 – Solução 12.8 – Horários dos professores – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Port	1°	Ed Fis	Cie	Cie	Art	Port	1°	Cie	Geo	Port	Port	Mat
2°	Ed Fis	Cie	Geo	Art	Ing	2°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Hist	2°	Hist	Art	Cie	Ing	Ed Fis
3°	Mat	Mat	Port	Port	Hist	3°	Ed Fis	Cie	Geo	Ing	Port	3°	Cie	Port	Port	Port	Mat
4°	Ed Fis	Cie	Geo	Art	Ing	4°	Mat	Mat	Port	Port	Hist	4°	Geo	Art	Ing	Hist	Ed Fis
5°	Cie	Geo	Port	Hist	Hist	5°	Hist	Art	Geo	Geo	Ing	5°	Mat	Mat	Hist	Ed Fis	Geo
6G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Art	Ing	Mat	Hist	1°	Hist	Hist	Geo	Port	Mat	1°	Art	Geo	Cie	Ed Fis	Port
2°	Cie	Geo	Port	Hist	Mat	2°	Cie	Cie	Ing	Mat	Port	2°	Hist	Hist	Geo	Port	Mat
3°	Geo	Ing	Hist	Mat	Ed Fis	3°	Hist	Geo	Ed Fis	Art	Mat	3°	Art	Mat	Ing	Ed Fis	Port
4°	Cie	Port	Ed Fis	Ed Fis	Mat	4°	Cie	Ing	Mat	Mat	Port	4°	Hist	Geo	Ed Fis	Port	Mat
5°	Art	Cie	Port	Port	Port	5°	Ed Fis	Geo	Ed Fis	Port	Art	5°	Cie	Ing	Mat	Mat	Cie
7G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Ed Fis	Mat	Mat	Ing	1°	Ed Fis	Port	Port	Geo	Cie	1°	Cie	Cie	Ed Fis	Hist	Port
2°	Art	Geo	Port	Ed Fis	Cie	2°	Mat	Mat	Ed Fis	Ing	Port	2°	Ed Fis	Port	Port	Mat	Mat
3°	Port	Hist	Geo	Hist	Ing	3°	Ed Fis	Hist	Cie	Art	Mat	3°	Cie	Mat	Ing	Hist	Art
4°	Art	Mat	Port	Ed Fis	Cie	4°	Mat	Port	Port	Geo	Ing	4°	Ed Fis	Hist	Geo	Ing	Mat
5°	Mat	Hist	Geo	Cie	Mat	5°	Hist	Hist	Cie	Art	Mat	5°	Mat	Port	Port	Geo	Art
8G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Mat	Mat	Ed Fis	Hist	1°	Ing	Port	Geo	Cie	Art	1°	Mat	Ed Fis	Hist	Geo	Cie
2°	Art	Ing	Ing	Hist	Geo	2°	Mat	Mat	Port	Port	Hist	2°	Ing	Port	Art	Cie	Port
3°	Port	Cie	Port	Ed Fis	Port	3°	Ing	Geo	Ed Fis	Cie	Mat	3°	Port	Ed Fis	Mat	Mat	Hist
4°	Art	Mat	Ed Fis	Hist	Geo	4°	Mat	Cie	Port	Art	Hist	4°	Port	Geo	Ing	Cie	Port
5°	Cie	Cie	Mat	Mat	Port	5°	Ed Fis	Port	Ed Fis	Hist	Mat	5°	Art	Mat	Mat	Ed Fis	Hist

Figura 0.97 – Solução 12.8 – Horários das turmas – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7E	7E	9D	8F	8G	1°	6E	7G	6D	7F		1°	8F	8F		9C	9D
2°	7F	7F		8G	9C	2°	6D		6E	7G		2°	7E	7E		9D	
3°	7E	8E		8F	9D	3°	6E		7E	7F		3°	8F	8G		9C	
4°	7F	8F		8G	9C	4°	6D		7F	7G		4°	7E	9C		9D	
5°	8E	8E		9C	9D	5°	7E		7E			5°	8G	8G			
ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6D	6D		6G	6F	1°	6F	6E	6E		8E	1°	6G	6F	9C	9D	
2°	6E	6E			6G	2°	6G	6D	6F			2°		6G	6D		
3°	6D	6D		6G	6F	3°	6F	6E	8E			3°	6G	9C	6E		
4°	6E	6E			6G	4°	6G	6D				4°	6F	9D	6D		
5°	6F	6F				5°	6D	6G	8E			5°		6D	6E	6E	6F
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8G	8E	8E		8F	1°	8E	9D	8F	8G		1°		8G	8G		
2°		8F	8F		8E	2°	8F		8E			2°	8E	8E		8F	8F
3°	8G		8G		8G	3°	8E	9D	9C	8G		3°		8F			8E
4°		8E	8E			4°	8F		8G			4°	8E	8G			8F
5°		8F	8F		8G	5°	9C		9C	9D		5°	8F		8G	8G	8E
ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9C		6D	6D	1°		7F	7E	8E		1°		6G		6E	
2°		9D	9C	9C	9D	2°		7G	7F		8G	2°	8G	6F		6D	
3°	9D		6D	6D		3°		7E	7G			3°				8E	8F
4°	9D		9C		9D	4°		7F	8F	8E	8G	4°	8G	6F		6D	
5°		9C	6D			5°		7E	7G	8F		5°	6G	6E		8E	8F
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6F	6F	6E	1°			6G		7G	1°	7F				9C
2°			6G	6E		2°			7E	6F	6D	2°	7G		9D		
3°		6F	6F	6F	6E	3°		6G	7F	6E	7G	3°	7F			7E	
4°		6G	6E	6E		4°		7E	6F		6D	4°	7G			9C	
5°			6G	6G	6G	5°		7F			6E	5°	9D				7E
ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7G	7G	7E	1°	9C					1°			7F		
2°				7E	7F	2°	9D	8G	8G	8E		2°					7G
3°		7F			7E	3°	9C		8F			3°					
4°		7G	7E	7E	7F	4°			9D	8F	8E	4°					7G
5°	7G		7F	7F	7G	5°						5°	7F			7G	7F
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°					6G	1°						1°	7G			7E	7F
2°	6F			6G	6E	2°					6F	2°			7G	7F	7E
3°		7G	6G	7G	6D	3°					6G	3°	7G				7F
4°				6F	6E	4°			6G	6G	6F	4°			7G	7F	7E
5°	6E	7G	6F	6D	6D	5°				6F		5°				7E	
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	9D																
2°	9C	9C															
3°			9D	9D	9C												
4°	9C																
5°		9D	9D		9C												

Figura 0.98 – Solução 12.8 – Horários dos professores – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Port	1°	Ed Fis	Cie	Cie	Art	Port	1°	Cie	Geo	Port	Port	Mat
2°	Ed Fis	Cie	Geo	Art	Ing	2°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Hist	2°	Hist	Art	Cie	Ing	Ed Fis
3°	Mat	Mat	Port	Port	Hist	3°	Ed Fis	Cie	Geo	Ing	Port	3°	Cie	Port	Port	Port	Mat
4°	Ed Fis	Cie	Geo	Art	Ing	4°	Mat	Mat	Port	Port	Hist	4°	Geo	Art	Ing	Hist	Ed Fis
5°	Cie	Geo	Port	Hist	Hist	5°	Hist	Art	Geo	Geo	Ing	5°	Mat	Mat	Hist	Ed Fis	Geo
6G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Art	Ing	Mat	Hist	1°	Hist	Hist	Geo	Port	Mat	1°	Art	Geo	Cie	Ed Fis	Port
2°	Cie	Geo	Port	Hist	Mat	2°	Cie	Cie	Ing	Mat	Port	2°	Hist	Hist	Geo	Port	Mat
3°	Geo	Ing	Hist	Mat	Ed Fis	3°	Hist	Geo	Ed Fis	Art	Mat	3°	Art	Mat	Ing	Ed Fis	Port
4°	Cie	Port	Ed Fis	Ed Fis	Mat	4°	Cie	Ing	Mat	Mat	Port	4°	Hist	Geo	Ed Fis	Port	Mat
5°	Art	Cie	Port	Port	Port	5°	Ed Fis	Geo	Ed Fis	Port	Art	5°	Cie	Ing	Mat	Mat	Cie
7G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Ed Fis	Mat	Mat	Ing	1°	Ed Fis	Port	Port	Geo	Cie	1°	Cie	Cie	Ed Fis	Hist	Port
2°	Art	Geo	Port	Ed Fis	Cie	2°	Mat	Mat	Ed Fis	Ing	Port	2°	Ed Fis	Port	Port	Mat	Mat
3°	Port	Hist	Geo	Hist	Ing	3°	Ed Fis	Hist	Cie	Art	Mat	3°	Cie	Mat	Ing	Hist	Art
4°	Art	Mat	Port	Ed Fis	Cie	4°	Mat	Port	Port	Geo	Ing	4°	Ed Fis	Hist	Geo	Ing	Mat
5°	Mat	Hist	Geo	Cie	Mat	5°	Hist	Hist	Cie	Art	Mat	5°	Mat	Port	Port	Geo	Art
8G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Mat	Mat	Ed Fis	Hist	1°	Ing	Port	Geo	Cie	Art	1°	Mat	Ed Fis	Hist	Geo	Cie
2°	Art	Ing	Ing	Hist	Geo	2°	Mat	Mat	Port	Port	Hist	2°	Ing	Port	Art	Cie	Port
3°	Port	Cie	Port	Ed Fis	Port	3°	Ing	Geo	Ed Fis	Cie	Mat	3°	Port	Ed Fis	Mat	Mat	Hist
4°	Art	Mat	Ed Fis	Hist	Geo	4°	Mat	Cie	Port	Art	Hist	4°	Port	Geo	Ing	Cie	Port
5°	Cie	Cie	Mat	Mat	Port	5°	Ed Fis	Port	Ed Fis	Hist	Mat	5°	Art	Mat	Mat	Ed Fis	Hist

Figura 0.99 – Solução 12.8 – Horários das turmas – Busca Local.

Fonte: Autor (2014).

ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9C	7E		8F	8E	1°	6E		6D	7E		1°	7E			9C	9D
2°	7F		9D	8G	9C	2°	6D		7F	7G		2°		9D		8F	8G
3°	7F	8E		8F	7E	3°	7G		7E	6E		3°	9C	8G		9C	8F
4°	9D	8F		8G	9C	4°	6D		7F	7G		4°	7E			7E	
5°	8E	7F	8G	7E	9D	5°	7E		6E	7F		5°	8G	9D			8F
ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6D	6D		6G	6F	1°	6F	6E	6G			1°	6G	9D	6E		6E
2°	6E	6E			6G	2°	6G	6D	6F			2°	9D	9C	6D		
3°	6G	6D			6D	3°	6E	6F	8E			3°	6F	9C	6F		
4°	6E				6G	4°	8E	6D	6E			4°	6F	6E	6D		
5°	6F	6F		6E	6F	5°	6D		8E		6G	5°	6G	6D	6G		
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8E	8G		8F	1°	8E		8F	8G		1°	8G	8G			8G
2°		8F	8F		8E	2°	8F		8E	9C		2°	8E	8E			8F
3°	8G		8G		8G	3°	8E		9C	8G		3°	8F	8F			8E
4°		8E	8E		8E	4°	8F		8G	9D		4°	8G	8G			8F
5°		8F	8F		8G	5°	9C		9D	9D		5°	8F	8E			8E
ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9C	9D	6D	6D	1°			7E	8E	7E	1°	8F	8F		6E	
2°			9C	9D		2°			8G	7E	7F	2°	8G	6G		6F	
3°		9D	6D	6D		3°			7G	7F	7G	3°	6D			8E	
4°		9D	9C		9D	4°			8F	8E	8G	4°	6G	6F		6D	
5°		9C	6D	9C		5°			7G	8F	7F	5°	6E	8G		8E	
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6F	6F		1°		6F	7F		7G	1°	7F				9C
2°			6E	6E	6F	2°		7G	7E		6D	2°				7F	7G
3°		6E	6G	6G	6E	3°		6G	6E		6G	3°				7E	9D
4°			6G	6E	6F	4°		7F	6F		6D	4°				9C	7G
5°		6G	6F	6G		5°			7E		6E	5°	9D				7E
ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7G	7G	7G			1°			8E	9D		1°				7F	
2°	7E	7F				2°		8G		8E		2°	7G				
3°	7E	7E	7F			3°			8F	9D		3°					
4°	7F	7G	7E		7F	4°		9C		8F		4°	7G			7F	
5°	7G	7E	7F			5°			9C	8G		5°	7F			7G	
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6G		7G	6G	1°						1°		7F			7F
2°		6F		6D	6E	2°	6F		6G	6G		2°		7E	7G		7E
3°		7G		7G	6F	3°				6F		3°		7F			7F
4°		6G		6F	6E	4°				6G		4°		7E	7G		7E
5°		6E		6D	6D	5°				6F		5°		7G			7G
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	9D		9C														
2°	9C				9D												
3°	9D		9D		9C												
4°	9C		9D														
5°					9C												

Figura 0.100 – Solução 12.8 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Port	1°	Ed Fis	Cie	Geo	Art	Geo	1°	Cie	Ing	Port	Port	Mat
2°	Ed Fis	Cie	Geo	Hist	Ing	2°	Mat	Mat	Port	Port	Hist	2°	Ed Fis	Hist	Cie	Art	Port
3°	Art	Mat	Port	Port	Mat	3°	Cie	Port	Ing	Ed Fis	Port	3°	Geo	Cie	Geo	Ed Fis	Hist
4°	Ed Fis	Cie	Geo	Art	Ing	4°	Mat	Geo	Cie	Port	Hist	4°	Geo	Art	Ing	Hist	Port
5°	Cie	Geo	Port	Hist	Hist	5°	Art	Hist	Ed Fis	Mat	Ing	5°	Mat	Mat	Port	Ed Fis	Mat
6G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Hist	Cie	Mat	Hist	1°	Cie	Hist	Geo	Ed Fis	Geo	1°	Art	Port	Ing	Cie	Port
2°	Cie	Art	Ed Fis	Ed Fis	Mat	2°	Mat	Port	Ing	Geo	Port	2°	Hist	Mat	Ed Fis	Art	Geo
3°	Mat	Ing	Port	Port	Ing	3°	Mat	Mat	Ed Fis	Art	Hist	3°	Hist	Port	Mat	Geo	Port
4°	Art	Hist	Port	Ed Fis	Mat	4°	Cie	Port	Mat	Cie	Port	4°	Mat	Ing	Ed Fis	Cie	Mat
5°	Geo	Port	Geo	Port	Cie	5°	Ed Fis	Mat	Ing	Hist	Art	5°	Cie	Hist	Mat	Ed Fis	Geo
7G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Mat	Hist	Ing	1°	Ed Fis	Port	Ing	Geo	Hist	1°	Art	Art	Ed Fis	Hist	Port
2°	Cie	Ing	Port	Ed Fis	Art	2°	Mat	Mat	Ed Fis	Ing	Port	2°	Ed Fis	Port	Port	Cie	Mat
3°	Ed Fis	Hist	Geo	Hist	Geo	3°	Ed Fis	Hist	Cie	Art	Mat	3°	Mat	Mat	Ing	Hist	Cie
4°	Cie	Mat	Port	Ed Fis	Art	4°	Cie	Port	Port	Geo	Port	4°	Ed Fis	Hist	Geo	Ing	Mat
5°	Mat	Port	Geo	Cie	Port	5°	Hist	Mat	Cie	Art	Mat	5°	Mat	Port	Port	Geo	Cie
8G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Port	Ed Fis	Mat	1°	Hist	Port	Mat	Cie	Art	1°	Mat	Geo	Port	Ing	Cie
2°	Art	Ing	Geo	Hist	Cie	2°	Mat	Geo	Port	Ed Fis	Hist	2°	Geo	Cie	Hist	Port	Mat
3°	Port	Cie	Port	Ed Fis	Port	3°	Cie	Geo	Ed Fis	Cie	Mat	3°	Mat	Port	Mat	Ing	Art
4°	Mat	Mat	Ed Fis	Hist	Geo	4°	Mat	Ing	Port	Art	Hist	4°	Hist	Port	Mat	Ed Fis	Port
5°	Cie	Art	Hist	Ing	Port	5°	Ed Fis	Port	Ing	Port	Mat	5°	Art	Cie	Ed Fis	Ed Fis	Hist

Figura 0.101 – Solução 12.8 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.

Fonte: Autor (2014).

ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7E	7F		8G	9D	1°	7G		7E	7F		1°	8F	9C		8F	
2°	8F	9C		7E	8G	2°	7F		6E	6D		2°	9D	7E		8G	
3°	7F	8F	7E	8G	9D	3°	7E		7G	6E		3°	8G	9C		8F	
4°	8F	7F		8E	8E	4°	7F		6E	6D		4°	9D	9D		7E	
5°	8E	9D		9C	9C	5°	7E		6D	7G		5°	9C	7E		8G	
ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6F	6E		6D	6D	1°	6E	6G	8E			1°	9C	6F	6F		
2°	6E	6G			6F	2°	6F	6E	6G			2°	6D	9D	6D	6E	
3°	6G	6F			6G	3°	6D	6G	6D			3°	6E	6E	6G		
4°	6D	6G			6D	4°	6F	6E	8E			4°	6G	9C	6G		
5°	6E	6F			6E	5°	6D	8E	6F			5°	6F	6D	9D		
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8G	8F		8G	1°	8G		8G	9D		1°	8E	8E			8E
2°		8F	8E		8E	2°	8E		8F	9C		2°	8G	8G			8F
3°		8G	8F		8F	3°	9C		8G	8E		3°	8F	8E			8E
4°		8E	8G		8G	4°	8E		9C	8F		4°	8G	8F			8F
5°		8F	8E		8E	5°	9D		8F	9D		5°	8F	8G			8G
ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9D	6D	9C		1°		8F	7F	7G		1°	6D			6F	8F
2°		6D	9D	9D		2°		8E	7G	7F		2°	6G			8E	6D
3°		9D	9C	6D		3°		7E	8E	7E		3°	8E			6G	8G
4°		6D	9D	9C		4°		8G	7E	8G		4°	6E			6F	
5°		9C	9C	6D		5°		7F	7G	8F		5°	8G			6E	8F
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6G	6E	6G	1°		7G	6E			1°				7E	7G
2°			6F	6G	6E	2°		6F	7F		7E	2°				7G	9C
3°			6E	6F	6F	3°		7F	6F		6E	3°				9D	7F
4°			6F	6G	6E	4°		7E	6D		7G	4°				7F	9C
5°			6E	6F	6G	5°		6G	6G		6D	5°				7E	9D
ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7F	7E			7E	1°			9C	8E		1°					
2°	7E				7F	2°			8G	8F		2°	7G				
3°	7G	7G			7G	3°			9D	9C		3°				7F	
4°	7E		7F		7E	4°			8F	9D		4°	7G			7G	
5°	7G	7G	7F		7F	5°			8G	8E		5°	7F			7F	
ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6D		6G	6E	1°	6G				6F	1°			7G		7F
2°		7G		6F	6G	2°						2°		7F	7E		7G
3°		6D		7G	6D	3°	6F					3°			7F		7E
4°		6F		6E	6F	4°					6G	4°		7G	7G		7F
5°		6E		6G	7G	5°	6G				6F	5°			7E		7E
ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	9D		9D		9C												
2°	9C		9C		9D												
3°	9D				9C												
4°	9C				9D												
5°																	

Figura 0.102 – Solução 12 – Horários dos professores – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

6D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Hist	Port	Mat	Mat	1°	Cie	Mat	Ing	Port	Hist	1°	Mat	Geo	Geo	Art	Ed Fis
2°	Geo	Port	Geo	Ed Fis	Art	2°	Mat	Cie	Ed Fis	Geo	Port	2°	Cie	Ing	Port	Hist	Mat
3°	Cie	Hist	Cie	Port	Hist	3°	Geo	Geo	Port	Ed Fis	Ing	3°	Ed Fis	Mat	Ing	Port	Port
4°	Mat	Port	Ing	Ed Fis	Mat	4°	Art	Cie	Ed Fis	Hist	Port	4°	Cie	Hist	Port	Art	Hist
5°	Cie	Geo	Ed Fis	Port	Ing	5°	Mat	Hist	Port	Art	Mat	5°	Geo	Mat	Cie	Port	Ed Fis
6G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Cie	Port	Hist	Port	1°	Hist	Mat	Ed Fis	Art	Mat	1°	Mat	Hist	Geo	Ed Fis	Port
2°	Art	Mat	Cie	Port	Hist	2°	Mat	Cie	Port	Hist	Ing	2°	Ed Fis	Port	Ing	Geo	Mat
3°	Mat	Cie	Geo	Art	Mat	3°	Ed Fis	Geo	Hist	Geo	Port	3°	Hist	Ing	Port	Cie	Art
4°	Geo	Mat	Geo	Port	Ed Fis	4°	Mat	Ing	Geo	Cie	Mat	4°	Ed Fis	Hist	Mat	Art	Port
5°	Ed Fis	Ing	Ing	Hist	Port	5°	Ed Fis	Cie	Port	Art	Port	5°	Cie	Geo	Mat	Cie	Mat
7G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8E	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8F	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Ing	Port	Geo	Art	1°	Mat	Mat	Cie	Ing	Mat	1°	Cie	Geo	Port	Cie	Art
2°	Cie	Hist	Geo	Art	Port	2°	Ed Fis	Geo	Port	Art	Port	2°	Hist	Port	Ed Fis	Ing	Mat
3°	Mat	Mat	Ed Fis	Hist	Mat	3°	Art	Mat	Geo	Ed Fis	Mat	3°	Mat	Hist	Port	Cie	Port
4°	Cie	Port	Port	Cie	Ing	4°	Ed Fis	Port	Cie	Hist	Hist	4°	Hist	Mat	Ing	Ed Fis	Mat
5°	Mat	Mat	Geo	Ed Fis	Hist	5°	Hist	Cie	Port	Ing	Port	5°	Mat	Port	Ed Fis	Geo	Art
8G	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Port	Ed Fis	Hist	Port	1°	Geo	Cie	Ing	Port	Mat	1°	Mat	Port	Mat	Ed Fis	Hist
2°	Mat	Mat	Ing	Cie	Hist	2°	Mat	Hist	Mat	Ed Fis	Art	2°	Cie	Geo	Port	Port	Mat
3°	Cie	Port	Ed Fis	Hist	Art	3°	Ed Fis	Cie	Port	Ing	Mat	3°	Mat	Port	Ing	Art	Hist
4°	Mat	Geo	Port	Geo	Port	4°	Mat	Geo	Ed Fis	Port	Art	4°	Cie	Cie	Port	Ing	Mat
5°	Art	Mat	Ing	Cie	Mat	5°	Cie	Port	Port	Hist	Hist	5°	Ed Fis	Hist	Geo	Ed Fis	Art

Figura 0.103 – Solução 12 – Horários das turmas – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

Nas figuras seguintes são apresentadas as características e resultados do Problema 13.

Tabela Professor	6A	6B	6C	7A	7B	7C	7D	8A	8B	8C	8D	9A	9B	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
ProfArte1								X	X	X	X	X	X	4	4	12
ProfArte2	X	X	X	X	X	X	X							4	4	14
ProfCie1	X	X	X	X	X									5	6	15
ProfCie2						X	X				X			3	6	9
ProfCie3								X	X	X		X	X	6	6	15
ProfEdFis1	X	X	X	X								X	X	6	3	18
ProfEdFis2					X	X	X	X	X	X	X			4	3	21
ProfGeo1	X	X	X						X	X	X			5	6	15
ProfGeo2								X					X	3	6	4
ProfGeo3				X	X	X	X					X		3	6	14
ProfHist1	X	X	X	X	X	X								4	4	18
ProfHist2							X	X	X	X	X	X	X	3	4	21
ProfIng1	X	X	X	X	X	X	X							3	2	14
ProfIng2								X	X	X	X	X	X	2	2	12
ProfMat1					X	X	X							3	5	15
ProfMat2											X	X	X	4	5	15
ProfMat3	X	X	X	X										5	5	17
ProfMat4								X	X	X				3	5	15
ProfPort1				X	X	X	X							5	2	16
ProfPort2	X											X	X	6	2	15
ProfPort3								X	X	X				2	2	15
ProfPort4		X	X								X			2	2	15

Figura 0.104 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 13.
Fonte: Autor (2014).

ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B	8B	8D	7B	8A	1°	7D	9B	9A	7D	8C	1°	6A	6A	6C	7A	7A
2°	7C		8C	7C	8B	2°	8A		8D	8A	8D	2°	6B	6B	7A		
3°	7B	8D		7D	8A	3°	7D	9B	9A	8B	8C	3°	6A	6A	6C		7A
4°	7C		8C	8A	8B	4°	8A		9B	8C	8D	4°	6B	6B	7A		
5°	7D	8D		7D	8C	5°	8B			8B	9A	5°	6C	6C			
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7A	7A		7C	1°	7C		7B		7B	1°	6B	6B	7C	6C	
2°	7D	7B	7B		7D	2°	7B		7C	7D	7C	2°	6A	6A		7A	7B
3°		7A	7A		7C	3°	7C		7B		7D	3°	6B	6C		6C	
4°	7D	7B	7B		7D	4°	7B		7C	7D		4°	6A	7A		7B	7C
5°		7C	7C			5°			7D		7D	5°	7A	7B		7C	
ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C	9A		6B		1°		6C				1°	8A	8A	9B	9B	
2°	7A	9B	6B	9A		2°	6C	7A	6A			2°	8B	8B	9A		
3°	6C		6A	7A		3°	7A	6B			7B	3°	8A	8C	9B		
4°	7A	9B	6B	9A		4°	6C	6A	6A			4°	8B	9A	9A		
5°	6A		6C	9B	6A	5°	6B	6B	7B	7A	7B	5°	8C	8C			
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8D	6B	8D	6B	1°	8B				6A	1°		8C	8A	8A	
2°		6C	6C	6B		2°	8C	8D		6C	6B	2°		8A	8B	8B	8C
3°			6B	8D	8D	3°	8B			6B	6C	3°		8B	8A	8C	
4°		6C	6C	6B		4°	8C				6B	4°		8A	8B		
5°			8D	6C		5°	8D	6A	6A		6C	5°		8B	8C	8C	
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7B	7D	6A	6C	1°	8C		8B	8B	8B	1°	9A			7C	7D
2°		7C			7A	2°		8C	8A	8C	8A	2°				7B	
3°		7D		6A	6B	3°	8C		8B		8B	3°	9A	7B	7C		
4°		7C		6C	7B	4°		8C	8A		8A	4°			7D	7A	7A
5°				6B	7A	5°	8A					5°	7C	7D	7A	7B	
ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			8C	9A		1°						1°					8D
2°		9A		8D		2°					9B	2°	9A			9B	9A
3°		8A	8C	9B		3°	9B			8A		3°	8D				9B
4°			8D		9B	4°						4°	9A	8D		9B	9A
5°		8A	8B		8B	5°			8A			5°	9B	9A	9B	8D	8D
ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6A		9A	1°	7A	7C				1°	9B			8C	9B
2°	9B		9B	6A	6A	2°		7D			6C	2°	8D				
3°				9A		3°			7D	7B	6A	3°		9A			9A
4°	9B			6A	6A	4°				7C	6C	4°	8D	8B		8B	8C
5°	9A	9B	9A	9A	9B	5°	7B	7A	6B	6A	6B	5°				8A	8A
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	8D	7D															
2°			7D														
3°		7C	8D	7C													
4°		7D		8D													
5°					7C												

Figura 0.105 – Solução 13.3 – Horários dos professores – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Port	Art	Geo	1°	Hist	Hist	Port	Ed Fis	Port	1°	Ed Fis	Cie	Mat	Hist	Art
2°	Hist	Hist	Cie	Port	Port	2°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Geo	2°	Cie	Port	Port	Geo	Ing
3°	Mat	Mat	Ed Fis	Art	Ing	3°	Hist	Cie	Port	Geo	Art	3°	Ed Fis	Hist	Mat	Hist	Geo
4°	Hist	Cie	Cie	Port	Port	4°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Geo	4°	Cie	Port	Port	Art	Ing
5°	Ed Fis	Geo	Geo	Ing	Ed Fis	5°	Cie	Cie	Ing	Art	Ing	5°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Geo
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ing	Port	Port	Mat	Mat	1°	Ed Fis	Art	Mat	Ed Fis	Mat	1°	Mat	Ing	Hist	Geo	Port
2°	Ed Fis	Cie	Mat	Hist	Art	2°	Mat	Port	Port	Geo	Hist	2°	Ed Fis	Art	Mat	Ed Fis	Mat
3°	Cie	Port	Port	Ed Fis	Mat	3°	Ed Fis	Geo	Mat	Ing	Cie	3°	Mat	Cie	Geo	Cie	Port
4°	Ed Fis	Hist	Mat	Geo	Geo	4°	Mat	Port	Port	Hist	Art	4°	Ed Fis	Art	Mat	Ing	Hist
5°	Hist	Ing	Geo	Cie	Art	5°	Ing	Hist	Cie	Geo	Cie	5°	Geo	Port	Port	Hist	Cie
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Cie	Art	Hist	Geo	1°	Cie	Cie	Port	Port	Ed Fis	1°	Geo	Ed Fis	Mat	Mat	Mat
2°	Port	Ing	Cie	Mat	Port	2°	Hist	Port	Mat	Hist	Mat	2°	Cie	Cie	Port	Port	Ed Fis
3°	Hist	Art	Ing	Ed Fis	Mat	3°	Cie	Ing	Port	Geo	Ed Fis	3°	Geo	Port	Mat	Hist	Mat
4°	Port	Cie	Geo	Mat	Port	4°	Hist	Port	Mat	Ed Fis	Mat	4°	Cie	Art	Port	Art	Ed Fis
5°	Ed Fis	Geo	Mat	Ed Fis	Mat	5°	Mat	Ing	Geo	Art	Art	5°	Hist	Port	Ing	Hist	Ing
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Ing	Art	Hist	1°	Cie	Port	Ed Fis	Port	Mat	1°	Geo	Ed Fis	Hist	Ing	Port
2°	Geo	Mat	Ed Fis	Mat	Port	2°	Art	Geo	Hist	Ing	Hist	2°	Mat	Ing	Cie	Ed Fis	Mat
3°	Mat	Cie	Ing	Port	Hist	3°	Mat	Ed Fis	Cie	Port	Port	3°	Geo	Art	Hist	Port	Art
4°	Geo	Mat	Ed Fis	Hist	Art	4°	Art	Mat	Ing	Cie	Hist	4°	Mat	Cie	Cie	Ed Fis	Mat
5°	Cie	Cie	Port	Port	Ed Fis	5°	Geo	Ed Fis	Port	Mat	Mat	5°	Port	Mat	Port	Port	Hist
9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Art	Hist	Cie	Cie	Art												
2°	Port	Ed Fis	Port	Mat	Geo												
3°	Geo	Hist	Cie	Ing	Mat												
4°	Port	Ed Fis	Hist	Mat	Ing												
5°	Mat	Port	Mat	Ed Fis	Port												

Figura 0.106 – Solução 13.3 – Horários das turmas – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B	8B	8D	7B	8A	1°	7D	9B	9A	7D	8C	1°	6A	6A	6C	7A	7A
2°	7C		8C	7C	8B	2°	8A		8D	8A	8D	2°	6B	6B	7A		
3°	7B	8D		7D	8A	3°	7D	9B	9A	8B	8C	3°	6A	6A	6C		7A
4°	7C		8C	8A	8B	4°	8A		9B	8C	8D	4°	6B	6B	7A		
5°	7D	8D		7D	8C	5°	8B			8B	9A	5°	6C	6C			
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7A	7A		7C	1°	7C		7B		7B	1°	6B	6B	7C	6C	
2°	7D	7B	7B		7D	2°	7B		7C	7D	7C	2°	6A	6A		7A	7B
3°		7A	7A		7C	3°	7C		7B		7D	3°	6B	6C		6C	
4°	7D	7B	7B		7D	4°	7B		7C	7D		4°	6A	7A		7B	7C
5°		7C	7C			5°			7D		7D	5°	7A	7B		7C	
ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C	9A		6B		1°		6C				1°	8A	8A	9B	9B	
2°	7A	9B	6B	9A		2°	6C	7A	6A			2°	8B	8B	9A		
3°	6C		6A	7A		3°	7A	6B			7B	3°	8A	8C	9B		
4°	7A	9B	6B	9A		4°	6C	6A	6A			4°	8B	9A	9A		
5°	6A		6C	9B	6A	5°	6B	6B	7B	7A	7B	5°	8C	8C			
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8D	6B	8D	6B	1°	8B				6A	1°		8C	8A	8A	
2°		6C	6C	6B		2°	8C	8D		6C	6B	2°		8A	8B	8B	8C
3°			6B	8D	8D	3°	8B			6B	6C	3°		8B	8A	8C	
4°		6C	6C	6B		4°	8C				6B	4°		8A	8B		
5°			8D	6C		5°	8D	6A	6A		6C	5°		8B	8C	8C	
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7B	7D	6A	6C	1°	8C		8B	8B	8B	1°	9A			7C	7D
2°		7C			7A	2°		8C	8A	8C	8A	2°				7B	
3°		7D		6A	6B	3°	8C		8B		8B	3°	9A	7B	7C		
4°		7C		6C	7B	4°		8C	8A		8A	4°			7D	7A	7A
5°				6B	7A	5°	8A					5°	7C	7D	7A	7B	
ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			8C	9A		1°						1°					8D
2°		9A		8D		2°					9B	2°	9A			9B	9A
3°		8A	8C	9B		3°	9B			8A		3°	8D				9B
4°			8D		9B	4°						4°	9A	8D		9B	9A
5°		8A	8B		8B	5°			8A			5°	9B	9A	9B	8D	8D
ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			6A		9A	1°	7A	7C				1°	9B			8C	9B
2°	9B		9B	6A	6A	2°		7D			6C	2°	8D				
3°				9A		3°			7D	7B	6A	3°		9A			9A
4°	9B			6A	6A	4°				7C	6C	4°	8D	8B		8B	8C
5°	9A	9B	9A	9A	9B	5°	7B	7A	6B	6A	6B	5°				8A	8A
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	8D	7D															
2°			7D														
3°		7C	8D	7C													
4°		7D		8D													
5°					7C												

Figura 0.107 – Solução 13.3 – Horários dos professores – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Port	Art	Geo	1°	Hist	Hist	Port	Ed Fis	Port	1°	Ed Fis	Cie	Mat	Hist	Art
2°	Hist	Hist	Cie	Port	Port	2°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Geo	2°	Cie	Port	Port	Geo	Ing
3°	Mat	Mat	Ed Fis	Art	Ing	3°	Hist	Cie	Port	Geo	Art	3°	Ed Fis	Hist	Mat	Hist	Geo
4°	Hist	Cie	Cie	Port	Port	4°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Geo	4°	Cie	Port	Port	Art	Ing
5°	Ed Fis	Geo	Geo	Ing	Ed Fis	5°	Cie	Cie	Ing	Art	Ing	5°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Geo
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ing	Port	Port	Mat	Mat	1°	Ed Fis	Art	Mat	Ed Fis	Mat	1°	Mat	Ing	Hist	Geo	Port
2°	Ed Fis	Cie	Mat	Hist	Art	2°	Mat	Port	Port	Geo	Hist	2°	Ed Fis	Art	Mat	Ed Fis	Mat
3°	Cie	Port	Port	Ed Fis	Mat	3°	Ed Fis	Geo	Mat	Ing	Cie	3°	Mat	Cie	Geo	Cie	Port
4°	Ed Fis	Hist	Mat	Geo	Geo	4°	Mat	Port	Port	Hist	Art	4°	Ed Fis	Art	Mat	Ing	Hist
5°	Hist	Ing	Geo	Cie	Art	5°	Ing	Hist	Cie	Geo	Cie	5°	Geo	Port	Port	Hist	Cie
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Cie	Art	Hist	Geo	1°	Cie	Cie	Port	Port	Ed Fis	1°	Geo	Ed Fis	Mat	Mat	Mat
2°	Port	Ing	Cie	Mat	Port	2°	Hist	Port	Mat	Hist	Mat	2°	Cie	Cie	Port	Port	Ed Fis
3°	Hist	Art	Ing	Ed Fis	Mat	3°	Cie	Ing	Port	Geo	Ed Fis	3°	Geo	Port	Mat	Hist	Mat
4°	Port	Cie	Geo	Mat	Port	4°	Hist	Port	Mat	Ed Fis	Mat	4°	Cie	Art	Port	Art	Ed Fis
5°	Ed Fis	Geo	Mat	Ed Fis	Mat	5°	Mat	Ing	Geo	Art	Art	5°	Hist	Port	Ing	Hist	Ing
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Port	Ing	Art	Hist	1°	Cie	Port	Ed Fis	Port	Mat	1°	Geo	Ed Fis	Hist	Ing	Port
2°	Geo	Mat	Ed Fis	Mat	Port	2°	Art	Geo	Hist	Ing	Hist	2°	Mat	Ing	Cie	Ed Fis	Mat
3°	Mat	Cie	Ing	Port	Hist	3°	Mat	Ed Fis	Cie	Port	Port	3°	Geo	Art	Hist	Port	Art
4°	Geo	Mat	Ed Fis	Hist	Art	4°	Art	Mat	Ing	Cie	Hist	4°	Mat	Cie	Cie	Ed Fis	Mat
5°	Cie	Cie	Port	Port	Ed Fis	5°	Geo	Ed Fis	Port	Mat	Mat	5°	Port	Mat	Port	Port	Hist
9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Art	Hist	Cie	Cie	Art												
2°	Port	Ed Fis	Port	Mat	Geo												
3°	Geo	Hist	Cie	Ing	Mat												
4°	Port	Ed Fis	Hist	Mat	Ing												
5°	Mat	Port	Mat	Ed Fis	Port												

Figura 0.108 – Solução 13.3 – Horários das turmas – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B	8B	8C	7B	8A	1°	7D	8C	9A		8C	1°	7A	6C			6B
2°	8D	8D		8C	8B	2°	8A	7D	8D	8A	8D	2°	6C	6B	7A		6B
3°	7B	7C		7D	8A	3°	9B	9A	8B	8B	8C	3°	6A		6A		7A
4°	7C	7D		8A	8B	4°	8A		9B	7D	8D	4°		6A	7A		6A
5°	8C	8D		7D	7C	5°			9B	8B	9A	5°	6C	7A	6B		6C
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7D	7D		7C	1°	7C		7B		7B	1°	6B	7C		6C	6A
2°		7B	7B		7D	2°	7B		7C		7C	2°	7A	6A		6B	7B
3°		7A	7A		7C	3°	7C		7D		7D	3°	7A	6C		6C	6B
4°		7B	7B		7D	4°	7B		7C		7B	4°	6A	7A		7B	7C
5°		7C	7C	7A	7A	5°	7D		7D		7D	5°		7B		7C	
ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A		6A	6B	6C	1°		7A	6C			1°	9A	8A	9B	8B	
2°	9B			9B	6A	2°	6A	7A	6A		7A	2°		8C	9A		
3°			9A	7A	6C	3°		7B	6C			3°	8A	8A	9B		
4°	7A		6B	9A	7A	4°	6B	6B	6A			4°	8C		9A		9B
5°	9A		6C	6B	9B	5°	6B	6C	7B		7B	5°	8B	8C			8B
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			8D	8D		1°	8B	6B	6B			1°			8A	8A	
2°		6C	6B	6C		2°	8C	8B	6C			2°		8A	8C	8B	8C
3°			6B	8D	8D	3°	6C	6B	8D			3°		8B		8C	
4°		6C	6C	6B	6B	4°	6C	8C	8D			4°		8A	8B	8B	8C
5°		6B	8D	6C		5°	6A	6A	6A			5°		8B		8C	8A
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C	7B		6A		1°	8C		8B		8B	1°			7A	7D	7D
2°	6B	7C		7A		2°	8B		8A		8A	2°	7C			7C	
3°	6B	7D		6A		3°	8C		8C		8B	3°	9A		7C	7B	7B
4°		7C		6C		4°	8B		8A		8A	4°	7D			7A	
5°	7A	7D		7B		5°	8A		8C		8C	5°	7B		7A	9A	
ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8D		9A		1°	8A					1°	8D	9B			9B
2°		9A	8B	8D		2°						2°	9A	9B			9A
3°		8C	8A	9B		3°						3°	8D	8D			9B
4°		9B	8C			4°	9B			9B		4°	9A	8D			9A
5°		8A	8B			5°			8A			5°	9B	9A			8D
ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6A		9B	9A	1°			7C	7A	7A	1°	9B	9A		8C	
2°			9B	6A	9B	2°			7D	7B	6C	2°				9A	
3°		6A		9A	9A	3°			7B	6B	6A	3°	8B	9B		8A	
4°		9A		6A		4°			7D	7C	6C	4°	8D	8B		8C	
5°		9B	9A	9B	6A	5°				6A	6B	5°	8D			8A	
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°				7C	8D												
2°	7D			7D													
3°	7D			7C													
4°				8D													
5°	7C			8D													

Figura 0.109 – Solução 13.3 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Port	Ed Fis	Art	Hist	1°	Hist	Geo	Geo	Ed Fis	Mat	1°	Art	Mat	Cie	Hist	Ed Fis
2°	Cie	Hist	Cie	Port	Ed Fis	2°	Art	Mat	Port	Hist	Mat	2°	Mat	Port	Geo	Port	Ing
3°	Mat	Port	Mat	Art	Ing	3°	Art	Geo	Port	Ing	Hist	3°	Geo	Hist	Cie	Hist	Ed Fis
4°	Hist	Mat	Cie	Port	Mat	4°	Cie	Cie	Ed Fis	Port	Port	4°	Geo	Port	Port	Art	Ing
5°	Geo	Geo	Geo	Ing	Port	5°	Cie	Port	Mat	Ed Fis	Ing	5°	Mat	Cie	Ed Fis	Port	Mat
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Cie	Geo	Ing	Ing	1°	Ed Fis	Art	Mat	Ed Fis	Mat	1°	Mat	Hist	Ing	Cie	Port
2°	Hist	Cie	Mat	Art	Cie	2°	Mat	Port	Port	Ing	Hist	2°	Geo	Art	Mat	Geo	Mat
3°	Hist	Port	Port	Ed Fis	Mat	3°	Ed Fis	Cie	Ing	Geo	Geo	3°	Mat	Ed Fis	Geo	Cie	Port
4°	Ed Fis	Hist	Mat	Geo	Ed Fis	4°	Mat	Port	Port	Hist	Mat	4°	Ed Fis	Art	Mat	Ing	Hist
5°	Art	Mat	Geo	Port	Port	5°	Geo	Hist	Cie	Art	Cie	5°	Cie	Port	Port	Hist	Ed Fis
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Port	Port	Geo	Geo	1°	Geo	Cie	Port	Port	Ed Fis	1°	Geo	Ed Fis	Mat	Cie	Mat
2°	Cie	Hist	Ing	Cie	Port	2°	Hist	Port	Mat	Hist	Mat	2°	Mat	Geo	Ing	Port	Ed Fis
3°	Cie	Art	Mat	Ed Fis	Mat	3°	Cie	Cie	Ing	Art	Ed Fis	3°	Art	Port	Hist	Hist	Mat
4°	Geo	Ed Fis	Ing	Hist	Port	4°	Hist	Port	Mat	Ed Fis	Mat	4°	Mat	Art	Port	Port	Ed Fis
5°	Mat	Art	Mat	Ed Fis	Mat	5°	Mat	Ing	Geo	Art	Port	5°	Cie	Port	Ing	Hist	Cie
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Hist	Ed Fis	Art	Hist	1°	Mat	Ing	Port	Port	Cie	1°	Cie	Art	Hist	Ing	Port
2°	Geo	Cie	Port	Ed Fis	Port	2°	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Ing	Hist	2°	Mat	Ing	Cie	Art	Mat
3°	Mat	Ing	Mat	Port	Hist	3°	Mat	Mat	Geo	Port	Port	3°	Geo	Hist	Ed Fis	Port	Port
4°	Cie	Geo	Ing	Art	Port	4°	Art	Mat	Geo	Cie	Hist	4°	Mat	Port	Cie	Ed Fis	Mat
5°	Ed Fis	Cie	Mat	Port	Mat	5°	Art	Ed Fis	Port	Cie	Mat	5°	Ed Fis	Mat	Port	Geo	Hist
9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Art	Mat	Cie	Port	Mat												
2°	Ed Fis	Mat	Port	Ed Fis	Port												
3°	Hist	Art	Cie	Ing	Mat												
4°	Geo	Ing	Hist	Geo	Cie												
5°	Mat	Port	Hist	Port	Ed Fis												

Figura 0.110 – Solução 13.3 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B	8C		8A	8B	1°	7D		9B	7D	9B	1°	6A	7A	6A		
2°	8D	7D		8B	8C	2°	8B		8D	8D	8B	2°	6B	6A	7A		
3°	7C	7C		8C	7D	3°	9A		9A	9B	8A	3°	6A	6C	6B		6C
4°	8A	8B	7C	7B	8A	4°	8B	7D	8A	8A	9A	4°	6B	7A	6C		
5°	8D	8D		7D	7B	5°	8C		8D	8C	8C	5°	7A	6B	7A		6C
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7D	7A		7C	1°	7C		7C		7B	1°	6C	7C		6A	6B
2°		7C	7D		7B	2°	7D		7B		7D	2°	7A	7B		7B	6C
3°		7D	7B		7A	3°	7B		7C		7B	3°	6C	6B		7A	
4°	7D	7C	7A		7B	4°	7C		7D		7D	4°	7A	7B		6A	6A
5°		7B	7C		7A	5°	7B		7D		7C	5°	7C	7C		6B	
ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7A		6C	6B	6C	1°	6B	7B	7B			1°	9B	9A	8C		
2°	9B		9B	6C		2°	6A	6C	6B			2°	8A	8A	9A		
3°	6B		7A	6B	6A	3°	7A	7A	6C			3°	8C	8B	8C		
4°	9A		9B	9A		4°	6A	6A	7B			4°	9B	8A	9A		
5°	6A		9A	7A	6A	5°	6C	7A	6B			5°	8B	9B	8B		
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8D	8D	8D		1°	8B	6B	6B			1°		8B	8A	8B	
2°		6B	6C	6B		2°	6C	8B	8C			2°		8C	8B	8C	
3°		8D	8D	6C		3°	8D	6A	6A			3°		8A	8A	8B	
4°		6B	6B	6B		4°	6C	6C	8D			4°		8C	8B	8C	
5°		6C	6C	6C		5°	6B	8C	6A			5°		8A	8C	8A	
ProfArt2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6C		7A	6A	1°	8A		8B		8C	1°	9A			7B	
2°	7C	7A		6A	6B	2°	8C		8A		8A	2°	7B			7C	7A
3°		7B		7C		3°	8B		8B		8B	3°	7D			7D	7C
4°				6C	6B	4°	8C		8C		8C	4°	7B			7A	7A
5°	7D	7D		7B		5°	8A		8A		8B	5°	9A			7C	7D
ProfIng2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8A		8C		1°					8A	1°	8D	9B			9A
2°		9B		8A		2°					9B	2°	9A	8D			8D
3°		8C		9A	9A	3°						3°	9B	9A			9B
4°		8D		8D		4°					9B	4°	8D	9B			8D
5°		8B		8B	9B	5°					8A	5°	9B	9A			9A
ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfArt1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6A	9A	9A		1°			7D	6C	7A	1°	8C			9B	8D
2°		9A	6A	9B		2°			7C	7A	6A	2°				9A	9A
3°		9B	9B	6A		3°			7D	7B	6B	3°	8A			8A	8C
4°		9A	6A	9B		4°				7C	6C	4°				8B	8B
5°		6A	9B	9A		5°			7B	6A	6B	5°				9B	8D
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°				7C	7D												
2°				7D	7C												
3°				8D	8D												
4°				7D	7C												
5°				8D													

Figura 0.111 – Solução 13 – Horários dos professores – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Cie	Sex
1°	Mat	Port	Mat	Hist	Art	1°	Cie	Geo	Geo	Ed Fis	Hist	1°	Hist	Art	Ed Fis	Ing	Ed Fis
2°	Cie	Mat	Port	Art	Ing	2°	Mat	Port	Cie	Port	Art	2°	Geo	Cie	Port	Ed Fis	Hist
3°	Mat	Geo	Geo	Port	Ed Fis	3°	Ed Fis	Hist	Mat	Ed Fis	Ing	3°	Hist	Mat	Cie	Port	Mat
4°	Cie	Cie	Port	Hist	Hist	4°	Mat	Port	Port	Port	Art	4°	Geo	Geo	Mat	Art	Ing
5°	Ed Fis	Port	Geo	Ing	Ed Fis	5°	Geo	Mat	Cie	Hist	Ing	5°	Cie	Port	Port	Port	Mat
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Ed Fis	Mat	Port	Art	Ing	1°	Ed Fis	Cie	Cie	Geo	Mat	1°	Mat	Hist	Mat	Cie	Port
2°	Hist	Art	Mat	Ing	Geo	2°	Geo	Hist	Mat	Hist	Port	2°	Art	Port	Ing	Geo	Cie
3°	Cie	Cie	Ed Fis	Hist	Port	3°	Mat	Art	Port	Ing	Mat	3°	Ed Fis	Ed Fis	Mat	Art	Geo
4°	Hist	Mat	Port	Geo	Geo	4°	Geo	Hist	Cie	Ed Fis	Port	4°	Mat	Port	Ed Fis	Ing	Cie
5°	Mat	Cie	Mat	Ed Fis	Port	5°	Mat	Port	Ing	Art	Ed Fis	5°	Hist	Hist	Port	Geo	Mat
7D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Port	Ing	Hist	Cie	1°	Mat	Ing	Port	Ed Fis	Geo	1°	Geo	Port	Mat	Port	Ed Fis
2°	Mat	Ed Fis	Port	Cie	Mat	2°	Cie	Cie	Mat	Ing	Mat	2°	Hist	Geo	Port	Ed Fis	Hist
3°	Geo	Port	Ing	Geo	Ed Fis	3°	Art	Port	Port	Art	Hist	3°	Mat	Cie	Mat	Port	Mat
4°	Port	Hist	Mat	Cie	Mat	4°	Ed Fis	Cie	Hist	Hist	Ed Fis	4°	Hist	Ed Fis	Port	Art	Art
5°	Art	Art	Mat	Ed Fis	Geo	5°	Mat	Port	Mat	Port	Geo	5°	Cie	Ing	Cie	Ing	Mat
8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Ed Fis	Cie	Ing	Mat	1°	Mat	Port	Port	Port	Art	1°	Geo	Cie	Port	Port	Mat
2°	Mat	Port	Geo	Port	Ed Fis	2°	Ed Fis	Mat	Hist	Hist	Mat	2°	Mat	Port	Cie	Art	Art
3°	Cie	Ing	Cie	Ed Fis	Art	3°	Geo	Port	Port	Cie	Cie	3°	Hist	Mat	Hist	Ing	Ing
4°	Mat	Port	Mat	Port	Mat	4°	Mat	Ing	Geo	Ing	Mat	4°	Ed Fis	Port	Cie	Ed Fis	Hist
5°	Hist	Geo	Port	Hist	Hist	5°	Ed Fis	Ed Fis	Hist	Cie	Art	5°	Geo	Mat	Ed Fis	Port	Mat
9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex												
1°	Cie	Mat	Hist	Art	Hist												
2°	Ed Fis	Ing	Ed Fis	Port	Geo												
3°	Mat	Port	Port	Hist	Mat												
4°	Cie	Mat	Ed Fis	Port	Geo												
5°	Mat	Cie	Port	Art	Ing												

Figura 0.112 – Solução 13 – Horários das turmas – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).

Nas figuras seguintes são apresentadas as características e resultados do Problema 14.

Tabela Professor	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	8D	9A	9B	Não-vínculo	Hora-Atividade	Qtd de aulas
ProfArte1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3	4	24
ProfCie1							X	X	X	X	X	X	3	6	18
ProfCie2	X	X	X	X	X	X							5	6	18
ProfEdFis1							X	X	X	X	X	X	5	3	18
ProfEdFis2	X	X	X	X	X	X							6	3	18
ProfGeo1					X		X	X	X	X	X	X	3	6	15
ProfGeo2	X	X	X	X		X							4	6	15
ProfHist1							X	X	X	X			4	4	12
ProfHist2					X	X					X	X	5	4	12
ProfHist3	X	X	X	X									2	4	12
ProfIng1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2	2	24
ProfMat1				X	X	X						X	3	5	20
ProfMat2							X	X	X	X			4	5	20
ProfMat3	X	X	X								X		5	5	17
ProfPort1					X						X	X	6	2	14
ProfPort2						X	X	X					3	2	14
ProfPort3			X						X	X			2	2	15
ProfPort4	X	X		X									6	2	14

Figura 0.113 – Disciplinas atendidas pelos professores, e preferências – Problema 14.
Fonte: Autor (2014).

ProfArte1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	9A	8B	6C	7C	1°	9A	6A	6C	7C	8B	1°	8A	8A	8D	8C	8A
2°	6B	9B	8C	7A	8A	2°	9B	6B	7A	8A	8C	2°	8B	8B		8D	8B
3°	6A	9A	8D	7B	7C	3°	9A	6A	7B	7C	8D	3°	8A	8A			8C
4°	6B	9B	8C	7A	8A	4°	9B	6B	7A	8A	8C	4°	8B	8B	8D	8D	8D
5°	6C		8D	7B	8B	5°		6C	7B	8B	8D	5°	8C	8C			8C
ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7A	9B	7A	9B	7A	1°			8A	8D	9A	1°		6B	9A		6C
2°	7B		7B	7C	7B	2°	8A		8B	8C	9B	2°	6A	6A	6C		9A
3°	7A		7A	9B	9B	3°	8B		8C	8D		3°	6B	6B	9A	6C	6C
4°	7B		7B	7C	7C	4°	8A		9A	9A	9B	4°	6A	6A			
5°	7C		7C		9B	5°	8D	8B	8C	9B		5°	9A	9A			6B
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C	6C	6A		6B	1°	8C		8C		8D	1°	7B	7A	6B	6A	
2°	7A	7A	6B		7C	2°	8D	9A	8A	9B		2°	6C	7C	6A	7B	
3°	6C	7B	7C		7B	3°	8C	9B	8B		8B	3°	7B		6B		
4°	7A	7C	6B			4°	8D	9A	8A		9A	4°	6C		6A		7A
5°	6A	6A			7B	5°	8A	9B	8B			5°	6B	7C	6C	7A	7C
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9B	7B	7B	7B	9B	1°	7C	7C		6B	6A	1°				7A	
2°	9A		9A	9A		2°		6C			7A	2°				6B	6A
3°	9B		9B			3°	7C			6B	7A	3°		6C	6C	6A	6B
4°		7B		9B		4°		6C		6A	6A	4°		7A			6C
5°			9A	9A		5°		6B	7A	6C		5°			6B	6A	7A
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8D	8C			8C	1°		8D	9B	8B	7B	1°		8B		8A	
2°		8D	8D	6C	6C	2°		8C	9B			2°	8C	8A			8D
3°	8D	8C		8C		3°		8D			9A	3°		8B		8B	
4°		8D	6C	6C		4°	9A	8C	8B	7B		4°	8C	8A		8C	
5°				8C	6C	5°	7B		8A	8A		5°		8D		8D	
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6B					1°	8B		7C			1°				9A	
2°				6A	6B	2°	7C			8B		2°		7B	7C		
3°		7A	6A	7A	6A	3°			8A	8A	8A	3°		7C		9A	
4°				6B	6B	4°			7C	8B	8B	4°	7C		9B		7B
5°	7A	7A	6A	6B	6A	5°	8B	8A		7C	8A	5°	9B	7B	9B		9A

Figura 0.114 – Solução 14.6 – Horários dos professores – Solução Inicial.

Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Ing	Cie	Ed Fis	Geo	1°	Port	Mat	Ed Fis	Geo	Cie	1°	Cie	Cie	Ing	Art	Mat
2°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Hist	2°	Art	Ing	Cie	Hist	Port	2°	Ed Fis	Geo	Mat	Port	Port
3°	Art	Ing	Port	Hist	Port	3°	Mat	Mat	Ed Fis	Geo	Hist	3°	Cie	Hist	Hist	Mat	Mat
4°	Mat	Mat	Ed Fis	Geo	Geo	4°	Art	Ing	Cie	Port	Port	4°	Ed Fis	Geo	Port	Port	Hist
5°	Cie	Cie	Port	Hist	Port	5°	Ed Fis	Geo	Hist	Port	Mat	5°	Art	Ing	Ed Fis	Geo	Port
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Ed Fis	Mat	Hist	Mat	1°	Ed Fis	Port	Port	Port	Geo	1°	Geo	Geo	Port	Ing	Art
2°	Cie	Cie	Ing	Art	Geo	2°	Mat	Hist	Mat	Ed Fis	Mat	2°	Port	Ed Fis	Hist	Mat	Cie
3°	Mat	Port	Mat	Port	Geo	3°	Ed Fis	Cie	Ing	Art	Cie	3°	Geo	Hist	Cie	Ing	Art
4°	Cie	Hist	Ing	Art	Ed Fis	4°	Mat	Port	Mat	Geo	Hist	4°	Hist	Cie	Port	Mat	Mat
5°	Port	Port	Geo	Ed Fis	Hist	5°	Geo	Hist	Ing	Art	Cie	5°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Ed Fis
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Cie	Hist	Mat	1°	Port	Hist	Art	Geo	Ing	1°	Ed Fis	Port	Ed Fis	Mat	Port
2°	Cie	Hist	Ed Fis	Ing	Art	2°	Mat	Mat	Cie	Port	Mat	2°	Hist	Geo	Art	Cie	Ing
3°	Mat	Mat	Port	Port	Port	3°	Cie	Hist	Ed Fis	Hist	Ed Fis	3°	Ed Fis	Port	Cie	Port	Mat
4°	Cie	Hist	Ed Fis	Ing	Art	4°	Mat	Mat	Geo	Port	Port	4°	Hist	Geo	Art	Hist	Ing
5°	Ed Fis	Port	Geo	Geo	Port	5°	Port	Cie	Ed Fis	Ing	Art	5°	Mat	Mat	Cie	Port	Mat
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Geo	Mat	Cie	Ed Fis	1°	Ing	Art	Mat	Hist	Cie	1°	Port	Mat	Geo	Mat	Port
2°	Ed Fis	Port	Port	Mat	Hist	2°	Port	Ed Fis	Port	Port	Mat	2°	Ing	Art	Geo	Ed Fis	Cie
3°	Port	Geo	Art	Cie	Ing	3°	Ing	Art	Mat	Hist	Geo	3°	Port	Ed Fis	Port	Mat	Mat
4°	Ed Fis	Port	Mat	Mat	Mat	4°	Geo	Ed Fis	Cie	Cie	Ed Fis	4°	Ing	Art	Hist	Port	Cie
5°	Cie	Hist	Art	Hist	Ing	5°	Mat	Mat	Port	Port	Hist	5°	Hist	Ed Fis	Hist	Cie	Mat

Figura 0.115 – Solução 14.6 – Horários das turmas – Solução Inicial.
Fonte: Autor (2014).

ProfArte1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	9A	8B	6C	7C	1°	9A	6A	6C	7C	8B	1°	8A	8A	8D	8C	8A
2°	6B	9B	8C	7A	8A	2°	9B	6B	7A	8A	8C	2°	8B	8B		8D	8B
3°	6A	9A	8D	7B	7C	3°	9A	6A	7B	7C	8D	3°	8A	8A			8C
4°	6B	9B	8C	7A	8A	4°	9B	6B	7A	8A	8C	4°	8B	8B	8D	8D	8D
5°	6C		8D	7B	8B	5°		6C	7B	8B	8D	5°	8C	8C			8C
ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7A	9B	7A	9B	7A	1°			8A	8D	9A	1°		6B	9A		6C
2°	7B		7B	7C	7B	2°	8A		8B	8C	9B	2°	6A	6A	6C		9A
3°	7A		7A	9B	9B	3°	8B		8C	8D		3°	6B	6B	9A	6C	6C
4°	7B		7B	7C	7C	4°	8A		9A	9A	9B	4°	6A	6A			
5°	7C		7C		9B	5°	8D	8B	8C	9B		5°	9A	9A			6B
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C	6C	6A		6B	1°	8C		8C		8D	1°	7B	7A	6B	6A	
2°	7A	7A	6B		7C	2°	8D	9A	8A	9B		2°	6C	7C	6A	7B	
3°	6C	7B	7C		7B	3°	8C	9B	8B		8B	3°	7B		6B		
4°	7A	7C	6B			4°	8D	9A	8A		9A	4°	6C		6A		7A
5°	6A	6A			7B	5°	8A	9B	8B			5°	6B	7C	6C	7A	7C
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9B	7B	7B	7B	9B	1°	7C	7C		6B	6A	1°				7A	
2°	9A		9A	9A		2°		6C			7A	2°				6B	6A
3°	9B		9B			3°	7C			6B	7A	3°		6C	6C	6A	6B
4°		7B		9B		4°		6C		6A	6A	4°		7A			6C
5°			9A	9A		5°		6B	7A	6C		5°			6B	6A	7A
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	8D	8C			8C	1°		8D	9B	8B	7B	1°		8B		8A	
2°		8D	8D	6C	6C	2°		8C	9B			2°	8C	8A			8D
3°	8D	8C		8C		3°		8D			9A	3°		8B		8B	
4°		8D	6C	6C		4°	9A	8C	8B	7B		4°	8C	8A		8C	
5°				8C	6C	5°	7B		8A	8A		5°		8D		8D	
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6B					1°	8B		7C			1°				9A	
2°				6A	6B	2°	7C			8B		2°		7B	7C		
3°		7A	6A	7A	6A	3°			8A	8A	8A	3°		7C		9A	
4°				6B	6B	4°			7C	8B	8B	4°	7C		9B		7B
5°	7A	7A	6A	6B	6A	5°	8B	8A		7C	8A	5°	9B	7B	9B		9A

Figura 0.116 – Solução 14.6 – Horários dos professores – Busca Local.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Ing	Cie	Ed Fis	Geo	1°	Port	Mat	Ed Fis	Geo	Cie	1°	Cie	Cie	Ing	Art	Mat
2°	Mat	Mat	Ed Fis	Port	Hist	2°	Art	Ing	Cie	Hist	Port	2°	Ed Fis	Geo	Mat	Port	Port
3°	Art	Ing	Port	Hist	Port	3°	Mat	Mat	Ed Fis	Geo	Hist	3°	Cie	Hist	Hist	Mat	Mat
4°	Mat	Mat	Ed Fis	Geo	Geo	4°	Art	Ing	Cie	Port	Port	4°	Ed Fis	Geo	Port	Port	Hist
5°	Cie	Cie	Port	Hist	Port	5°	Ed Fis	Geo	Hist	Port	Mat	5°	Art	Ing	Ed Fis	Geo	Port
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Ed Fis	Mat	Hist	Mat	1°	Ed Fis	Port	Port	Port	Geo	1°	Geo	Geo	Port	Ing	Art
2°	Cie	Cie	Ing	Art	Geo	2°	Mat	Hist	Mat	Ed Fis	Mat	2°	Port	Ed Fis	Hist	Mat	Cie
3°	Mat	Port	Mat	Port	Geo	3°	Ed Fis	Cie	Ing	Art	Cie	3°	Geo	Hist	Cie	Ing	Art
4°	Cie	Hist	Ing	Art	Ed Fis	4°	Mat	Port	Mat	Geo	Hist	4°	Hist	Cie	Port	Mat	Mat
5°	Port	Port	Geo	Ed Fis	Hist	5°	Geo	Hist	Ing	Art	Cie	5°	Mat	Ed Fis	Mat	Port	Ed Fis
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Cie	Hist	Mat	1°	Port	Hist	Art	Geo	Ing	1°	Ed Fis	Port	Ed Fis	Mat	Port
2°	Cie	Hist	Ed Fis	Ing	Art	2°	Mat	Mat	Cie	Port	Mat	2°	Hist	Geo	Art	Cie	Ing
3°	Mat	Mat	Port	Port	Port	3°	Cie	Hist	Ed Fis	Hist	Ed Fis	3°	Ed Fis	Port	Cie	Port	Mat
4°	Cie	Hist	Ed Fis	Ing	Art	4°	Mat	Mat	Geo	Port	Port	4°	Hist	Geo	Art	Hist	Ing
5°	Ed Fis	Port	Geo	Geo	Port	5°	Port	Cie	Ed Fis	Ing	Art	5°	Mat	Mat	Cie	Port	Mat
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Port	Geo	Mat	Cie	Ed Fis	1°	Ing	Art	Mat	Hist	Cie	1°	Port	Mat	Geo	Mat	Port
2°	Ed Fis	Port	Port	Mat	Hist	2°	Port	Ed Fis	Port	Port	Mat	2°	Ing	Art	Geo	Ed Fis	Cie
3°	Port	Geo	Art	Cie	Ing	3°	Ing	Art	Mat	Hist	Geo	3°	Port	Ed Fis	Port	Mat	Mat
4°	Ed Fis	Port	Mat	Mat	Mat	4°	Geo	Ed Fis	Cie	Cie	Ed Fis	4°	Ing	Art	Hist	Port	Cie
5°	Cie	Hist	Art	Hist	Ing	5°	Mat	Mat	Port	Port	Hist	5°	Hist	Ed Fis	Hist	Cie	Mat

Figura 0.117 – Solução 14.6 – Horários das turmas – Busca Local.

Fonte: Autor (2014).

ProfArte1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	8D	8B	6C	7C	1°	6B	6A	6C	7C	9A	1°	8A	8A	8A	8C	8D
2°	6B	9B	8C	7A	8A	2°	9B	6B	7A	8A	8C	2°	8B	8B		8D	8B
3°	6A	9A		9A	7C	3°	9A	6A	7B	7C	8D	3°	8A	8A			8C
4°	6B	9B	8C	7A	8A	4°	9B	8A	7A		8C	4°	8B	8B		8D	8D
5°	6C	7B	8D	7B	8B	5°	8B	6C	7B	8B	8D	5°	8C	8C			8C
ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	9B	9B	9B	9B	7B	1°	8C		8D	9A	8A	1°	9A	9A	6B		6C
2°	7A	7C	7B	7C	7A	2°	8A		8B	8C		2°		6A	6C		6B
3°	7B		7A		7A	3°	8B		8D	9B		3°	6C		9A		6A
4°	7B		7B	7C	7C	4°	8A		9A	9A	9B	4°		6A	6C		6A
5°	7A		9B		7C	5°	8D	8B	8C	9B		5°	9A	9A	6B		6B
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6C	6C	6A		6B	1°	8B		9A		8C	1°		7A		6B	
2°	7C		7C		6C	2°	9A	8C	9B		9B	2°	6C		6A	7B	7B
3°	7A	7B	7C		7B	3°	8C	8D	8B		8B	3°	6B		6B	6C	
4°	7A		6B		6B	4°	8D	8D	8A		9A	4°	6C		6A	7B	7A
5°	6A	6A	7A		7B	5°	8A	8A			9B	5°	7C	7C	7C	7A	6A
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		7B		7B		1°	7A	7C		7A		1°		6B			7A
2°		9A	9A	9A		2°	6A	6C		6C		2°				6B	6A
3°		9B	9B	7B		3°	7C	7A		6B		3°		6C		6A	6B
4°		7B	9B	9B		4°	6A	7C		6A		4°		7A		6C	6C
5°		9B	9A	9A		5°	6B	6B		6C		5°				6A	7A
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		8C	8C	8D		1°	7B		7B	8B		1°	8D	8B		8A	
2°		8D	8D		8D	2°	8D			9B		2°	8C	8A			
3°		8C	6C	8C	6C	3°	9B		8C	8D	9A	3°	8D	8B		8B	
4°		6C	8D			4°	9A		8B	8C		4°	8C	8C		8A	
5°		8D	6C	8C	6C	5°	7B		8A	8A		5°				8D	
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°			7A	6A	6A	1°			7C		8B	1°	7C				9B
2°		7A	6B	6A		2°			8A	8B	7C	2°	7B	7B			9A
3°		6B	6A	7A		3°			8A	8A	8A	3°		7C			9B
4°		6B		6B		4°			7C	8B	8B	4°	7C	9A			7B
5°		7A	6A	6B		5°			8B	7C	8A	5°	9B				9A

Figura 0.118 – Solução 14.6 – Horários dos professores – *Iterated Local Search*.
Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Ing	Cie	Port	Port	1°	Ing	Hist	Mat	Ed Fis	Cie	1°	Cie	Cie	Ing	Art	Mat
2°	Geo	Mat	Ed Fis	Port	Hist	2°	Art	Ing	Port	Hist	Mat	2°	Ed Fis	Geo	Mat	Geo	Cie
3°	Art	Ing	Port	Hist	Mat	3°	Ed Fis	Port	Ed Fis	Geo	Hist	3°	Mat	Hist	Port	Ed Fis	Port
4°	Geo	Mat	Ed Fis	Geo	Mat	4°	Art	Port	Cie	Port	Cie	4°	Ed Fis	Port	Mat	Hist	Hist
5°	Cie	Cie	Port	Hist	Ed Fis	5°	Geo	Geo	Mat	Port	Mat	5°	Art	Ing	Port	Geo	Port
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Ed Fis	Port	Geo	Hist	1°	Geo	Port	Geo	Port	Mat	1°	Hist	Geo	Port	Ing	Art
2°	Mat	Port	Ing	Art	Mat	2°	Hist	Hist	Mat	Ed Fis	Ed Fis	2°	Cie	Mat	Cie	Mat	Port
3°	Cie	Geo	Mat	Port	Mat	3°	Mat	Cie	Ing	Port	Cie	3°	Geo	Hist	Cie	Ing	Art
4°	Cie	Hist	Ing	Art	Ed Fis	4°	Mat	Port	Mat	Ed Fis	Hist	4°	Hist	Geo	Port	Mat	Mat
5°	Mat	Port	Cie	Ed Fis	Hist	5°	Geo	Art	Ing	Art	Cie	5°	Ed Fis	Ed Fis	Ed Fis	Port	Mat
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Mat	Mat	Hist	Cie	1°	Ed Fis	Hist	Art	Geo	Port	1°	Cie	Port	Port	Mat	Ed Fis
2°	Cie	Hist	Port	Ing	Art	2°	Mat	Mat	Cie	Port	Mat	2°	Hist	Ed Fis	Art	Cie	Ing
3°	Mat	Mat	Port	Port	Port	3°	Cie	Hist	Ed Fis	Hist	Ed Fis	3°	Ed Fis	Port	Geo	Port	Mat
4°	Cie	Ing	Ed Fis	Hist	Art	4°	Mat	Mat	Geo	Port	Port	4°	Hist	Hist	Art	Geo	Ing
5°	Ed Fis	Ed Fis	Geo	Geo	Port	5°	Ing	Cie	Port	Ing	Art	5°	Mat	Mat	Cie	Port	Mat
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Hist	Art	Cie	Port	Mat	1°	Mat	Mat	Ed Fis	Cie	Ing	1°	Mat	Mat	Mat	Mat	Hist
2°	Geo	Port	Port	Mat	Port	2°	Ed Fis	Port	Port	Port	Hist	2°	Ing	Art	Ed Fis	Geo	Ed Fis
3°	Hist	Ed Fis	Cie	Geo	Ing	3°	Ing	Art	Mat	Art	Geo	3°	Geo	Port	Port	Cie	Hist
4°	Ed Fis	Ed Fis	Port	Mat	Mat	4°	Geo	Hist	Cie	Cie	Ed Fis	4°	Ing	Art	Port	Port	Cie
5°	Cie	Port	Art	Hist	Ing	5°	Mat	Mat	Port	Port	Hist	5°	Hist	Port	Mat	Cie	Ed Fis

Figura 0.119 – Solução 14.6 – Horários das turmas – *Iterated Local Search*.

Fonte: Autor (2014).

ProfArte1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfIng1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7A	8A	9B	8B	7C	1°	6B	7B	7C	7A	6A	1°	8D	8C		8C	8C
2°	8C		7B	9A	6B	2°	8A	9A	8C	8B	6C	2°	8B	8A		8A	8D
3°	8A	6B	9A	8C	6C	3°	6C	7C	6B	6A	8D	3°	8D	8B		8D	8C
4°	6A	9B	7C	7A	7B	4°	9B	8B	8D	7B	7A	4°	8A	8A		8B	8B
5°	8D	8D	8B	6A	6C	5°		8A	8C	9A	9B	5°	8C	8B		8A	8D
ProfMat1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfCie1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfMat3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	7B		7B	7C	7A	1°	8C		8A	9B	9A	1°	9A	9A	6C		
2°	7C		7A	7B	7B	2°	8D		8D	8C	8B	2°	6A	6B	9A		
3°	7A		9B	9B	7C	3°	9B		8C	8A	8A	3°	9A	9A	6A		6A
4°	7C		7B	7C	9B	4°	8D		8B	9A		4°	6C	6C	6C		
5°	9B		7A	9B	7A	5°	9A		9B	8B		5°	6A	6B	6B		6B
ProfCie2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfEdFis2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	6A	7C	6B			1°	9B	8D	8D		9B	1°	7C		7A	7B	6C
2°	6C	6A	7C			2°	9A	8B	8B		8A	2°	6B		6A	7A	6A
3°	7B	7A	6C		7A	3°	8C	8C	8A		9B	3°	6B		7C	6B	
4°	7A	7C	6A		6B	4°	9A		9A		8D	4°	7B		7A	6C	6A
5°	6B	7B	6C		7B	5°	8B		8A		8C	5°	6C		7B	7C	
ProfPort1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		9B	9A	9A		1°	6C	7A		6B		1°		6A			6B
2°		7B	9B			2°	7A	7C		6A		2°		6C		6C	7A
3°		9B	7B	9A		3°	6A	6C		7C		3°		6A			6B
4°		7B	9B	9B		4°	6B	6A		6B		4°		6B			6C
5°		9A	9A	7B		5°	7A	7C		6C		5°		7A		7A	6A
ProfPort3	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfGeo1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist1	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6C	8C	6C		1°	8A			8D	8B	1°	8B	8B			8D
2°		8C	6C	8D		2°	7B			9B	9B	2°		8D			8C
3°		8D	8D	6C		3°	8B			7B	9A	3°		8A			
4°		8C	8C	8C		4°	8C			8D	8A	4°	8B	8D			8C
5°		6C	8D	8D		5°	7B			8C	9A	5°	8A	8C			8A
ProfPort4	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfPort2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	ProfHist2	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°		6B	6A	6A		1°			8B	8A	8A	1°					7B
2°		7A	6B	6B		2°			8A	7C	7C	2°	9B	9B			9A
3°			7A	7A		3°			8B	8B	8B	3°	7C	7B			7B
4°		7A	6B	6A		4°			8A	8A	7C	4°		9A			9A
5°		6A	6A	6B		5°			7C		8B	5°	7C	9B			7C

Figura 0.120 – Solução 14.6 – Horários dos professores – Método Exato.

Fonte: Autor (2014).

6A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	6C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Cie	Hist	Port	Port	Ing	1°	Ing	Port	Cie	Geo	Hist	1°	Geo	Port	Mat	Port	Ed Fis
2°	Mat	Cie	Ed Fis	Geo	Ed Fis	2°	Ed Fis	Mat	Port	Port	Art	2°	Cie	Hist	Port	Hist	Ing
3°	Geo	Hist	Mat	Ing	Mat	3°	Ed Fis	Art	Ing	Ed Fis	Hist	3°	Ing	Geo	Cie	Port	Art
4°	Art	Geo	Cie	Port	Ed Fis	4°	Geo	Hist	Port	Geo	Cie	4°	Mat	Mat	Mat	Ed Fis	Hist
5°	Mat	Port	Port	Art	Hist	5°	Cie	Mat	Mat	Port	Mat	5°	Ed Fis	Port	Cie	Geo	Art
7A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	7C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Art	Geo	Ed Fis	Ing	Mat	1°	Mat	Ing	Mat	Ed Fis	Hist	1°	Ed Fis	Cie	Ing	Mat	Art
2°	Geo	Port	Mat	Ed Fis	Hist	2°	Geo	Port	Art	Mat	Mat	2°	Mat	Geo	Cie	Port	Port
3°	Mat	Cie	Port	Port	Cie	3°	Cie	Hist	Port	Geo	Hist	3°	Hist	Ing	Ed Fis	Geo	Mat
4°	Cie	Port	Ed Fis	Art	Ing	4°	Ed Fis	Port	Mat	Ing	Art	4°	Mat	Cie	Art	Mat	Port
5°	Geo	Hist	Mat	Hist	Mat	5°	Geo	Cie	Ed Fis	Port	Cie	5°	Hist	Geo	Port	Ed Fis	Hist
8A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	8C	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Geo	Art	Cie	Port	Port	1°	Hist	Hist	Port	Art	Geo	1°	Cie	Mat	Port	Mat	Mat
2°	Ing	Mat	Port	Mat	Ed Fis	2°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Ing	Cie	2°	Art	Port	Ing	Cie	Hist
3°	Art	Hist	Ed Fis	Cie	Cie	3°	Geo	Mat	Port	Port	Port	3°	Ed Fis	Ed Fis	Cie	Art	Mat
4°	Mat	Mat	Port	Port	Geo	4°	Hist	Ing	Cie	Mat	Mat	4°	Geo	Port	Port	Port	Hist
5°	Hist	Ing	Ed Fis	Mat	Hist	5°	Ed Fis	Mat	Art	Cie	Port	5°	Mat	Hist	Ing	Geo	Ed Fis
8D	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9A	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	9B	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
1°	Mat	Ed Fis	Ed Fis	Geo	Hist	1°	Mat	Mat	Port	Port	Cie	1°	Ed Fis	Port	Art	Cie	Ed Fis
2°	Cie	Hist	Cie	Port	Mat	2°	Ed Fis	Ing	Mat	Art	Hist	2°	Hist	Hist	Port	Geo	Geo
3°	Mat	Port	Port	Mat	Ing	3°	Mat	Mat	Art	Port	Geo	3°	Cie	Port	Mat	Mat	Ed Fis
4°	Cie	Hist	Ing	Geo	Ed Fis	4°	Ed Fis	Hist	Ed Fis	Cie	Hist	4°	Ing	Art	Port	Port	Mat
5°	Art	Art	Port	Port	Mat	5°	Cie	Port	Port	Ing	Geo	5°	Mat	Hist	Cie	Mat	Ing

Figura 0.121 – Solução 14.6 – Horários das turmas – Método Exato.
Fonte: Autor (2014).