



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ADMINISTRAÇÃO



**Guilherme Brandelli Bucco**

**CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR  
PARA O *UNIVERSITY TIMETABLING PROBLEM***

**Porto Alegre  
2014**

**Guilherme Brandelli Bucco**

**CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR  
PARA O *UNIVERSITY TIMETABLING PROBLEM***

**Dissertação apresentada como requisito  
para obtenção do título de Mestre em  
Administração, pelo Programa de Pós-  
Graduação em Administração da  
Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul.**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Denise Lindstrom Bandeira**

**Porto Alegre  
2014**

### CIP - Catalogação na Publicação

Bucco, Guilherme Brandelli  
CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR  
PARA O UNIVERSITY TIMETABLING PROBLEM / Guilherme  
Brandelli Bucco. -- 2014.  
156 f.

Orientadora: Denise Lindstrom Bandeira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Programa  
de Pós-Graduação em Administração, Porto Alegre, BR-RS,  
2014.

1. university timetabling problem. 2. grades  
horárias. 3. programação matemática. 4. pesquisa  
operacional. I. Bandeira, Denise Lindstrom, orient.  
II. Título.

**Guilherme Brandelli Bucco**

**CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR  
PARA O *UNIVERSITY TIMETABLING PROBLEM***

**Dissertação apresentada como requisito  
para obtenção do título de Mestre em  
Administração, pelo Programa de Pós-  
Graduação em Administração da  
Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul.**

Aprovada em 13 de junho de 2014

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Carlo Gabriel Porto Bellini

---

Prof. Dr. Fábio Kellermann Schramm

---

Prof. Dr. Antonio Carlos Gastaud Maçada

---

Prof. Dr. João Luiz Becker

Porto Alegre  
2014

*À minha querida avó Athyr de Oliveira Bucco.  
Vó, sei que querias que eu fosse Diplomata. Mas  
tenho certeza que ficarias orgulhosa pela minha  
conquista, por eu me realizar no que faço.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria Lúcia e Jorge Luiz, e à minha irmã, Larissa, pela paciência e apoio. Vocês souberam que tive momentos difíceis, mas sempre confiaram na minha capacidade e estiveram presentes quando precisei.

À minha orientadora, Denise Lindstrom Bandeira, pelo apoio incondicional, por acreditar que eu era capaz e pelo exemplo de dedicação profissional. Pelas tantas conversas e leituras do que viria a se tornar essa dissertação, eu serei sempre profundamente grato.

Ao colega e amigo, Camilo José Bornia Poulsen, pelo exemplo de profissionalismo e generosidade. As tuas contribuições foram essenciais para o aprimoramento desta pesquisa.

Aos membros da banca, Carlo Gabriel Porto Bellini, Fábio Kellermann Schramm, João Luiz Becker e Antônio Carlos Gastaud Maçada. Pelas inestimáveis contribuições para o aperfeiçoamento desta pesquisa, e pela inspiração.

Aos meus professores no PPGA: Rosimeri, Sueli, Maçada, Denise, Becker, Tiago e Denis. Pela generosidade em compartilhar seu conhecimento e por contribuir, além disso, com o seu exemplo de conduta, para a minha formação como professor e pesquisador.

Aos colegas e amigos que ganhei ao longo do Mestrado: Felipe, Amanda, Ana, Patrícia, Sílvia, Pablo, Gabriel, Leonardo, Alberto, Aurora, Rodrigo, Matheus e Rafael. Vocês me proporcionaram ótimos momentos de alegria e descontração.

À amiga Patrícia Tometich, que me deu enorme apoio e soube me ouvir nos meses finais, quando passei por momentos difíceis.

Aos colegas e professores da área de Modelagem Quantitativa e Sistemas de Informação, pelas trocas de experiência.

À CAPES, pela bolsa PROEX concedida no meu primeiro ano de curso.

## RESUMO

A construção de grades horárias dos cursos de uma universidade é um problema que deve ser enfrentado no início de todos os semestres e, por mobilizar quantidades significativas de recursos, se constitui numa das mais importantes tarefas administrativas de uma universidade. Trata-se de um problema clássico, combinatório, que tem atraído atenção por conta da dificuldade de se encontrar boas soluções. É classificado, em termos de complexidade computacional, como *NP-hard*, o que implica grande exigência de capacidade de processamento. É modelado de maneiras muito diversas, no intuito de se obter adequação quanto ao contexto educacional do país, às regras específicas da instituição ou aos objetivos específicos dos gestores, entre outros. Foi feita uma revisão de literatura no intuito de apoiar a modelagem do problema, nesse trabalho, e de contribuir com a comunidade de pesquisadores sobre o tema ao agregar informações a respeito das pesquisas publicadas até então. O problema é modelado, neste trabalho, por meio de técnicas de Pesquisa Operacional com o objetivo de produzir grades horárias com aulas distribuídas uniformemente ao longo da semana, em uma primeira etapa, para que, na etapa seguinte, ao se atribuir salas de aula às turmas, a utilização dos espaços físicos da Universidade seja otimizada. Dados foram coletados de uma instituição federal de ensino superior para a implementação do modelo. Resultados obtidos no processamento com os dados reais mostraram que o modelo reduz consideravelmente a utilização de salas de aula.

**Palavras-chave:** *university timetabling problem*, pesquisa operacional, programação matemática, grades horárias.

## ABSTRACT

The timetabling construction for University courses is a problem that must be faced at each beginning of semester and, since it mobilizes significant amounts of resources, it constitutes in one of the most important administrative tasks in a University. It's a classic, combinatorial problem that has attracted attention due to its difficulty in finding good solutions. In terms of computational complexity, it's classified as NP-hard, which involves great processing capacity. It's modeled in a number of different ways, aimed to obtain adequacy to the educational context of the country, to the specific higher education institutional rules, or to the specific managers goals, amongst others. A literature review was performed, aimed to support, in this research, the problems modeling, and to contribute to the researchers community, adding the research information published so far. The problem is modeled, in this work, by means of Operations Research techniques, aiming to produce evenly distributed timetables along the week, in the first step, and to assign the classrooms to the groups of students in the next, in such a way that the physical spaces utilization of the University is optimized. Data was collected from a federal higher education institution in order to implement de model. Results obtained through its processing with this data showed that the model considerably reduces the classrooms utilization.

**Keywords:** *university timetabling problem*, operations research, mathematical programming, timetables.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Características do STP vs. UTP.....	21
Quadro 2. Restrições <i>hard</i> frequentemente usadas por pesquisadores.....	22
Quadro 3. Restrições <i>soft</i> frequentemente usadas por pesquisadores .....	23
Quadro 4. Funções objetivo frequentemente usadas por pesquisadores .....	24
Quadro 5. Trabalhos com formulação para o caso brasileiro de UTP.....	25
Quadro 6. Distribuição de estudos por fonte (continua).....	34
Quadro 7. Restrições <i>hard</i> .....	38
Quadro 8. Restrições <i>soft</i> .....	39
Quadro 9. Restrições do modelo matemático .....	46
Quadro 10. Relação entre conjuntos dos modelos matemático e relacional .....	55

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Desenho de pesquisa .....	27
Figura 2. Procedimentos para condução da sistematização da revisão .....	30
Figura 3. Processo de resolução de problemas com modelos matemáticos .....	32
Figura 4. Número de artigos publicados por ano de publicação .....	35
Figura 5. Exemplo de grade horária .....	44
Figura 6. Conjuntos de cursos, semestres, disciplinas e turmas .....	45
Figura 7. Diagrama de entidade-relacionamento do banco de dados .....	53
Figura 8. Distribuições de aulas .....	59
Figura 9. Exemplo de grade horária de curso construída pelo modelo .....	61
Figura 10. Grade horária do terceiro semestre do curso de medicina .....	62
Figura 11. Grade horária das turmas de um professor .....	62
Figura 12. Grade horária de semestre de curso com as salas .....	64
Figura 13. Grade horária de uma sala de aula .....	65
Figura 14. Grade horária de um professor com turmas e locais .....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Temas abordados nas pesquisas.....	36
Tabela 2. Frequências das entidades.....	37
Tabela 3. Frequências das restrições por tipo.....	40
Tabela 4. Frequências dos principais métodos .....	41
Tabela 5. Frequências das ferramentas computacionais utilizadas .....	42
Tabela 6. Frequências dos tipos de conjuntos de instâncias.....	42
Tabela 7. Estudos em UTP mais citados no WoS .....	43
Tabela 8. Parâmetros da instância utilizada.....	55
Tabela 9. Conjuntos de dias, períodos e turnos .....	56
Tabela 10. Dados das unidades acadêmicas .....	56
Tabela 11. Resultados do processamento do subproblema 1 .....	59
Tabela 12. Resultados do processamento do subproblema 2 .....	63
Tabela 13. Exemplo de quantidade estimada de alunos de diversas turmas .....	66

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ITC	International Timetabling Competition
PO	Pesquisa Operacional
STP	School Timetabling Problem
UTP	University Timetabling Problem
WoS	Web of Science

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	14
1.1	Justificativa .....	15
1.2	Questões de pesquisa .....	17
1.3	Objetivos .....	18
1.4	Organização do trabalho .....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	19
2.1	O problema da construção de grades horárias .....	19
2.2	O UTP .....	20
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	27
3.1	Etapas da pesquisa .....	27
3.2	Sistematização da revisão de literatura .....	28
3.3	Pesquisa quantitativa - método de pesquisa operacional .....	31
4	PROCEDIMENTOS DE SISTEMATIZAÇÃO DA REVISÃO .....	33
4.1	Identificação de pesquisa relevante .....	33
4.2	Extração dos dados .....	36
5	FORMULAÇÃO DO UTP .....	44
5.1	Descrição e suposições .....	44
5.2	Formulação matemática do problema .....	45
6	IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO .....	53
6.1	Armazenamento dos dados da instância .....	53
6.2	Descrição da instância de dados .....	55
6.3	Implementação computacional do modelo .....	57
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	68
	REFERÊNCIAS .....	72
	APÊNDICE A – Estudos incluídos na revisão .....	75
	APÊNDICE B – Conjuntos de dados das turmas .....	80
	APÊNDICE C – Conjuntos de dados das disciplinas .....	105
	APÊNDICE D – Conjuntos de dados das grades curriculares .....	138
	APÊNDICE E – Conjuntos de dados das unidades e salas de aula .....	155

## 1 INTRODUÇÃO

São apresentados, na Introdução, as justificativas (Seção 1.1) deste trabalho, as questões de pesquisa (Seção 1.2) e os objetivos (Seção 1.3) que conduziram a pesquisa.

A construção de grades horárias dos cursos de uma universidade é um problema que deve ser enfrentado no início de todos os semestres e, por mobilizar uma quantidade significativa de pessoas, tempo e esforço, se constitui numa das mais importantes tarefas administrativas de uma universidade. Tal problema consiste na alocação de certos recursos (também denominados entidades), de maneira que se respeitem as restrições materiais e pedagógicas inerentes a cada instituição.

As entidades referidas no parágrafo anterior podem variar. As mais comuns são: físicas (salas de aula, laboratórios, auditórios, ginásios esportivos), humanas (professores, estudantes), intangíveis (dias, períodos, semestres, cursos, disciplinas), entre outras. Em alguns casos tais entidades são combinadas previamente (tais como professores e disciplinas, ou salas de aula e turmas), em outros são alocados de tal maneira que algum objetivo específico seja alcançado (tal como a maximização das preferências dos professores ou estudantes).

Os casos reais podem conter centenas, ou milhares, de entidades de cada tipo. Além disso, quaisquer soluções factíveis para o problema devem respeitar quantidades igualmente muito grandes de restrições, e devem atender, da melhor maneira possível, certas demandas (de professores, institucionais, de redução de custos, entre outras). Por conta dessas e de outras questões, construir uma boa grade horária se apresenta como uma tarefa bastante árdua.

A construção de grades horárias em universidades é um problema conhecido na literatura como *University Timetabling Problem* (UTP). Consiste, de acordo com Schaerf (1999), no agendamento de um conjunto de disciplinas para cada curso dentro de um número limitado de salas e períodos de tempo. O autor observa ainda que a diferença principal deste para o de construção de grades horárias em escolas (STP) está no fato de que, nas universidades, os diferentes cursos podem ter estudantes em comum.

Em geral, a solução deste problema é obtida por meio do envolvimento de muitas pessoas por dias. E, além disso, a solução obtida pode ser insatisfatória em algum aspecto, como, por exemplo, um estudante, que por conta da coincidência de horários de duas disciplinas, não poderá cursar as duas (SCHAERF, 1999).

Miranda (2010) apresentou os resultados de um sistema automatizado de construção de grades horárias para a Escola de Negócios da Universidade do Chile,

onde tal processo era, historicamente, construído por meio de tentativa e erro, manualmente, e que chegou a tomar, no ano de 2008, quatro semanas. É apresentado, no artigo, o comentário do executivo responsável por esta decisão na unidade em questão. Segundo este executivo, a utilização do sistema trouxe diversos benefícios, como melhor utilização dos espaços, redução na quantidade de horas aplicadas na construção das grades horárias, redução no custo de aluguel de prédios e aumento da satisfação de estudantes e professores. Importante observar, contudo, que tal sistema automatizado foi desenvolvido para um sistema educacional específico, com todas as suas peculiaridades.

No intuito de descobrir o grau de profundidade e extensão de conhecimento que a comunidade acadêmica atingiu acerca do UTP e, assim, apoiar este trabalho e pesquisas futuras, foi efetuada uma revisão de literatura, baseada no método de revisão sistemática, acerca do problema. É apresentada, também, a modelagem deste, adequada à realidade do sistema de ensino superior brasileiro, implementação e validação com dados reais de uma universidade pública brasileira.

## 1.1 Justificativa

Encontra-se na literatura sobre o UTP, uma variedade de modelagens do problema e abordagens para a sua solução. Entretanto, ainda que haja objetivos em comum, alguns conceitos e definições não se aplicam a todas as instituições e sistemas de ensino, que variam entre países. Carter e Laporte (1998) apresentam uma lista de trabalhos de construção de grades horárias, evidenciando tal variedade.

Alguns dos modelos encontrados na literatura foram aplicados em instâncias com dados reais, tais como: Virginia Tech, (EUA), por Sarin, Wang e Varadarajan (2010); Universidade do Chile, por Miranda (2010); sistema universitário espanhol, e, em especial, a Universidade de Valencia, por Alvarez-Valdes, Crespo e Tamarit (2002); Universidade de Purdue (EUA), por Rudová, Müller e Murray (2011); *Università degli studi di Udine* (Itália), desenvolvido por Burke *et al.* (2010); sistema educacional da Grécia, por Daskalaki, Birbas e Housos (2004); e universidade de Sydney (Austrália), por Beyrouthy *et al.* (2007).

Há, também, aplicações de modelos em instâncias brasileiras, como, por exemplo, a formulação e solução heurística para o Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo, desenvolvida por Kripka, Kripka e Silva (2011), e a modelagem e solução por programação matemática para o curso de

Engenharia de Produção da Universidade Federal do Paraná, apresentada por Andrade, Scarpin e Steiner (2012).

Entretanto, alguns autores observaram que são poucos os trabalhos acerca do problema de construção de grades horárias que aplicaram em instâncias reais os modelos e métodos que desenvolveram (CARTER; LAPORTE, 1998; MCCOLLUM, 2007; MURRAY; MÜLLER; RUDOVÁ, 2007). Estes autores observam que muitos trabalhos se concentram na solução de problemas simplificados, ou utilizam conjuntos de dados artificiais, e raramente estendem a solução para problemas em larga escala. Além disso, conforme ressaltam Alvarez-Valdes, Crespo e Tamarit (2002), a estrutura das grades horárias varia de país para país, devido a diferenças nos sistemas acadêmicos.

Assim, a construção de um modelo para a solução do UTP em uma instância real vem ao encontro das observações de McCollum (2007), aproximando técnicas da pesquisa operacional com a realidade enfrentada por gestores de instituições de ensino superior, especificamente do caso brasileiro, no intuito de apoiá-los nas suas decisões.

Com respeito aos estudos sobre uso de espaços, Beyrouthy *et al.* (2007) os dividem em "gestão" e "planejamento", ocupados com o curto e o longo prazo, respectivamente. É neste sentido, tanto no planejamento quanto na gestão dos espaços, que as técnicas de pesquisa operacional podem dar importante contribuição no apoio à decisão. Por meio da análise da solução é possível apontar a real necessidade de espaços de aula e outros auxiliares (o que dá suporte à decisão de construir, alugar ou se desfazer de tais locais), e melhor gerir os espaços disponíveis (designar pessoas e recursos aos locais de aula).

Para se ter uma ideia da importância de um adequado planejamento dos espaços, o gestor de uma universidade federal foi consultado sobre a quantidade de imóveis que são alugados, e o montante financeiro despendido pela instituição nestes alugueis. No ano de 2012, esta instituição alugou ao todo 29 imóveis, o que consumiu valor superior a 3,5 milhões de reais. E, segundo afirma este gestor, os espaços muito provavelmente são mal utilizados.

Um modelo para a construção de grades horárias contribui, também, para a automação de tal tarefa, o que acarreta na redução da quantidade de tempo e pessoas envolvidos na sua construção, e uma melhor utilização dos espaços de aula. Outros cursos poderiam ser criados, ou, ainda, prédios, cuja locação se verificar desnecessária, poderão ser desativados, reduzindo-se custos.

Por fim, diante de uma revisão de literatura preliminar, observou-se uma possibilidade de pesquisa que representa importante contribuição para o aperfeiçoamento do conhecimento sobre o UTP, qual seja, uma revisão de literatura baseada no método de revisão sistemática. Por meio deste método de coleta e análise de estudos primários disponíveis acerca do problema, é possível agregar e evidenciar claramente os principais elementos componentes dos modelos, as técnicas de solução, o foco e contexto das pesquisas, entre outros. Os resultados encontrados servem como importante fundamento para pesquisas futuras. O método empregado nesta revisão encontra-se descrito na Seção 3.2.

## 1.2 Questões de pesquisa

O problema da construção de grades horárias, nas instituições de ensino superior, contempla uma quantidade razoavelmente grande de elementos, de maneira que, para que se obtenha grades horárias passíveis de serem utilizadas, a sua modelagem deve contemplar o maior número destes elementos sem que, no entanto, o modelo tome dimensões tais que impossibilite o alcance de soluções. Além dos elementos constitutivos do modelo, deve-se considerar o emprego de técnicas de solução adequadas ao caso, de maneira que boas soluções sejam alcançadas, e em tempo computacional razoável.

Deve-se, portanto, considerar elementos tais como professores, turmas, salas de aula, cursos, disciplinas, semestres, etc., caso se deseje aplicar a solução na prática. Tais elementos podem ser elencados, não apenas a partir da análise de casos reais, mas também a partir de trabalhos publicados acerca do tema.

Elabora-se, então, a primeira questão de pesquisa:

- QP1: Quais entidades, restrições e objetivos dos modelos são encontrados na literatura, e como conseguem explicar a realidade enfrentada pelos decisores?

Convém questionar, além disso, como as técnicas e modelos, combinados ou não, podem ajudar no desenvolvimento de novos modelos. A segunda questão de pesquisa, ainda no contexto da revisão de literatura, é:

- QP2: Quais as técnicas ou modelos, combinados ou não, que podem ajudar a desenvolver um novo modelo para o caso de uma Instituição de Ensino Superior brasileira?

Por fim, é apresentada a principal questão de pesquisa:

- QP3: É possível desenvolver um modelo que apoie os gestores de uma instituição de ensino superior, na construção das grades horárias?

### **1.3 Objetivos**

Este trabalho tem como objetivos:

#### **(a) Geral**

- Desenvolver um modelo que apoie os gestores de uma universidade na construção das grades horárias das aulas e na otimização do uso dos espaços físicos, respeitando as restrições estabelecidas pela instituição.

#### **(b) Específicos**

- Sistematizar uma revisão de literatura que auxilie na construção de um modelo para a pesquisa;

- Desenvolver um modelo matemático para a solução de um problema real, que minimize custos e aumente a eficiência da gestão dos espaços de uma instituição de ensino superior;

- Implementar computacionalmente o modelo, utilizando técnicas e métodos que possibilitem o alcance de solução em tempo razoável.

### **1.4 Organização do trabalho**

O presente trabalho é organizado da seguinte maneira: no Capítulo 2 é discutido o referencial teórico no qual se embasa; o Capítulo 3 apresenta os procedimentos metodológicos por meio dos quais a pesquisa foi conduzida; no Capítulo 4 são apresentados os resultados da revisão de literatura acerca do problema abordado; e o Capítulo 5 contém a formulação matemática desenvolvida para a solução de uma instância real do problema.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste Capítulo serão apresentados, na Seção 2.1, referenciais acerca do problema genérico do *timetabling*, e na Seção 2.2, referenciais específicos sobre o UTP.

### 2.1 O problema da construção de grades horárias

Burke, de Werra e Kingston (2003) propuseram uma definição para o problema da construção de grades horárias. De acordo com estes autores, o problema é composto por quatro parâmetros:  $T$ , um conjunto finito de intervalos de tempo;  $R$ , um conjunto finito de recursos;  $M$ , um conjunto finito de encontros; e  $C$ , um conjunto finito de restrições. O problema, assim, consiste em atribuir intervalos de tempo e recursos aos encontros, de tal forma que se satisfaça as restrições da melhor forma possível.

Cabe elucidar em que consistem tais parâmetros. Os intervalos podem ser referir a dias, semanas, semestres, e podem ser subdivididos em unidades adequadas. Considera-se recurso o elemento físico ou humano indispensável à execução do serviço, como salas, ginásios, profissionais e outros. Os encontros consistem na combinação dos recursos com os intervalos de tempo, de maneira que sejam executados os serviços a que se destinam, como por exemplo, aulas, cirurgias, jogos esportivos e outros. Por fim, as restrições representam as limitações impostas aos tempos, recursos e encontros. Assim, não é possível, por exemplo, que um grupo de profissionais (recursos) se reúnam (encontro) em uma sala (recurso) ao mesmo tempo que outro grupo o faça no mesmo local.

O problema da construção de grades horárias tem sido objeto de pesquisa, usando-se variados métodos de solução, desde o final da década de 1950 (TRIPATHY, 1984). Este problema ainda desperta muito interesse, de acordo com De Werra (1997), principalmente de pesquisadores em PO, devido à sua natureza combinatória, pois, para encontrar uma solução ótima, ou mesmo factível, é necessário analisar um grande número de combinações.

A definição do problema apresentada acima é bastante genérica. De acordo com as variações nos tipos de recursos, encontros e restrições, bem como na maneira como os intervalos de tempo são definidos e, ainda, dependendo da realidade enfrentada pelos gestores, o problema pode ser dividido em outros. Assim, são, também, estudados o *school timetabling problem*, *nurse scheduling*, *sports timetabling*, *transportation timetabling* e *entertainment timetabling* (MIRHASSANI; HABIBI, 2013), nos

contextos, respectivamente, de escolas, hospitais (enfermeiras), esportes, transportes e entretenimentos diversos.

Com respeito às grades horárias de cursos, Carter e Laporte (1998) observam que a sua construção pode ser vista como um problema de designação multidimensional, no qual estudantes e professores são designados a cursos ou turmas, e eventos (encontros entre estudantes e professores) são designados a salas de aula e períodos de tempo.

Bartak e Rudova (2001) classificaram as variações do problemas em três, dado que possuem similaridades: *planning*, *scheduling* e *timetabling*. Bartak (2002) observa que há muita semelhança entre *planning* e *scheduling*, e pontua as diferenças: *planning* visa encontrar as atividades a serem consideradas para que se alcance algum objetivo, enquanto que *scheduling* trata de atribuir atividades conhecidas aos recursos disponíveis dentro de janelas de tempo.

Com respeito ao *timetabling*, Muller e Bartak (2003) o enquadram como *scheduling*, dado que visa alocar atividades (tais como aulas) e recursos (tais como professores e estudantes) a janelas de tempo.

Assim, como o presente trabalho tem por objetivo desenvolver um modelo de apoio à decisão que busque resolver um problema de construção de grades horárias de uma universidade, se passará, daqui por diante, a tratar especificamente deste problema.

## **2.2 O UTP**

Dentre os problemas de construção de grades horárias educacionais, destacam-se o STP e o UTP. Efetua-se essa divisão, no contexto educacional, em razão de algumas diferenças importantes entre os problemas. Carter e Laporte (1998) observam que, nas escolas, as turmas são pré-definidas, há poucos programas, poucas opções para os estudantes e os professores têm cargas de trabalho pesadas, enquanto que, nas Universidades, os estudantes têm mais liberdade de escolha e os professores têm menos carga horária. Tais observações são resumidas no Quadro 1.

<b>Característica</b>	<b>STP</b>	<b>UTP</b>
Agendamento	- por classes	- por estudante
Escolha	- poucas escolhas - programas fortemente estruturados	- muitas escolhas - programas fracamente estruturados
Disponibilidade dos professores	- apertada (alta carga de aulas)	- flexível (carga de aulas leve)
Salas	- poucas salas - capacidades semelhantes - localização centralizada	- muitas salas - variedade de capacidades - localização descentralizada
Carga dos estudantes	- muito alta	- razoavelmente leve - por turnos
Crítérios	- não pode haver conflitos	- mínimo de conflitos

**Quadro 1. Características do STP vs. UTP**

Fonte: Carter e Laporte (1998)

Uma importante diferença entre os problemas, de acordo com Schaerf (1999), reside no fato de que no caso do UTP as disciplinas têm estudantes em comum, enquanto que as turmas do STP não possuem estudantes em comum (o conjunto intersecção destas é vazio).

De acordo com a sequência das etapas da construção das grades horárias, Carter e Laporte (1998) apresentam uma divisão nos problemas: *master timetabling* e *demand-driven systems*. No caso dos primeiros, as disciplinas, professores, salas e demais recursos materiais e pedagógicos são combinados, e posteriormente os alunos escolhem, de acordo com as grades já prontas, as disciplinas que lhes interessam. No caso dos últimos, os estudantes primeiramente escolhem quais disciplinas irão cursar e, posteriormente, os professores, salas e disciplinas são combinados para a construção da grade horária. Observa-se que se poderá elaborar a estratégia de solução mais adequada para o problema concreto a partir desta divisão e das condições observadas na prática de cada instituição.

A formulação do UTP envolve, em geral, uma grande quantidade de restrições e preferências dos estudantes e professores. As restrições são usualmente divididas em dois tipos: restrições *hard*, que se caracterizam por limitar o espaço de soluções possíveis (devem, portanto, ser atendidas); e restrições *soft*, que se caracterizam por penalizar a função objetivo e não limitar o espaço de soluções (podem não ser atendidas), de forma que apenas contribuem para a avaliação da qualidade da solução.

MirHassani e Habibi (2013) apresentam uma interessante lista de restrições *hard* (Quadro 2), *soft* (Quadro 3) e funções objetivo (Quadro 4) comumente encontradas na literatura.

<b>Restrições <i>hard</i></b>
- a capacidade das salas é limitada
- uma turma não pode ter a mesma disciplina por mais de dois períodos por dia
- uma turma não pode ter uma aula com mais de um professor
- um professor somente pode ministrar uma aula por vez
- cada aula tem exatamente a duração de um período
- os estudantes somente podem ter uma aula de cada vez
- cada professor devem ministrar um número específico de aulas por semana
- uma sala de aula somente pode ser usada para uma aula de cada vez
- aulas podem ser trancadas, se requerido
- aulas podem ser pré-agendadas para um período específico
- a indisponibilidade dos professores é considerada
- as salas alocadas devem ser grandes o suficiente para acomodar os estudantes
- apenas um tipo de aula, para uma disciplina específica, é permitido
- aulas duplas devem ser alocadas em dois períodos consecutivos
- pode haver um conjunto de requerimentos de precedência determinando que certos eventos devam ocorrer antes de outros

**Quadro 2. Restrições *hard* frequentemente usadas por pesquisadores**

Fonte: MirHassani e Habibi (2013), traduzido pelo autor

Os objetivos dos modelos, e não apenas as restrições, variam bastante de acordo com a instituição ou a ênfase dada na pesquisa. Gunawan, Ng e Poh (2012) ressaltam que, embora os requerimentos e objetivos variem extensivamente, muitos são comumente encontrados, tais como a maximização da utilização das salas de aula ou as preferências dos professores por certos cursos ou períodos. Já Sarin, Wang e Varadarajan (2010) tomaram como objetivo do seu modelo a minimização da distância total percorrida pelos membros da faculdade, dos seus escritórios até as salas de aula.

Além disso, de acordo com Alvarez-Valdes, Crespo e Tamarit (2002), a estrutura das grades horárias e suas especificidades variam entre países, devido a diferenças entre os sistemas educacionais, ou mesmo entre universidades, dependendo das formas em que o ensino é organizado. Isto explica o porquê deste problema ser tão estudado na literatura de pesquisa operacional.

<b>Restrições <i>soft</i></b>
- algumas aulas requerem recursos de salas de aula específicos
- os estudantes não podem ter períodos dispersos com aula única
- conflitos entre disciplinas opcionais escolhidas pelos estudantes devem ser evitados
- professores podem especificar períodos nos quais preferem não dar aula
- algumas aulas não devem acontecer tarde, no fim da noite
- grades horárias de professores devem evitar períodos desocupados
- salas devem ser, se possível, totalmente preenchidas
- as grades horárias das salas devem ser o mais compactas possível
- disciplinas devem ser dispersas uniformemente ao longo da semana
- um intervalo de almoço deve ser agendado entre 12h e 14h
- os alunos têm uma lista de disciplinas preferidas
- a carga de aulas de um professor deve ser observada
- o número de aulas por dia pode ser limitado
- o número de estudantes almoçando num determinado período deve ser controlado
- as salas devem ser próximas ao seu departamento
- os estudantes devem ter aulas consecutivas no mesmo prédio
- turmas devem ter aulas nas manhãs ou nas tardes
- algumas turmas podem se dividir em grupos menores (para seminários, laboratórios)
- todas as aulas de uma disciplina devem ser agendadas na mesma sala e no mesmo período, mas em dias diferentes
- algumas aulas são oferecidas com tutoriais, laboratórios ou ambos
- algumas disciplinas têm mais de um professor
- alguns grupos de disciplinas devem ser alocados em períodos específicos

**Quadro 3. Restrições *soft* frequentemente usadas por pesquisadores**

Fonte: MirHassani e Habibi (2013), traduzido pelo autor

Foi realizada uma pesquisa em alguns dos mais importantes periódicos e congressos brasileiros de pesquisa operacional, buscando-se referências sobre as características das modelagens aplicadas ao caso do Brasil. Os congressos e periódicos consultados são: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO), Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Revista Pesquisa Operacional, Revista Produção Online, Revista Produção e Revista Eletrônica Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento. O período pesquisado foi de 2008 a 2013. Foram localizados dez artigos que trataram do UTP. Os detalhes das suas modelagens são apresentados no Quadro 5.

<b>Funções objetivo</b>
- maximizar as preferências dos estudantes
- minimizar o número total de disciplinas não alocadas
- a grade horária obtida deve ser o mais compacta possível
- minimizar o número de estudantes sem assentos em sala de aula
- minimizar o número de alocações distintas de disciplina-sala
- maximizar a alocação de disciplinas tidas como urgentes
- minimizar a ocorrência de encontros de disciplinas em dias contínuos
- minimizar o conflito de dias e períodos de disciplinas que têm pré-requisito em comum (de forma que um estudante que cursou tal pré-requisito possa cursar as demais)
- maximizar a satisfação dos membros da instituição
- minimizar os períodos vagos para os professores
- minimizar os períodos vagos para estudantes, entre duas aulas
- minimizar os conflitos entre disciplinas pré-requisitos, que podem ser cursadas no mesmo semestre

**Quadro 4. Funções objetivo frequentemente usadas por pesquisadores**

Fonte: MirHassani e Habibi (2013), traduzido pelo autor

A construção de grades horárias é um problema que deve ser enfrentado periodicamente pelas instituições (anualmente, semestralmente). Gunawan, Ng e Poh (2012) observam que se encontra na literatura um número significativo de técnicas e abordagens para a sua solução. Ressaltam que problemas de pequeno tamanho podem ser solucionados por meio de algoritmos exatos, mas que, na medida em que o seu tamanho cresce, a solução ótima não pode ser encontrada, devido à sua complexidade computacional.

Alvarez-Valdes, Crespo e Tamarit (2002) ressaltam que o problema envolve um grande número de estudantes, professores, disciplinas e salas, ligados de muitas maneiras por objetivos e condições, de forma que cada procedimento de solução deve levar em conta um número muito grande de variáveis e restrições.

Artigo	Objetivo	Restrições
Constantino, Mendonça Neto e Martelozzi (2009)	Designar todos os alunos em turmas, maximizando as possibilidades de assistirem as disciplinas em dependência.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selecionar apenas uma turma dentre as conflitantes; e</li> <li>- equilibrar os tamanhos de turmas.</li> </ul>
Gonçalves e Uchoa (2010)	Maximizar a margem de contribuição decorrente da alocação de novos cursos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atender a demanda;</li> <li>- permitir apenas uma combinação de alocação de cursos;</li> <li>- assegurar o fluxo de alunos entre períodos do mesmo curso, de acordo com a taxa de evasão;</li> <li>- consolidar a demanda de alunos de diversos cursos na mesma disciplina; e</li> <li>- garantir que a capacidade total das turmas não seja violada.</li> </ul>
Kripka, Kripka e Silva (2011)	Minimizar a distância percorrida pelos alunos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alocar todas as disciplinas em salas de aula;</li> <li>- alocar no máximo uma disciplina em uma sala, ao mesmo tempo; e</li> <li>- respeitar a capacidade das salas.</li> </ul>
Subramanian <i>et al.</i> (2011)	Atender às alocações preferenciais e alocar disciplinas com frequência de duas ou mais aulas semanais, em blocos próximos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não permitir simultaneidade de uma dada aula e uma dada turma;</li> <li>- Não permitir a alocação de aulas com requisitos específicos (pranchetas) em salas que não os possuam; e</li> <li>- Respeitar a capacidade das salas.</li> </ul>
Abensur e Oliveira (2012)	Atender às preferências dos professores, cumprimento da carga horária de disciplinas e professores, não simultaneidade de disciplinas e limitar intervalo entre aulas de professores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variáveis de decisão binárias.</li> </ul>
Andrade, Scarpin e Steiner (2012)	Atender às preferências dos professores e das turmas por horários	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impedir conflitos de horários de professores, disciplinas;</li> <li>- alocar a carga horária total das disciplinas;</li> <li>- deixar período livre em comum para os professores (reuniões); e</li> <li>- garantir que as aulas sejam alocadas.</li> </ul>
Costa, Acioli e Subramanian (2012)	Maximizar as preferências dos professores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alocar todas as disciplinas;</li> <li>- respeitar a carga horária dos professores; e</li> <li>- respeitar as disponibilidades de dias dos professores.</li> </ul>
Miranda e Rey (2012)	Minimizar as penalidades pela utilização de padrões de classes indesejados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respeitar a exclusividade das salas de aula; e</li> <li>- alocar todas as disciplinas.</li> </ul>
Rocha <i>et al.</i> (2012)	Distribuir as aulas em quantidade mínima de dias, respeitar a capacidade das salas e ministrar as aulas de uma disciplina sempre na mesma sala.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alocar todas as disciplinas e impedir conflitos de períodos; e</li> <li>- respeitar a disponibilidade dos professores.</li> </ul>
Souza Filho e Gomes (2009)	Minimizar o custo de alocação dos professores, de acordo com as suas preferências.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respeitar os limites do recurso sala de aula;</li> <li>- alocar todas as disciplinas; e</li> <li>- respeitar a exclusividade do recurso professor.</li> </ul>

**Quadro 5. Trabalhos com formulação para o caso brasileiro de UTP**

Fonte: elaborado pelo autor

Em termos de complexidade computacional, este problema é classificado como *NP-hard* (PONGCHAROEN *et al.*, 2008), o que implica uma exigência de grande quantidade de recursos computacionais. Os problemas que pertencem a esta classe não podem ser resolvidos por qualquer algoritmo em tempo polinomial e, no caso de grandes instâncias, exigem o desenvolvimento de algoritmos de aproximação (CORMEN *et al.*, 2002).

Como resultado disso, ressaltam Sarin, Wang e Varadarajan (2010), encontra-se na literatura uma razoável quantidade de abordagens para a sua solução. Por exemplo, Alvarez-Valdes, Crespo e Tamarit (2002) desenvolveram um método de solução baseado na meta-heurística Busca Tabu. O método foi implementado e utilizado na Escola de Administração de uma universidade da Espanha, e os resultados foram considerados satisfatórios pelos gestores desta. Daskalaki, Birbas e Housos (2004) formularam o problema em termos de programação inteira e o resolveram para instâncias de um departamento de uma universidade grega, utilizando o *solver* CPLEX 5.1. E Agustín-Blas *et al.* (2009) formularam um problema relacionado ao UTP (especificamente, um problema de designação de estudantes a grupos de laboratórios), e propuseram uma solução baseada em um algoritmo genético modificado, por meio do qual, segundo os autores, é possível obter boas soluções para problemas de agrupamento.

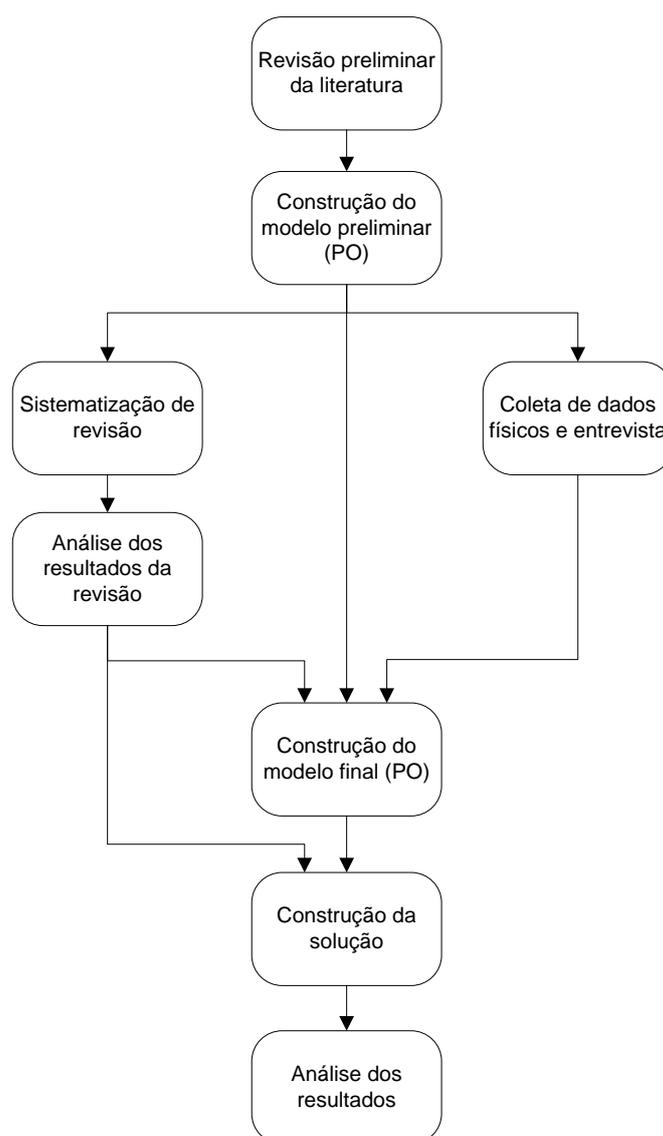
Outros métodos de solução do problema, bem como de modelagem, encontrados na literatura, serão apresentados no Capítulo 4, onde os resultados da sistematização da revisão de literatura serão discutidos mais detalhadamente.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Descrevem-se, neste Capítulo, os procedimentos metodológicos que conduziram o presente trabalho. São apresentados, na Seção 3.1, as etapas da pesquisa, na Seção 3.2, o método da sistematização da revisão literatura e, por fim, na Seção 3.3, o método de pesquisa quantitativa.

#### 3.1 Etapas da pesquisa

A Figura 1 apresenta o desenho de pesquisa, onde se observa o conjunto de etapas por meio das quais o presente trabalho foi executado.



**Figura 1. Desenho de pesquisa**  
Fonte: elaborada pelo autor

A revisão preliminar da literatura foi apresentada no Capítulo 2. A sistematização da revisão foi conduzida de acordo com os procedimentos apresentados na Seção 3.2, no intuito de responder parte das questões de pesquisa apresentadas na Seção 1.2. Os dados físicos foram coletados de uma instituição de ensino superior, junto ao gestor responsável pela elaboração das grades horárias da Universidade. O modelo matemático implementado será apresentado no Capítulo 5.

### 3.2 Sistematização da revisão de literatura

Revisões sistemáticas de literatura são estudos secundários (i.e., estudos baseados na análise de pesquisas anteriores) usados para encontrar, avaliar criticamente e agregar todos os artigos relevantes (referidos como estudos primários) em uma questão ou tópico de pesquisa específico (KITCHENHAM *et al.*, 2010). Estes autores ressaltam a importância desta metodologia, que agrega os resultados empíricos de forma não enviesada.

Revisões sistemáticas de literatura são particularmente valiosas como meio para revisar as evidências sobre uma questão específica, quando há alguma incerteza sobre a resposta. Se não é claro que uma intervenção particular é efetiva, então uma revisão sistemática das evidências disponíveis pode ajudar a resolver a questão (PETTICREW; ROBERTS, 2006).

As revisões sistemáticas envolvem um conjunto de atividades discretas. Kitchenham (2004) resumiu os estágios de uma revisão sistemática de literatura e os agregou em três fases: planejamento, condução e relato. Os estágios da fase de planejamento são (KITCHENHAM, 2004):

1. identificação da necessidade por uma revisão; e
2. desenvolvimento de um protocolo de revisão.

Os estágios da fase de condução são (KITCHENHAM, 2004):

1. identificação da pesquisa;
2. seleção dos estudos primários;
3. avaliação da qualidade dos estudos;
4. extração dos dados e monitoramento; e
5. síntese dos dados.

Por fim, a fase de relato (KITCHENHAM, 2004). Tal fase se constitui, de acordo com a autora, em um único estágio, que visa comunicar os resultados da revisão.

Petticrew e Roberts (2006) apresentaram um conjunto de 12 passos a serem seguidos para a execução de uma revisão sistemática de literatura. São estes: (1) definir a questão; (2) considerar a reunião de um grupo consultivo; (3) construir um protocolo e revisá-lo; (4) conduzir a busca na literatura; (5) filtrar as referências; (6) avaliar os estudos restantes de acordo com critérios de inclusão e exclusão; (7) extração dos dados; (8) avaliação crítica; (9) síntese dos estudos primários; (10) considerar os efeitos de viés de publicação, e outros vieses internos e externos; (11) escrever o relatório; e (12) disseminação.

Além das revisões sistemáticas de literatura, há os estudos de mapeamento, os quais usam a mesma metodologia. Porém, buscam identificar e classificar toda a pesquisa relacionada a um tópico amplo de engenharia de software, ao invés de dar respostas a questões específicas sobre os méritos relativos de tecnologias, tal como o fazem as revisões convencionais (KITCHENHAM; BUDGEN; BRERETON, 2011).

Com respeito ao valor dos estudos de mapeamento, aponta-se que podem e, na verdade, devem ser o primeiro passo em direção a uma revisão sistemática (KITCHENHAM; BUDGEN; BRERETON, 2011).

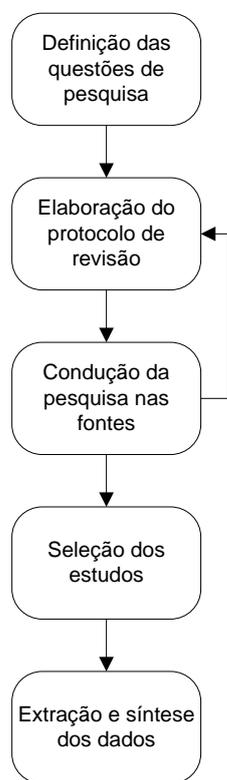
Uma importante diferença é que as revisões convencionais buscam agregar os estudos primários em termos dos resultados das pesquisas e investigar se tais resultados são consistentes ou contraditórios. Em contraste, os estudos de mapeamento geralmente buscam classificar a literatura relevante e agregar as pesquisas primárias com respeito a categorias definidas (KITCHENHAM; BUDGEN; BRERETON, 2011).

Os estudos de mapeamento têm o objetivo de efetuar uma visão geral de um tópico e identificar subtópicos com pesquisas primárias suficientes para se conduzir SLRs convencionais ou subtópicos nos quais mais estudos primários são necessários (KITCHENHAM; BUDGEN; BRERETON, 2011).

Neste trabalho foi executada uma revisão de literatura sistematizada baseada nas etapas apresentadas pelos autores consultados, visando identificar e classificar as pesquisas acerca do UTP com respeito às variáveis categóricas previamente definidas. Tais variáveis foram definidas previamente à coleta dos dados (*top-down*), porém, as categorias contidas nestas variáveis foram identificadas no decorrer da pesquisa (*bottom-up*).

Os passos desta revisão, apresentados na Figura 2, são baseados nas recomendações metodológicas apresentadas, isso porque efetuou-se a revisão com um intuito mais específico, qual seja, de encontrar, dentre as pesquisas publicadas, os

elementos mais relevantes para apoiar o desenvolvimento do modelo do presente trabalho. Ainda que se tenha optado pelo desenvolvimento de um método específico para a presente pesquisa, observa-se que ele é semelhante aos dos autores consultados, conservando os aspectos considerados indispensáveis.



**Figura 2. Procedimentos para condução da sistematização da revisão**

Fonte: elaborada pelo autor

A etapa de **definição das questões de pesquisa**, específicas para a condução da revisão, foi apresentada na Seção 1.2. Por meio da resposta à estas questões, esperava-se encontrar os elementos necessários à construção do modelo.

A **elaboração do protocolo de revisão** consistiu em compor o conjunto de rotinas para a condução da pesquisa, o que incluiu: as questões de pesquisa, as fontes consultadas (bases de dados, periódicos), as palavras-chave utilizadas na busca, os critérios de avaliação da qualidade dos estudos, os critérios de inclusão e exclusão e o modo por meio do qual tais estudos foram sintetizados.

Em seguida, se procedeu à **condução da pesquisa**, onde se efetuou a busca pelos estudos primários, de acordo com as informações presentes no protocolo de revisão. Ressalta-se que, ao longo desta etapa, dois elementos do protocolo de revisão foram modificados: as palavras-chave utilizadas na busca dos artigos (foram incluídas

novas), e critérios de exclusão (artigos escritos em idioma diferente do inglês foram excluídos).

Em seguida, foi efetuada a **seleção dos estudos** primários, novamente, de acordo com o protocolo de pesquisa modificado.

Por fim, foram executadas a **extração e a síntese dos dados**, de forma que as questões de pesquisa pudessem ser respondidas.

As etapas dois a cinco são apresentadas em detalhes no Capítulo 4.

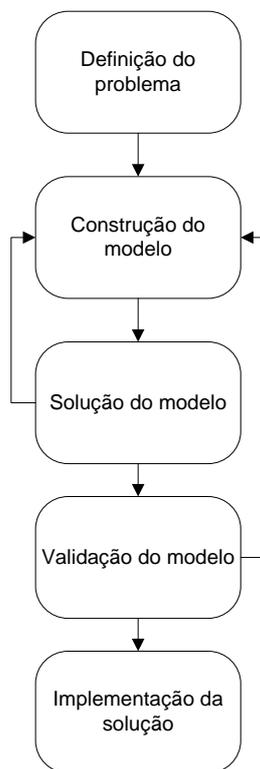
### 3.3 Pesquisa quantitativa - método de pesquisa operacional

O método escolhido para a resolução do modelo foi a programação linear inteira, um método de pesquisa operacional. Este método é utilizado para a resolução de modelos em uma ampla gama de aplicações. Tem a vantagem de possibilitar o alcance da solução ótima, isto é, a melhor solução possível para o modelo. Entretanto, uma das suas desvantagens é que, na medida em que o modelo cresce em tamanho (quantidade de variáveis e restrições), e tratando-se de problemas da classe *NP-hard*, como o do presente trabalho, o alcance da solução ótima pode ser impossibilitado, conforme discutido na seção 2.2.

Arenales *et al.* (2007) definem a pesquisa operacional como um enfoque científico sobre a tomada de decisões. Ela tem sido chamada mais recentemente, segundo estes autores, de ciência e tecnologia da decisão, relacionando: o componente científico às ideias e processos para articular e modelar problemas de decisão, bem como aos métodos matemáticos para otimizar sistemas numéricos que resultam quando se usam dados nos modelos; e o componente tecnológico, a ferramentas de *software* e *hardware* para coletar e comunicar dados, e organizar esses dados, usando-os para gerar e otimizar modelos e reportar resultados.

O problema de decisão abordado nesta pesquisa foi construído por meio de modelagem matemática, partindo-se de observações dos fenômenos pertinentes a ele. Tais observações da realidade, quando traduzidas no modelo, passaram necessariamente por simplificações do problema real. E levando-se em consideração a formulação do Objetivo Geral do presente trabalho, de construir um modelo que apóie os gestores de uma Universidade, cabe citar uma definição de "modelo". Assim, entende-se por modelo "uma representação externa e explícita de parte da realidade vista pela pessoa que deseja usar aquele modelo para entender, mudar, gerenciar e controlar parte daquela realidade" (PIDD, 1998).

O método que norteou a execução deste trabalho foi conduzido em conformidade com o processo de resolução de problemas por meio de pesquisa operacional, descrito por Arenales *et al.* (2007). Este processo é composto por cinco etapas, apresentadas na Figura 3.



**Figura 3. Processo de resolução de problemas com modelos matemáticos**

Fonte: elaborada pelo autor, baseada em Arenales *et al.* (2007)

A primeira etapa, de **definição do problema**, consiste na delimitação do escopo do problema. A segunda etapa, de **construção do modelo**, consiste na tradução da fase anterior em relações matemáticas. Na terceira etapa, de **solução do modelo**, utilizam-se métodos de solução e algoritmos para resolver o modelo da segunda etapa. Na quarta fase, de **validação do modelo**, se verifica se o modelo proposto representa apropriadamente o problema, ou seja, se o modelo prediz o comportamento do sistema. Por fim, a quinta fase, de **implementação da solução**, preocupa-se com a implementação da solução na prática, traduzindo os resultados obtidos em decisões.

O modelo construído e os resultados de sua aplicação em uma instância real são apresentados no Capítulo 5, sendo que a formulação matemática foi elaborada por meio de programação linear inteira mista.

## 4 PROCEDIMENTOS DE SISTEMATIZAÇÃO DA REVISÃO

Descrevem-se, nesse Capítulo, os resultados da sistematização da revisão de literatura acerca do UTP. São apresentadas, na Seção 4.1, a forma como foram identificada a pesquisa relevante, e na Seção 4.2, os dados extraídos dos artigos incluídos na revisão.

### 4.1 Identificação de pesquisa relevante

Esta revisão de literatura foi conduzida por meio de busca automatizada nas seguintes bibliotecas eletrônicas: Web of Science, Scopus, Science Direct, EBSCO e Scielo. Foram escolhidas tais bibliotecas pois indexam os principais periódicos na área de Pesquisa Operacional, bem como nelas foram publicadas as pesquisas encontradas na revisão preliminar do presente trabalho.

A busca foi limitada às seguintes palavras-chave, consultadas no campo 'título' dos artigos: 'UTP', 'university timetabling', 'course timetabling', 'course scheduling' e 'timetabling problem'. Foi limitada, também, aos artigos publicados entre 2000 e 2013.

Foram selecionados todos os estudos que, por meio da leitura do título ou título e *abstract*, fosse possível identificar que tratavam do UTP. Nos casos em que havia alguma dúvida quanto à pertinência do artigo ao presente estudo, o texto foi lido na íntegra.

Os trabalhos que obviamente não tratavam do problema foram descartados. Além disso, foram excluídos aqueles que não foram escritos em inglês (tais como artigos publicados em chinês), dado a impossibilidade do autor de acessar o seu conteúdo por não dominar tal idioma, e os livros. Por fim, após a análise dos artigos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, 88 deles foram incluídos no presente estudo.

Não é apresentada a quantidade total de artigos encontrados (ou seja, incluídos aqueles não pertinentes ao presente estudo), pois julgou-se que tal informação não contribui para a compreensão da extensão e profundidade com que o UTP é estudado. Tal conduta é observada, por exemplo, em Bellini, Pereira e Becker (2008). É, portanto, apresentada apenas a quantidade de artigos selecionados para compor a amostra.

A lista de fontes da pesquisa é apresentada no Quadro 6, incluindo os seus países de origem e a quantidade de artigos. O fator de impacto (JCR 2012) foi consultado com vistas a demonstrar a relevância e potencial impacto dos estudos acerca do problema, além de dar maior confiança nesta revisão.

Nome	País	Fator de Impacto	Quantidade de artigos
Annals of Operations Research	Países Baixos	1,029	12
European Journal of Operational Research	Países Baixos	2,038	11
Journal of Scheduling	EUA	0,941	7
Computers & Operations Research	Reino Unido	1,909	4
Journal of the Operational Research Society	Reino Unido	0,989	4
Applied Artificial Intelligence	Reino Unido	0,475	2
Expert Systems with Applications	Reino Unido	1,854	2
Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics	Turquia	0,443	2
IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics	EUA	2,548	2
Journal of Heuristics	Países Baixos	1,471	2
OR Spectrum	Alemanha	1,410	2
Advances in Information Sciences and Service Sciences	Coréia do Sul	-	1
Applied Intelligence	Países Baixos	1,853	1
Applied Mathematics and Computation	EUA	1,349	1
Applied Soft Computing	Países Baixos	2,140	1
Artificial Intelligence Review	Países Baixos	1,565	1
Communications of the Association for Information Systems	EUA	-	1
Computer Application in Engineering Education	EUA	0,333	1
Decision Support Systems	Países Baixos	2,201	1
Engineering Computations	Reino Unido	1,214	1
ICIC Express Letters	Japão	-	1
Information Sciences	EUA	3,643	1
Interfaces	EUA	0,845	1
International Journal of Advancements in Computing Technology	Coréia do Sul	-	1
International Journal of Applied Mathematics and Statistics	Índia	-	1
International Journal of Emerging Technologies in Learning	Alemanha	-	1
International Journal of Information Technology & Decision Making	Cingapura	-	1
International Journal of Intelligent Systems	Reino Unido	1,416	1
International Journal of Knowledge-based and Intelligent Engineering Systems	Países Baixos	-	1
International Journal of Operational Research	Reino Unido	-	1
International Journal of Physical Sciences	EUA	-	1
International Journal of Production Economics	Países Baixos	2,081	1
International Journal on Artificial Intelligence Tools	Cingapura	0,250	1
International Journal on Computer Science and Engineering	Índia	-	1
International Transactions in Operational Research	Dinamarca	0,588	1
Journal of Applied Sciences	Paquistão	-	1
Journal of Convergence Information Technology	Coréia do Sul	-	1
Journal of Mathematical Modelling and Algorithms	Países Baixos	-	1
Journal of Operations Management	Países Baixos	4,400	1
Journal of Systems Science and Systems Engineering	Alemanha	0,632	1

**Quadro 6. Distribuição de estudos por fonte (continua)**

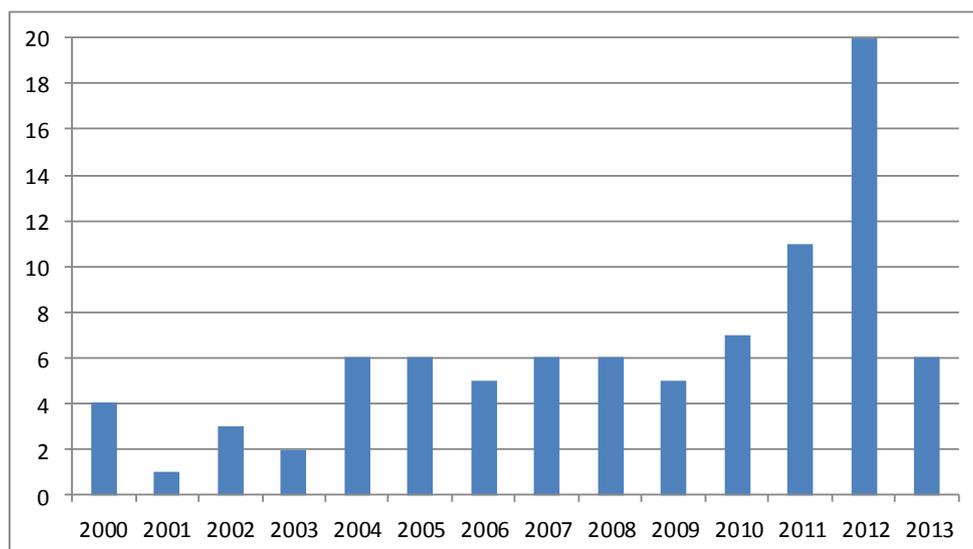
Fonte: elaborada pelo autor

Nome	País	Fator de Impacto	Quantidade de artigos
Journal of Theoretical and Applied Information Technology	Paquistão	-	1
Kuwait Journal of Science & Engineering	Kuwait	0,075	1
Life Science Journal	China	2,555	1
Omega	Países Baixos	3,024	1
Operations Research Letters	Países Baixos	0,519	1
Systems and Computers in Japan	Japão	-	1
Technics Technologies Education Management	Bósnia Herzegovina	0,414	1
The Journal of Logic and Algebraic Programming	EUA	0,529	1
Yugoslav Journal of Operations Research	Sérvia	-	1

**Quadro 6. Distribuição de estudos por fonte (continuação)**

Fonte: elaborada pelo autor

A Figura 4 apresenta a quantidade de artigos publicados em cada ano. Importante ressaltar que não foram contemplados todos os números publicados em 2013, visto que as consultas para esta revisão foram feitas no decorrer deste ano. A despeito disso, é possível identificar que a quantidade de artigos publicados por ano, ao longo do período de análise, se manteve com razoável estabilidade, com um crescimento a partir de 2010, de maneira que possivelmente este problema deve continuar a interessar os pesquisadores futuramente.



**Figura 4. Número de artigos publicados por ano de publicação**

Fonte: elaborada pelo autor

## 4.2 Extração dos dados

Os 88 artigos que fizeram parte deste estudo foram lidos na íntegra. São propostas classificações das informações relevantes, as quais foram desenvolvidas a partir de uma perspectiva *bottom-up*, isto é, a partir da leitura dos artigos e identificação dos elementos relevantes.

A Tabela 1 apresenta a frequência de cada um dos quatros temas abordados nas pesquisas: desenvolvimento de soluções para o problema, modelagens, desenvolvimento de sistemas e revisões de literatura. Observou-se que muitos dos trabalhos abordaram mais de um tema.

<b>Tema</b>	<b>Frequência</b>
Solução	81
Modelagem	75
Sistema	9
Review	3

**Tabela 1. Temas abordados nas pesquisas**

Fonte: elaborada pelo autor

Os temas *desenvolvimento de modelagens* e *soluções* para o UTP se destacam como os temas mais frequentes, dentre os quais, este trabalho buscou se inserir. Enquanto que alguns deles desenvolveram modelos mais simples no intuito de testar técnicas para a sua solução, outros buscaram produzir modelos que reproduzissem mais fielmente casos reais. Um dos objetivos secundários do presente trabalho (desenvolver um modelo matemático para a solução de um problema real) foi formulado justamente com essa intenção.

Com respeito aos trabalhos que focaram em propor técnicas e métodos de solução para modelagens mais genéricas do UTP, observa-se que a sua natureza combinatória, de difícil solução, enseja essa busca por técnicas e métodos cada vez mais rápidos e desenhados de forma a resolver as diversas maneiras como ele pode ser modelado.

Com relação às diferentes maneiras como o problema pode ser modelado, foram coletados dados sobre as diversas entidades consideradas nas pesquisas. Os conjuntos de entidades e as suas respectivas frequências são apresentados na Tabela 2.

É bastante clara a alta frequência das entidades 'professores', 'disciplinas', 'locais' e 'estudantes', o que é facilmente justificável, posto que se trata de um problema de construção de grades horárias de instituições de ensino. Entretanto, é importante observar que outros elementos essenciais para a modelagem e solução do problema são

menos frequentes. Isso possivelmente se deve, pelo que se pode perceber na análise dos artigos, ao fato de que a ênfase maior das pesquisas é no desenvolvimento de técnicas e métodos de solução dos modelos, que são reconhecidamente difíceis computacionalmente. As modelagens mais próximas da realidade são, portanto, menos frequentes.

<b>Entidade</b>	<b>Frequência</b>
Disciplinas	68
Locais	67
Professores	44
Estudantes	44
Turmas	19
Currículo	7
Semestres	5
Prof. e Disc.	3
Seções	3
Unidades	2
Departamentos	1
Equipamentos	1

**Tabela 2. Frequências das entidades**

Fonte: elaborada pelo autor

E com respeito à ausência, em alguns estudos, de entidades consideradas essenciais à solução do problema, tais como 'locais de aula' e 'estudantes', isso pode ter fundamentalmente três explicações. Primeiramente, alguns dos artigos não apresentaram modelagem, tais como os de revisão de literatura, [E26], [E57] e [E63], e os de proposição de solução e desenvolvimento de sistemas. Em segundo lugar, algumas das pesquisas não explicitaram todas as entidades, como é o caso do recurso 'locais de aula', que foi omitido, por exemplo, em [E18] e [E23].

Outra explicação para a ausência de certas entidades está no fato de que algumas de suas combinações são previamente definidas, a exemplo de professores e disciplinas. Aqueles modelos que incluem entidades em separado apresentam maior complexidade, pois possuem mais variáveis e restrições. Dessa forma, pesquisadores que buscam simplificar os seus modelos as unem previamente, a exemplo de professores e disciplinas, modelados como uma única entidade em [E46], [E48] e [E58].

Diante da necessidade de se construir um modelo que represente o mais próximo possível a realidade de uma instituição real, algumas destas entidades são indispensáveis. Por conta disso, decidiu-se pela inclusão, no modelo desenvolvido neste trabalho, das seguintes entidades: disciplinas, locais, unidades, professores, turmas,

currículo e semestres. A entidade 'currículo', para fins de convergência de nomenclatura com a universidade da qual foram coletados os dados, será nomeada 'cursos'. A entidade 'estudantes' não foi incluída porque o problema tratado neste trabalho é classificado como *master timetabling* (classificação na seção 2.2).

Também com respeito à modelagem, diferentes conjuntos de restrições *hard* e *soft* foram identificados. Assim, é apresentada, no Quadro 7, a lista de restrições *hard*, e no Quadro 8, a lista de restrições *soft*, identificadas nas pesquisas primárias.

<b>Código</b>	<b>Restrições <i>hard</i></b>	<b>Descrição</b>
HC1	Carga horária	Uma disciplina deve ser alocada conforme a carga horária designada no seu currículo.
HC2	Conflito horário de recursos	Um recurso (aluno, professor, local de aula) não pode ter uma de uma aula num mesmo dia e período.
HC3	Conflito horário entre disciplinas de mesmo currículo	Um aluno deve ter liberdade para se matricular em todas as disciplinas de um semestre letivo do currículo do seu curso.
HC4	Distância	Alunos e/ou professores devem ter aulas em locais de aula próximas (num mesmo prédio).
HC5	Preferências/Prioridades	As preferências dos professores devem ser atendidas.
HC6	Capacidade do local de aula	O limite de alunos de um local de aula não deve ser excedido.
HC7	Compatibilidade	Uma disciplina não pode ser alocada numa sala incompatível ou um professor não pode lecionar uma disciplina que não está habilitado.
HC8	Compactação de aulas	Aulas de uma dada disciplina devem ser ministradas consecutivamente.
HC9	Excesso de compactação	Uma disciplina não pode ultrapassar determinado número de aulas consecutivas.
HC10	Disponibilidade	Um aluno, professor ou local de aula deve ser alocado conforme sua disponibilidade horária.
HC11	Precedências	Disciplinas devem ser alocadas respeitando determinadas regras de precedências.
HC12	Espalhamento	As aulas devem ser distribuídas ao longo da grade horária semanal, não havendo concentração em determinados dias.
HC13	Estabilidade	Turmas de alunos devem ter aulas no mesmo local de aula.
HC14	Turnos	Aulas devem ser alocadas em turnos específicos.
HC15	Sobreposição de alternativas exatas	Duas disciplinas com o mesmo conteúdo não podem coincidir em horários.

**Quadro 7. Restrições *hard***

Fonte: elaborada pelo autor

Parte das restrições *hard* diz respeito a características consideradas imprescindíveis às soluções, tais como a programação de toda a carga horária (HC1), a não ocorrência de conflitos entre entidades (HC2) e disponibilidade horária da entidade (HC10). Observa-se, porém, o emprego destas mesmas restrições como restrições *soft*. Dado que as restrições *soft* são aquelas que podem ser violadas, penalizando, contudo, a solução, supõe-se ser interessante o seu emprego nessa forma nos casos em que as instâncias apresentam escassez de algum recurso associado a estas restrições, ou em

pesquisas especificamente voltados para estudos teóricos sobre o UTP. Assim, pode-se cogitar, por exemplo, que a restrição de limitação de capacidade das salas de aula (SC6) foi violada, a exemplo dos trabalhos [E22], [E29] e [E53], quando o recurso 'salas de aula' é escasso, evidenciando a necessidade de mais salas de aula com capacidade suficiente, ou, também, como forma de estudar teoricamente os modelos, técnicas de solução e resultados quando tal restrição é considerada *soft*.

<b>Código</b>	<b>Restrições <i>soft</i></b>	<b>Descrição</b>
SC1	Carga horária	Uma disciplina deve ser alocada conforme a carga horária designada no seu currículo.
SC2	Conflito horário de recursos	Um mesmo recurso (aluno, professor, local de aula) não pode ter mais de uma aula num mesmo dia e período.
SC3	Conflito horário entre disciplinas de mesmo currículo	Deseja-se que um aluno possa se matricular em todas as disciplinas de um semestre letivo do currículo do seu curso.
SC4	Distância	Deseja-se que os alunos e/ou professores percorram a menor distância possível no deslocamento entre as aulas.
SC5	Preferências/Prioridades	As preferências dos professores devem ser atendidas.
SC6	Capacidade do local de aula	O limite de alunos de um local de aula não deve ser excedido.
SC7	Compatibilidade	Uma disciplina não deve ser alocada numa sala incompatível ou um professor não deve lecionar uma disciplina que não está habilitado.
SC8	Compactação de aulas	Aulas de uma dada disciplina devem ser ministradas consecutivamente.
SC9	Excesso de compactação	Uma disciplina não pode ultrapassar determinado número de aulas consecutivas.
SC10	Disponibilidade	Um aluno, professor ou local de aula deve ser alocado conforme sua disponibilidade horária.
SC11	Dias de trabalho	Professores devem ser alocados no menor número possível de dias da semana.
SC12	Taxa de ocupação	Deseja-se que os locais de aula tenham a maior taxa de ocupação possível.
SC13	Precedências	Disciplinas devem ser alocadas respeitando determinadas regras de precedências.
SC14	Nivelamento	Deseja-se que os alunos a serem alocados numa disciplina tenham o mesmo nível de conhecimento.
SC15	Espalhamento	As aulas devem ser distribuídas ao longo da grade horária semanal, não havendo concentração em determinados dias.
SC16	Estabilidade	Turmas de alunos devem ter aulas no mesmo local de aula.
SC17	Turnos	Aulas devem ser alocadas em turnos específicos.
SC18	Pareamento	Restrição que visa aumentar a combinação par a par dos estudantes em uma mesma turma, de forma que eles possam ter o máximo de contato uns com os outros.

**Quadro 8. Restrições *soft***

Fonte: elaborada pelo autor

É indispensável que se considere como *hard* algumas das restrições apresentadas tanto no Quadro 7 quanto no Quadro 8, quando o intuito do modelo é representar o mais fielmente possível a realidade de uma universidade. Assim, foram modeladas como *hard*, na presente pesquisa, as seguintes restrições: Carga Horária (HC1 e SC1),

Conflito Horário de Recursos (HC2 e SC2), Conflito Horário entre Disciplinas de Mesmo Currículo (HC3 e SC3), Capacidade dos Locais de Aula (HC6 e SC6), Compactação e Excesso de Compactação (HC8 e HC9, e SC8 e SC9) e Disponibilidade de Recursos (HC10 e SC10).

Com respeito à restrição de Espalhamento (HC12 e SC15), cabe observar que ela foi modelada fundamentalmente de modo a provocar o espalhamento das aulas de cada turma de disciplina ao longo da semana, como, por exemplo, em [E40] e em [E88]. No presente trabalho ela foi incluída como *hard*, no que diz respeito ao espalhamento das aulas de cada turma separadamente, e como *soft* (para a resolução de parte do problema principal), no que diz respeito ao espalhamento, ao longo da semana, de todas as aulas de todas as turmas.

Na Tabela 3 encontram-se as frequências das restrições *hard* e *soft* identificadas nos estudos primários.

<b>Restrição</b>	<b>Frequência <i>Hard</i></b>	<b>Frequência <i>Soft</i></b>
Carga horária	66	4
Conflitos de recursos em termos horários	57	12
Conflito horário entre disciplinas de mesmo currículo	5	2
Distância	1	16
Preferências/Prioridades	9	97
Capacidade	36	40
Compatibilidade	30	3
Compactação horária de recursos	8	82
Excesso de compactação	10	67
Dias de trabalho	-	10
Taxa de ocupação	-	10
Disponibilidades	25	3
Precedência	11	5
Nivelamento	-	2
Espalhamento	9	37
Estabilidade	4	30
Turnos	2	4
Pareamento	-	2
Sobreposição de alternativas exatas	1	-

**Tabela 3. Frequências das restrições por tipo**

Fonte: elaborada pelo autor

A Tabela 4 apresenta os métodos de solução mais utilizados nas pesquisas (aqueles com frequência igual ou superior a 4). Ressalta-se o fato de que alguns estudos empregaram mais de um método.

<b>Método</b>	<b>Frequência</b>
Programação linear inteira	14
Algoritmo genético	14
Simulated annealing	13
Busca tabu	12
Busca local	6
Constraint programming	6
Heurísticas desenvolvidas pelos autores	5
Great deluge	4
Outros	55

**Tabela 4. Frequências dos principais métodos**  
Fonte: elaborada pelo autor

Observa-se que Programação Linear Inteira, Algoritmos Genéticos, Simulated Annealing e Busca Tabu são os métodos mais comuns, sendo empregados em 46 dos 88 artigos analisados (52%). Exceto pela Programação Linear Inteira, que é um método exato, os demais métodos listados entre os mais frequentes são aproximados (heurísticos). Foram identificados ao todo 50 técnicas e métodos distintos aplicados à solução do problema.

Coletou-se dados também sobre as ferramentas computacionais utilizadas para implementar as soluções propostas. A Tabela 5 apresenta tais frequências.

As linguagens de programação C / C++ são as mais utilizadas, provavelmente devido ao fato de se conseguir, por meio das aplicações desenvolvidas nelas, maior velocidade de execução, o que, no caso de problemas combinatórios, que exigem muito processamento, é imprescindível. O *solver* ILOG CPLEX é a ferramenta para solução de Programação Linear Inteira mais utilizada. É tido, pela comunidade de pesquisadores, como uma aplicação comercial de alto desempenho ([E15], [E17], [E18], [E24], [E26], [E28], [E29], [E47], [E41], [E53], [E61], [E75] e [E76]).

<b>Ferramenta</b>	<b>Tipo</b>	<b>Frequência</b>
C / C++	Linguagem genérica	16
	Resolvedor de problemas	
CPLEX	matemáticos	13
Access	Banco de dados	4
Delphi	Linguagem genérica	4
Java	Linguagem genérica	4
	Aplicativo para	
Matlab	problemas matemáticos	3
	Software de inteligência	
CLIPS	artificial	3
	Linguagem de banco de	
SQL	dados	2
VB	Linguagem genérica	2
	Resolvedor de problemas	
LINGO	matemáticos	2
Excel	Planilha eletrônica	2
	Resolvedor de problemas	
COIN-OR	matemáticos	1
	Linguagem de	
AIMMS	programação matemática	1
	Resolvedor de problemas	
XPRESS-MP	matemáticos	1
Pascal	Linguagem genérica	1
	Linguagem de	
AMPL	programação matemática	1
	Resolvedor de problemas	
Constraint Solver	matemáticos	1
	Resolvedor de problemas	
GAMS	matemáticos	1

**Tabela 5. Frequências das ferramentas computacionais utilizadas**

Fonte: elaborada pelo autor

A Tabela 6 apresenta as origens dos conjuntos de instâncias de dados utilizados nos artigos. Ressalta-se que alguns artigos utilizaram instâncias de mais de uma origem, tais como [E33], que utilizou dados da Universidade de Algarve e dados artificiais, e [E53], que utilizou dados do ITC 2007 e da Technical University of Berlin.

<b>Origem da instância</b>	<b>Frequência</b>
Universidade (outras)	45
ITC 2002/2003/2007	17
Artificial	15
Não apresentou	6
Universidade de Udine*	4
Não modelou	4

\*Dados são coletados nessa universidade para competições de *timetabling*

**Tabela 6. Frequências dos tipos de conjuntos de instâncias**

Fonte: elaborada pelo autor

Dentre as instâncias artificiais, destacam-se aquelas desenvolvidas para o *International Timetabling Competition* dos anos de 2002, 2003 e 2007. Tais instâncias se constituem em importantes referências para a comparação da qualidade das soluções desenvolvidas.

Observa-se a alta frequência de instâncias reais, utilizadas em 49 trabalhos ao todo (45 de universidades diversas e 4 da universidade de Udine). Tal fato denota a preocupação dos pesquisadores em desenvolver e testar modelos e soluções que não sejam eficientes apenas com dados artificiais. Além disso, evidencia características importantes das modelagens do UTP: a forte dependência do sistema educacional, do país onde as instituições de ensino se encontram e as características da própria instituição.

Por fim, pesquisou-se a quantidade de citações dos trabalhos incluídos nesta revisão. Os trabalhos mais citados, aqueles com dez citações ou mais, estão apresentados na Tabela 7. Tais números foram coletados no *Web of Science*, em pesquisa realizada em 29/12/2013.

Posição	Estudo	Número de citações	Posição	Estudo	Número de citações
1	[E30]	129	15	[E17]	16
2	[E27]	66	16	[E70]	15
3	[E25]	62	17	[E65]	15
4	[E58]	48	18	[E76]	14
5	[E57]	48	19	[E28]	12
6	[E36]	44	20	[E26]	12
7	[E41]	39	21	[E44]	12
8	[E42]	34	22	[E15]	12
9	[E43]	34	23	[E62]	11
10	[E1]	28	24	[E49]	10
11	[E40]	28	25	[E34]	10
12	[E16]	22	26	[E8]	10
13	[E71]	22	27	[E85]	10
14	[E31]	19			

**Tabela 7. Estudos em UTP mais citados no WoS**

Fonte: elaborada pelo autor

## 5 FORMULAÇÃO DO UTP

Com base nos procedimentos apresentados na Seção 3.3, serão apresentadas, nesse Capítulo, a descrição do UTP e a sua formulação matemática.

### 5.1 Descrição e suposições

A formulação do UTP consiste na alocação de turmas, locais de aula, dias e períodos, de tal forma que todas as restrições *hard* sejam satisfeitas e as restrições *soft* sejam minimamente penalizadas.

A Figura 5 ilustra um exemplo de grade horária, onde se observam os conjuntos de dias, períodos e turnos. São construídas grades horárias como esta para professores, turmas e locais de aula. Quando ocupadas, as suas células conterão: no caso dos professores, uma turma e um local de aula; no caso das turmas, uma disciplina e um local de aula; e no caso dos locais de aula, uma turma e um professor.

		Conjunto de dias				
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Turno 1	Período 1					
	Período 2					
	Período 3					
	Período 4					
	Período 5					
Turno 2	Período 6					
	Período 7					
	Período 8					
	Período 9					
	Período 10					
Turno 3	Período 11					
	Período 12					
	Período 13					
	Período 14					
	Período 15					

**Figura 5. Exemplo de grade horária**

Fonte: elaborada pelo autor

Os conjuntos de cursos, semestres, disciplinas e turmas podem ser melhor visualizados na Figura 6.

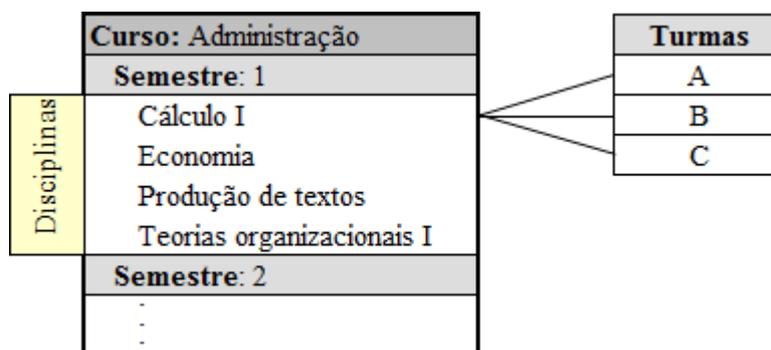


Figura 6. Conjuntos de cursos, semestres, disciplinas e turmas

Fonte: elaborada pelo autor

Algumas suposições serão tomadas. O modelo é classificado como *master timetabling*, conforme a divisão proposta por Carter e Laporte (1998), apresentada na Seção 2.2. Por conta disso, o modelo não possui conjunto de estudantes.

Assumiu-se, também, que cada turma já tem um professor a ela designado. Assim, o conjunto de professores está presente para que o modelo evite conflito de horários (professores não podem ministrar mais de uma aula ao mesmo tempo).

Há casos em que há mais de um sistema de horários vigente na instituição, ou seja, diferentes unidades podem ter diferentes períodos de aula. Para a presente modelagem, considerou-se um único sistema de horários, pois desse modo é possível desenvolver um modelo mais generalizável.

## 5.2 Formulação matemática do problema

Inicialmente serão apresentadas as restrições a que o problema está sujeito. Conforme discutido na Seção 2.2, as restrições do UTP são divididas em *hard* e *soft*. As restrições *hard* devem ser respeitadas, sob pena de não se produzir soluções viáveis. As restrições *soft* podem ser violadas, ou seja, o seu atendimento completo não é essencial. São, contudo, características desejáveis para que se obtenha a melhor solução possível. O Quadro 9 apresenta estas restrições (HC para restrições *hard* e Sc para restrições *soft*).

Tipo	Descrição
HC01	O número exato de aulas previsto em cada disciplina deve ser alocado
HC02	Turmas somente podem ser alocadas em horários permitidos pela instituição
HC03	As quantidades mínima e máxima de aulas diárias de cada disciplina devem ser respeitadas
HC04	Turmas não poderão ter aulas em dias consecutivos
HC05	Aulas de uma turma ministradas no mesmo dia deverão ser consecutivas
HC06	Disciplinas de um semestre de um curso não poderão ter suas turmas colidindo horários, caso sejam obrigatórias para esse curso e possuam uma única turma
HC07	Professores somente podem ser alocados em horários permitidos pela instituição
HC08	Professores não podem ministrar mais de uma aula ao mesmo tempo
HC09	Salas de aula podem receber no máximo uma aula num mesmo horário
HC10	Salas de aula somente receber aulas em horários permitidos pela instituição
HC11	As capacidades das salas de aula devem ser respeitadas
HC12	Aulas de uma turma, num mesmo dia, deverão ocorrer na mesma sala de aula
HC13	Professores somente poderão ministrar aulas em uma única unidade, num mesmo turno de um dia
SC01	Minimizar o custo com a utilização de unidades

**Quadro 9. Restrições do modelo matemático**

Fonte: elaborado pelo autor

Testes iniciais foram feitos com conjuntos de dados coletados de uma instituição real, que resultaram na impossibilidade de se solucionar a instância completa. Houve a necessidade, portanto, de se elaborar uma forma de dividi-lo, a qual possibilitasse a sua solução. Assim, o problema principal foi dividido em dois subproblemas: (1) construção das grades horárias semanais, com o objetivo de distribuir uniformemente as aulas entre todos os horários; e (2) atribuição de salas de aula às turmas, tendo como objetivo a restrição *soft* SC01 (ver Quadro 9). Esta estratégia de divisão do problema prima pela separação dos recursos a serem atribuídos às aulas, quais sejam: tempo (dias e períodos), no primeiro subproblema, e espaço (salas de aula), no segundo subproblema.

A seguir são apresentados os parâmetros e conjuntos de dados do primeiro subproblema. Os conjuntos de dados representam as entidades que são modeladas, e os parâmetros, as condições iniciais que o modelo deve respeitar.

Os conjuntos e parâmetros do subproblema 1 são:

- $C$  : conjunto de cursos
- $D$  : conjunto de dias da semana
- $E$  : conjunto de turmas de disciplinas
- $S$  : conjunto de disciplinas
- $T$  : conjunto de professores
- $E_s$  : conjunto de turmas da disciplina  $s \in S$
- $E_t$  : conjunto de turmas do professor  $t \in T$
- $G$  : conjunto de semestres letivos
- $P$  : conjuntos de períodos de aula
- $S_{gc}$  : conjunto de disciplinas obrigatórias que possuem

- apenas uma turma, do semestre  $g \in G$  e do curso  $c \in C$
- $NM_{|S|}$  : vetor que indica o número de aulas teóricas semanais da disciplina  $s \in S$
- $Dmin_{|S|}$  : vetor que indica o número mínimo de aulas diárias da disciplina  $s \in S$
- $Dmax_{|S|}$  : vetor que indica o número máximo de aulas diárias da disciplina  $s \in S$
- $AE_{|E| \times |D| \times |P|}$  : matriz de disponibilidade horária das turmas, onde:  
 $AE_{edp} = 1$ , quando a turma  $e \in E$  pode ter aulas no dia  $d \in D$  e no período  $p \in P$   
 $AE_{edp} = 0$ , caso contrário
- $AT_{|T| \times |D| \times |P|}$  : matriz de disponibilidade horária dos professores, onde:  
 $AT_{tdp} = 1$ , quando o professor  $t \in T$  pode dar aulas no dia  $d \in D$  e no período  $p \in P$   
 $AT_{tdp} = 0$ , caso contrário

As variáveis de decisão são do tipo binárias e servem especificamente para a construção das grades horárias. Tais variáveis são:

$$x_{edp} \in \{0,1\} = \begin{cases} 1 & \text{se a turma } e \in E \text{ é alocada no dia } d \in D \text{ e período de aula } p \in P \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

As restrições do modelo demandam a utilização de conjuntos de variáveis auxiliares, as quais são apresentadas a seguir:

$$b_{ed} \in \{0,1\} = \begin{cases} 1 & \text{se a turma } e \in E \text{ tem aula no dia } d \in D \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$e_{ed} \in \mathbb{Z}^+ = \text{primeiro período de aula da turma } e \in E \text{ ministrada no dia } d \in D$$

$$f_{ed} \in \mathbb{Z}^+ = \text{último período de aula da turma } e \in E \text{ ministrada no dia } d \in D$$

$$y \in \mathbb{Z}^+ = \text{contém o maior valor do conjunto de variáveis } w_{dp}$$

Conforme discutido acima, o objetivo do subproblema 1 é distribuir uniformemente as aulas entre todos os horários. É esperado, por conta dessa distribuição, que a demanda por salas de aula em cada horário seja minimizada. E para que tal distribuição seja o mais uniforme possível, é necessário e suficiente computar a quantidade de aulas programadas no horário com maior concentração de aulas, ou seja, o horário que apresente o "pico" de quantidade de aulas. Desta forma, o objetivo do subproblema 1 é minimizar a quantidade de aulas programadas no horário com maior concentração de aulas, conforme apresentado na Eq. (1).

$$\text{Minimizar } y \tag{1}$$

As restrições *hard* que o subproblema 1 deverá respeitar são apresentadas a seguir. O primeiro conjunto determina que toda a carga horária de todas as turmas seja alocada (HC01), conforme apresentado na Eq. (2).

$$\sum_{d \in D} \sum_{p \in P} x_{edp} = NM_s \quad \forall e \in E_s, s \in S \quad (2)$$

As turmas somente podem ser alocadas nos horários permitidos pela instituição (HC02). Esta restrição é modelada pela Eq. (3).

$$x_{edp} \leq AE_{edp} \quad \forall e \in E, d \in D, p \in P \quad (3)$$

As disciplinas são limitadas em termos da quantidade mínima e máxima (HC03) de aulas que podem ser ministradas por dia. Tal limitação surge da necessidade de não dispersar excessivamente as aulas, nem tampouco sobrecarregar estudantes e professores num único dia.

As Eqs. (5) e (6) produzem os limites diários mínimo e máximo, respectivamente, e a Eq. (4) atribui o valor 1 à variável auxiliar  $b_{ed}$  sempre que, num dado dia "d", a turma "e" tiver aula, produzindo, assim, ligação com as variáveis de decisão.

$$b_{ed} \geq x_{edp} \quad \forall e \in E, d \in D, p \in P \quad (4)$$

$$\sum_{p \in P} x_{edp} \geq Dmin_s b_{ed} \quad \forall e \in E_s, s \in S, d \in D \quad (5)$$

$$\sum_{p \in P} x_{edp} \leq Dmax_s b_{ed} \quad \forall e \in E_s, s \in S, d \in D \quad (6)$$

Por conta de restrições pedagógicas, as turmas não poderão ter aulas em dias consecutivos (HC04). Em outras palavras, a soma das variáveis auxiliares  $b_{ed}$  e  $b_{e,d+1}$  (ou seja, nos dias "d" e "d+1") não pode ser superior a 1, o que é expresso por meio da Eq. (7). A conexão desta variável auxiliar com as variáveis de decisão foi apresentada na Eq. (4).

É necessário limitar o subconjunto de elementos para o índice "d", pois a Eq. (7) não pode acessar elementos que o conjunto "D" não possui. Tal subconjunto é, portanto, limitado ao penúltimo elemento do conjunto "D". Dessa forma, quando a variável  $b_{ed}$  acessar o penúltimo elemento do conjunto "D", a variável  $b_{e,d+1}$  acessará o último.

$$b_{ed} + b_{e,d+1} \leq 1 \quad \forall e \in E, d \in \{0, 1, \dots, |D| - 1\} \quad (7)$$

Quando turmas tiverem mais de uma aula no mesmo dia, tais aulas deverão ser compactadas, ou seja, deverão ser consecutivas, não deverá haver janelas entre elas (HC05). Esta restrição é modelada pelas Eqs. (8), (9) e (10).

$$e_{ed} \leq (|P| + 1) - (|P| + 1 - p)x_{edp} \quad \forall e \in E, d \in D, p \in P \quad (8)$$

$$f_{ed} \geq p \cdot x_{edp} \quad \forall e \in E, d \in D, p \in P \quad (9)$$

$$f_{ed} - e_{ed} + b_{ed} - \sum_{p \in P} x_{edp} \leq 0 \quad \forall e \in E, d \in D \quad (10)$$

Turmas de disciplinas de um semestre de um curso não poderão ter os seus horários colidindo, caso sejam a única turma da respectiva disciplina e esta disciplina não seja optativa para o curso (HC06). Tal restrição é modelada pela Eq. (11).

$$\sum_{e \in E_s : s \in S_{gc}} x_{edp} \leq 1 \quad \forall d \in D, p \in P, g \in G, c \in C \quad (11)$$

Os professores somente podem ministrar aulas em horários permitidos pela instituição (HC07) e não podem ministrar mais de uma aula ao mesmo tempo (HC08). A Eq. (12) modela estas restrições.

$$\sum_{e \in E_t} x_{edp} \leq AT_{edp} \quad \forall t \in T, d \in D, p \in P \quad (12)$$

Por fim, para que a função-objetivo apresentada na Eq. (1) possa ser computada, é apresentada a Eq. (13), que calcula o valor da variável auxiliar  $y$ .

$$y \geq \sum_{e \in E} x_{edp} \quad \forall d \in D, p \in P \quad (13)$$

O subproblema 2 teve como objetivo a atribuição de salas de aula às turmas, de maneira que a restrição *soft* SC01 seja atendida. A partir de uma alocação uniforme de aulas por dia ao longo de toda a semana, é esperado que a demanda por salas seja a mínima possível. Para tanto, são necessários novos conjuntos de dados e parâmetros, além daqueles já apresentados para o subproblema 1. Estes novos conjuntos e parâmetros são apresentados a seguir:

- $U$  : conjunto de unidades
- $L$  : conjunto de salas de aula
- $L_u$  : conjunto de salas de aula da unidade  $u \in U$
- $X_{|E| \times |D| \times |P|}$  : matriz de grades horárias das turmas, calculadas no subproblema 1 na variável de decisão  $x_{edp}$ , onde  $X_{edp} = 1$  se a turma  $e \in E$  tem aula no dia  $d \in D$  e período  $p \in P$ , e  $X_{edp} = 0$  em caso contrário
- $Cap_{|L|}$  : vetor de capacidade de alunos nas  $l \in L$  salas de aula
- $NS_{|E|}$  : vetor de previsão de alunos, indica a quantidade de alunos previstos para matrícula na turma  $e \in E$
- $AL_{|L| \times |D| \times |P|}$  : matriz de disponibilidade horária das salas de aula, onde  $AL_{ldp} = 1$  se a sala de aula  $l \in L$  pode receber turmas no dia  $d \in D$  e período  $p \in P$ , e  $AL_{ldp} = 0$  em caso contrário
- $\alpha_{|U|}$  : vetor de custos de utilização das unidades  $u \in U$

O subproblema 2 possui dois conjuntos de variáveis de decisão, que visam identificar a utilização das salas de aula e das unidades. As variáveis são:

$$k_{ledp} \in \{0,1\} = \begin{cases} 1 & \text{se a sala de aula } l \in L \text{ receber a turma } e \in E \text{ no dia } d \in D \text{ e período} \\ & \text{de aula } p \in P \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$m_u \in \{0,1\} = \begin{cases} 1 & \text{se a unidade } u \in U \text{ recebe ao menos uma aula} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Além das variáveis de decisão, são necessários conjuntos de variáveis auxiliares, que serão utilizados nas restrições do subproblema 2. Tais conjuntos são apresentados a seguir:

$$j_{led} \in \{0,1\} = \begin{cases} 1 & \text{se a sala de aula } l \in L \text{ receber a turma } e \in E \text{ no dia } d \in D \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$q_{tudh} \in \{0,1\} = \begin{cases} 1 & \text{se o professor } t \in T \text{ ministrar aula na unidade } u \in U \text{ no dia } d \in D \text{ e} \\ & \text{no turno } h \in H \\ 0 & \end{cases}$$

$$v_{eu} \in \{0,1\} = \begin{cases} 1 & \text{se a turma } e \in E \text{ tiver aula na unidade } u \in U \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

O subproblema 2 tem o objetivo de atribuir salas de aula às turmas, de maneira que a restrição S01 seja atendida. Para que esta restrição seja minimamente penalizada, custos são atribuídos à utilização das unidades, os quais estão contidos no vetor  $\alpha_{|U|}$ . A função-objetivo do subproblema 2 é apresentada na Eq. (14).

$$\text{Minimizar } \sum_{u \in U} \alpha_u \times m_u \quad (14)$$

As restrições *hard* que o subproblema 2 deve respeitar são apresentadas a seguir. As restrições que exigem que as salas de aula recebam no máximo uma aula ao mesmo tempo (HC09) e que as salas de aula somente podem receber aulas em horários permitidos pela instituição (HC10) são expressas matematicamente pela Eq. (15). A Eq. (16) produz a implicação do parâmetro  $X_{edp}$ , que é resultado do subproblema 1, na variável de decisão  $k_{ledp}$ . A Eq. (17) faz a ligação da variável auxiliar  $j_{led}$  com a variável de decisão  $k_{ledp}$ .

$$\sum_{e \in E} k_{ledp} \leq AL_{ldp} \quad \forall l \in L, d \in D, p \in P \quad (15)$$

$$\sum_{l \in L} k_{ledp} = X_{edp} \quad \forall e \in E, d \in D, p \in P \quad (16)$$

$$j_{led} \geq k_{ledp} \quad \forall l \in L, e \in E, d \in D, p \in P \quad (17)$$

As capacidades das salas de aula devem ser respeitadas (HC11). Tal restrição é expressa matematicamente pela Eq. (19). A Eq. (18) calcula o valor da variável auxiliar  $v_{eu}$ .

$$v_{eu} \geq \sum_{l \in L_u} j_{led} \quad \forall e \in E, u \in U, d \in D \quad (18)$$

$$NS_e \cdot j_{led} \leq Cap_l \quad \forall e \in E, l \in L, d \in D \quad (19)$$

As aulas de uma turma que ocorrerem no mesmo dia deverão ser alocadas na mesma sala de aula, nesse dia (HC12). A Eq. (20) expressa essa restrição.

$$\sum_{l \in L} j_{led} \leq 1 \quad \forall e \in E, d \in D \quad (20)$$

A restrição HC14 impõe que professores somente poderão ministrar aulas em uma única unidade, num mesmo turno de um dia. A Eq. (22) expressa matematicamente essa restrição. A Eq. (21) força a variável auxiliar  $q_{tudh}$  a assumir o valor 1 sempre que pelo menos uma turma do professor  $t$  tiver aula no dia  $d$ , no turno  $h$ .

$$q_{tudh} \geq \sum_{l \in L_u} j_{led} \quad \forall t \in T, e \in E_t, u \in U, d \in D, h \in H \quad (21)$$

$$\sum_{u \in U} q_{tudh} \leq 1 \quad \forall t \in T, d \in D, h \in H \quad (22)$$

Por fim, a variável auxiliar  $m_u$  é calculada por meio da Eq. (23), para que possa ser utilizada na função-objetivo, já apresentada na Eq. (14).

$$m_u \geq v_{eu} \quad \forall u \in U, e \in E \quad (23)$$

## 6 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

A partir da modelagem matemática definida na seção anterior, passa-se agora a descrever a instância de dados e as ferramentas computacionais utilizadas para testá-lo, e os resultados alcançados.

### 6.1 Armazenamento dos dados da instância

Os dados utilizados para testar o modelo proposto foram armazenados no sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) Microsoft® Access 2007. A escolha desta ferramenta computacional deveu-se ao fato de facilitar o carregamento dos conjuntos de parâmetros pelo modelo e por permitir a construção de um banco de dados relacional, indispensável para a garantia da integridade referencial dos dados. É por meio da integridade referencial que se garante a qualidade dos dados contidos em tabelas relacionadas.

Ao todo foram necessárias sete tabelas para armazenamento dos dados. A Figura 7 apresenta o diagrama de entidade-relacionamento (DER) do banco de dados.

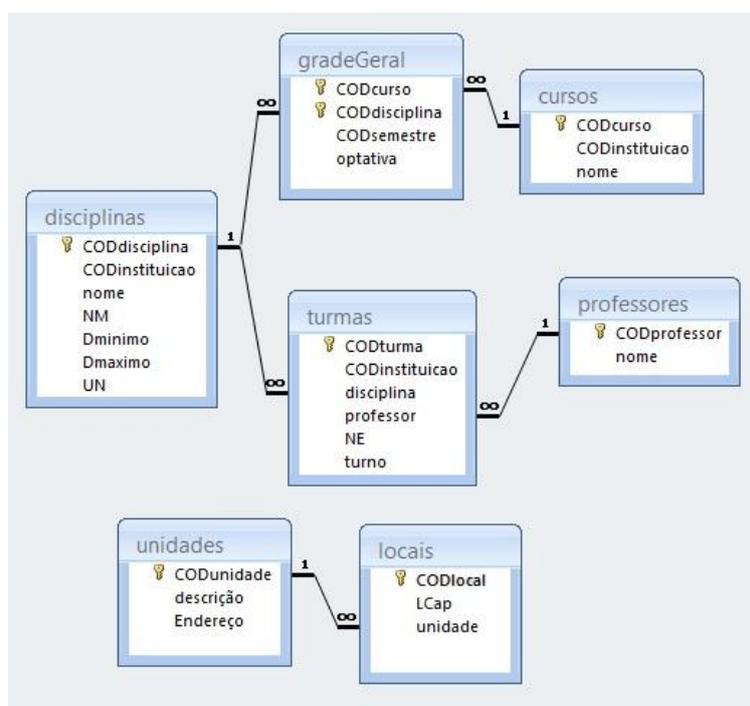


Figura 7. Diagrama de entidade-relacionamento do banco de dados  
Fonte: elaborada pelo autor

Foram adotados, tanto quanto possível, nomes intuitivos para as tabelas e campos. Todas as tabelas do banco de dados possuem uma chave primária (*primary key*,

PK), a qual garante a unicidade dos registros, ou seja, garante que não se armazene um mesmo registro mais de uma vez.

A tabela "gradeGeral" contém as grades curriculares dos cursos. Tem os campos "CODcurso" e "CODdisciplina" como PK composta, o que implica que uma combinação de curso e disciplina só pode ocorrer uma vez. Apresenta, também, os dados referentes ao semestre do curso em que uma disciplina é cursada (campo "CODsemestre") e a informação sobre a sua obrigatoriedade: o campo "optativa" assume o valor 1 caso a disciplina seja optativa para o curso em questão e 0, caso contrário.

Na tabela "disciplinas" encontram-se os dados de quantidade de aulas semanais de cada disciplina (campo "NM") e as quantidades mínimas e máximas de aulas diárias de cada disciplina (campo "Dminimo" e "Dmaximo", respectivamente). Além destes, há também dados com relação à quantidade de turmas de uma disciplina: o campo "UN" assume valor 1 caso a disciplina possua apenas uma turma e 0, caso contrário.

A partir dos campos "optativas" e "UN" das tabelas "gradeGeral" e "disciplinas" do banco de dados, respectivamente, é possível extrair a informação necessária para os conjuntos  $S_{gc}$ , apresentados na seção 5.2 e utilizados na Eq. (11).

As tabelas "unidades" e "locais" contém as relações de unidades pertencentes ou alugadas pela instituição, e as suas salas de aula, respectivamente. O campo "LCap" da tabela "locais" contém a capacidade, em quantidade de alunos, de cada sala de aula.

A tabela "turmas" contém os dados sobre as turmas abertas no semestre 2013/1. O campo "disciplina" aponta a disciplina a que está associada, o campo "professor" indica o professor que ministra as suas aulas, o campo "NE" contém a quantidade estimada de estudantes e o campo "turno" aponta o turno no qual suas aulas são ministradas.

Por fim, as tabelas "cursos" e "professores", que contém os códigos dessas duas entidades. Tais tabelas foram criadas unicamente pela necessidade de se manter a integridade referencial dos dados, conforme já explicado.

Os conjuntos de dados dos parâmetros da modelagem matemática (definidos na seção 5.2) e a sua correspondência com o modelo relacional do banco de dados são apresentados no Quadro 10.

Modelagem Matemática		Modelo Relacional	
Conjuntos	Descrição	Tabela	PK
C	cursos	cursos	CODcurso
E	turmas de disciplinas	turmas	CODturma
S	disciplinas	disciplinas	CODdisciplina
T	professores	professores	CODprofessor

**Quadro 10. Relação entre conjuntos dos modelos matemático e relacional**

Fonte: elaborado pelo autor

## 6.2 Descrição da instância de dados

A instância utilizada para verificar o modelo matemático apresentado na seção 5.2 teve seus dados coletados de uma instituição de ensino superior pública brasileira. As principais inquietações do seu Gestor de Espaços diziam respeito à baixa utilização das salas de aula disponíveis e à distribuição desequilibrada das aulas ao longo dos dias da semana. Segundo seu relato, ele acreditava que a quantidade de salas de aula que a universidade possuía era suficiente para acomodar todas as aulas, de maneira que os aluguéis de salas e prédios poderiam ter seus custos reduzidos.

Todos os conjuntos de dados são baseados em turmas de disciplinas abertas no primeiro semestre de 2013. Estão presentes os cursos e disciplinas que tiveram ao menos uma turma aberta, os professores que ministraram aula neste semestre e as unidades e locais disponíveis para utilização. Os conjuntos e quantidade de elementos de cursos, disciplinas, turmas, professores, unidades e locais são apresentados na Tabela 8.

Conjunto	Quantidade
Cursos	120
Disciplinas	1.688
Turmas	2.674
Professores	1.083
Unidades	48
Locais	258

**Tabela 8. Parâmetros da instância utilizada**

Fonte: elaborada pelo autor

Os conjuntos de dias da semana, períodos e turnos do dia são apresentados na Tabela 9.

Código	Dia da semana	Quantidade de períodos por turno		
		Manhã	Tarde	Noite
2	Segunda-feira	5	6	4
3	Terça-feira	5	6	4
4	Quarta-feira	5	6	4
5	Quinta-feira	5	6	4
6	Sexta-feira	5	6	4

**Tabela 9. Conjuntos de dias, períodos e turnos**

Fonte: elaborado pelo autor

Ainda que houvesse aulas agendadas nos sábados, optou-se, ao executar o modelo com esta instância de dados, por desconsiderar tais dias, devido à intenção de verificar a robustez do modelo. Assim, foi considerada uma semana iniciando-se na segunda-feira e encerrando na sexta-feira.

As unidades, seus custos de utilização e as respectivas quantidades de salas de aula estão apresentados na Tabela 10. Os custos de utilização de cada unidade foram atribuídos de maneira que as unidades mais desejáveis tivessem custos mais baixos que as menos desejáveis. Inicialmente foram consideradas as preferências anteriores dos cursos pelas unidades, ou seja, os vínculos iniciais dos cursos com as unidades. Em seguida, as unidades foram ordenadas de acordo com a quantidade de cursos que tinham preferência por elas, de forma que as unidades com mais cursos inicialmente vinculados a elas fossem consideradas como mais preferidas. Por fim, e por meio dessa ordenação, foram atribuídos os custos de utilização a cada uma delas.

Unidade	Custo	Quantidade de salas	Unidade	Custo	Quantidade de salas	Unidade	Custo	Quantidade de salas
0	50	43	16	714	4	32	5.490	8
1	99	24	17	747	3	33	5.585	6
2	147	11	18	779	3	34	5.679	5
3	194	11	19	810	3	35	5.772	5
4	240	18	20	840	3	36	5.864	3
5	285	12	21	869	2	37	5.955	2
6	329	8	22	897	2	38	6.045	2
7	372	7	23	924	2	39	6.134	1
8	414	7	24	950	2	40	6.222	1
9	455	6	25	975	2	41	6.309	1
10	495	6	26	999	2	42	6.395	1
11	534	5	27	5.000	2	43	6.480	1
12	572	4	28	5.100	1	44	6.564	1
13	609	4	29	5.199	1	45	6.647	1
14	645	4	30	5.297	1	46	6.729	1
15	680	4	31	5.394	11	47	6.810	1

**Tabela 10. Dados das unidades acadêmicas**

Fonte: elaborado pelo autor

Durante o processo de carregamento destes conjuntos de dados no banco de dados relacional verificou-se algumas inconsistências, as quais tiveram que ser corrigidas antes que a instância pudesse ser processada pelo modelo. Algumas turmas não tinham professores associados, e a solução executada foi inserir nomes artificiais de professores para cada uma delas. Desse modo, consegue-se que essas turmas sejam alocadas e fique em aberto a possibilidade de se associar um professor a elas posteriormente.

Houve, também, casos de disciplinas ausentes na grade curricular de alguns cursos, disciplinas essas que tiveram turma aberta em 2013/1. A primeira parte da solução desta inconsistência consistiu em localizar uma disciplina na grade curricular do curso que pudesse ser utilizada em substituição (tal busca foi feita com base no nome da disciplina ausente). A suposição está em que uma disciplina de mesmo nome, porém de uma grade curricular mais recente, pode substituir uma disciplina de grade curricular antiga. A segunda parte da solução consistiu em excluir as associações de cursos às disciplinas que não puderam ser substituídas (que não tinham alternativa substituta). A suposição neste caso está em que deve ser feito um processo à parte de equivalência de disciplinas, e que os estudantes que precisam cursar estas disciplinas devem buscar uma alternativa a ser analisada caso a caso.

Por fim, se constaram casos de cursos com mais de uma grade curricular vigente no semestre 2013/1, ou seja, cursos em processo de alteração curricular. Quinze cursos se enquadraram nessa situação. A modelagem matemática do problema restringe as alocações a não permitir colisão de horários de turmas de disciplinas que serão cursadas por alunos de um mesmo curso e semestre, de maneira que esses alunos possam cursar todas as disciplinas do seu semestre. O que se deseja, portanto, é não exigir a não-colisão entre turmas de disciplinas de mesmo curso e matrizes curriculares distintas. Em outras palavras, exigir apenas a não-colisão entre turmas de disciplinas de mesmo curso e matriz curricular. Por conta disso, os cursos com mais de uma matriz curricular foram divididos em uma quantidade de cursos igual à quantidade de matrizes curriculares vigentes.

### **6.3 Implementação computacional do modelo**

O modelo matemático descrito na seção 5.2 foi implementado na linguagem de programação C++ utilizando-se o ambiente de desenvolvimento Microsoft® Visual C++ 2010 Express. Para a solução da instância foi utilizando o software *solver* IBM®

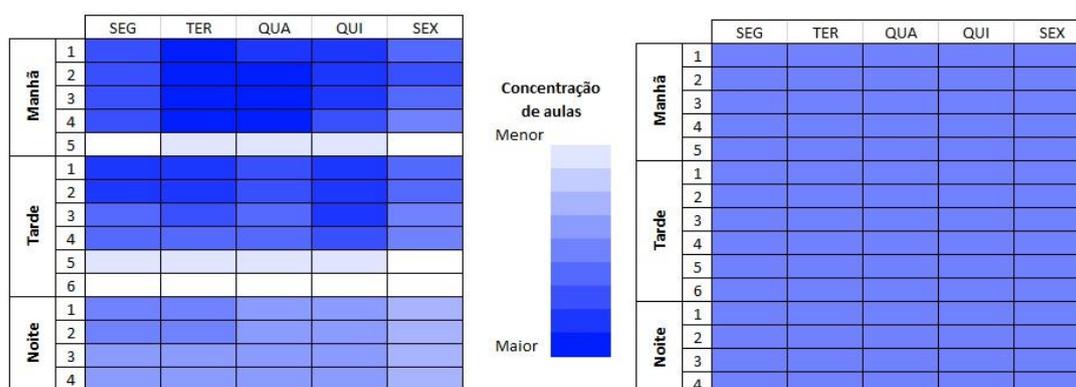
ILOG CPLEX versão 12.5. A utilização deste software foi indispensável para a resolução do modelo, porém, é importante observar que há outros softwares *solver* disponíveis para esta tarefa, conforme apresentado na Tabela 5. Alguns deles, inclusive, não exigem a utilização de uma linguagem genérica de programação, tal como C++, utilizado no presente trabalho. Além disso, e como requisito da implementação do modelo, destaca-se a utilização de um software de banco de dados relacional, de maneira que se possa garantir a integridade referencial dos dados.

Na primeira execução do modelo com os dados da instância apresentada na seção anterior, não foi possível encontrar sequer uma solução factível. Isso é justificado pela natureza do problema, que é *NP-hard*, conforme discutido na seção 2.2, e pelo tamanho da instância. Os tamanhos dos conjuntos de dados determinam as quantidades de variáveis e restrições que o modelo terá ao ser executado. Por exemplo, a primeira variável de decisão,  $x_{edp}$ . Ela é indexada pelos conjuntos  $E$ , de turmas,  $D$ , de dias e  $P$ , de períodos. Tais conjuntos possuem as respectivas quantidades de elementos (Tabela 8 e Tabela 9): 2.674, 5 e 17. Como temos uma variável  $x$  para cada combinação de elementos desses conjuntos, o modelo seria executado com 227.290 variáveis  $x$ , além, evidentemente, das demais variáveis e restrições. Problemas com essa dimensão nem sequer são carregados na memória da máquina. Por conta disso, foi necessário abordar o problema de outra maneira, dividindo-se os conjuntos de dados em subconjuntos que pudessem ser solucionados.

O conjunto de turmas foi separado entre os turnos da manhã, tarde e noite, formando, assim, três instâncias. Isso foi possível porque cada turma tinha suas aulas teóricas ministradas em apenas um turno. Havia casos em que uma turma tinha aulas em mais de um turno, porém esta divisão foi feita com base em aulas teóricas (salas de aula) e práticas (laboratórios, ginásios e outros). O presente modelo alocou apenas as aulas teóricas, visto que a gestão da alocação das aulas práticas é descentralizada, ou seja, cada departamento é responsável pelas alocações respectivas (o que permitiu tal divisão). Há, contudo, a possibilidade de se reservar, para as aulas práticas, períodos subsequentes às aulas teóricas, caso isso seja necessário. Se isto for executado, espera-se encontrar diferentes concentrações de quantidade de aulas em cada período, possivelmente, menos equilibradas do que aquelas encontradas na execução que é apresentada.

As grades horárias dos cursos, para o primeiro semestre de 2013, possuíam uma distribuição desequilibrada, conforme se observa na Figura 8 (a). A solução encontrada

ao executar o subproblema 1 demonstra que foi possível produzir alocações tais que resultaram em grades horárias com distribuições de turmas mais uniformes ao longo da semana, o que é evidenciado na Figura 8 (b). Na grade à esquerda, observa-se a maior concentração de aulas entre terças-feiras e quintas-feiras, pela manhã, e nos períodos iniciais de segunda-feira a quinta-feira, nas tardes. A grade horária ao lado direito, que corresponde à distribuição gerada pelo modelo, demonstra a distribuição mais equilibrada ao longo de toda semana.



**Figura 8. Distribuições de aulas**

Fonte: elaborada pelo autor

O horário com maior concentração de aulas, de acordo com os dados coletados da instituição, foi o terceiro período da manhã de quarta-feira, com 230 aulas. O horário com menor concentração foi o sexto período das tardes de sexta-feira, com quinze aulas. Esta diferença, de 215 aulas entre o período mais concentrado e o menos concentrado, assim como outras, observáveis pelas fortes diferenças de tonalidade de cor azul na Figura 8, evidenciam a alta dispersão de aulas ao longo da semana.

O processamento do subproblema 1 foi responsável por gerar as grades horárias dos cursos. Os tempos de processamento e valores das funções objetivo para as três instâncias (manhã, tarde e noite) estão apresentados na Tabela 11.

	Tempo de	
Turnos	processamento (min)	Função-objetivo
Manhã	11,84	101
Tarde	64,85	88
Noite	17,00	95

**Tabela 11. Resultados do processamento do subproblema 1**

Fonte: elaborada pelo autor

Observa-se que o turno com maiores concentrações de aulas é o da manhã, no qual houve períodos em que 101 aulas foram alocadas. Consultando-se a Figura 8(b), é possível deduzir que esta alocação não se deu em poucos períodos, mas em vários.

No turno da manhã, o máximo de aulas alocadas (101 aulas) ocorreu em todos períodos das segundas-feiras, nos quatro primeiros períodos das terças-feiras e das sextas-feiras (sendo 100 aulas no último período destes dias). Os menores valores foram alcançados nos últimos períodos das quartas-feiras (93 aulas), evidenciando uma diferença de oito aulas entre o máximo e o mínimo. Comparando-se essa diferença, observada nas grades geradas pelo modelo, com a diferença calculada entre as grades efetivamente utilizadas pela instituição, que é de 215 aulas, percebe-se uma sensível melhoria na distribuição das aulas ao longo da semana.

No caso do turno da noite, a concentração de 95 aulas por período foi atingida em todos os períodos das segundas-feiras e sextas-feiras. O período onde ocorreu a menor concentração de aulas foi o quarto período das quintas-feiras, com 90 aulas. Assim, fica bastante claro como as distribuições de aulas estão muito mais equilibradas.

Com respeito ao tempo de execução do subproblema 1 é importante observar o caso do turno da manhã, cuja execução foi mais rápida. A restrição HC03 (quantidades mínima e máxima de aulas nos dias em que há aula) foi modelada como *hard*, ou seja, restrição sem a qual uma solução não é considerada factível. Entretanto, observa-se na realidade que ela é apenas desejável. A maioria das disciplinas teria, como exigência nesta restrição, o mínimo de duas aulas diárias. Visto que o turno da manhã conta com cinco períodos por dia, tal disponibilidade praticamente inviabiliza o atendimento do número mínimo diário de aulas concomitantemente à exigência de não colisão de horários de turmas únicas de disciplinas obrigatórias, de um semestre de um curso (exigência esta, modelada pela restrição HC06). Diante disso, a restrição HC03 foi parcialmente relaxada, no que diz respeito à quantidade mínima, para o turno da manhã.

Devido ao fato de se conseguir soluções ótimas para os turnos da tarde e da noite em tempos de execução razoáveis com esta restrição ativada, e não ser possível conseguir uma solução para o turno da noite com esta restrição ativada, decidiu-se pelo seu relaxamento para o turno da noite apenas. Com uma menor quantidade de restrições, a complexidade computacional do problema é menor, o que justificativa o baixo tempo de execução do subproblema 1 no turno da manhã.

A Figura 9 apresenta um exemplo de grade horária construída pelo modelo, de modo a demonstrar o atendimento à restrição HC06 (Quadro 9). Nela encontra-se uma

das possíveis combinações de grade horária para as disciplinas do primeiro semestre do curso de Agronomia.

**Curso: Agronomia**  
**Semestre: 1º**

		SEG	TER	QUA	QUI	SEX
<b>Manhã</b>	1					1648
	2				0333	
	3				0333	
	4					
	5					
<b>Tarde</b>	1				0105	0002
	2				0105	0002
	3	0167				0210
	4	0167				0210
	5	0210	0437			0167
	6	0210	0437			0167

		Carga horária teórica	Quantidade de turmas
Código	Disciplina		
0002	Anatomia Vegetal	2	6
0105	Ecologia	2	4
0167	Física	4	6
0210	Cálculo 1A	4	6
0333	Química I	2	4
0437	Introdução à Agronomia	2	2
1648	Desenho	1	2

**Figura 9. Exemplo de grade horária de curso construída pelo modelo**

Fonte: elaborada pelo autor

A grade horária apresentada na Figura 9 representa, como dito, apenas uma possibilidade de combinação de turmas. A sua legenda enumera a carga horária teórica e a quantidade de turmas de cada uma dessas disciplinas. Visto que há mais de uma turma de algumas disciplinas, ressalta-se que os alunos têm, portanto, mais de uma alternativa de escolha de turmas.

Observa-se que a carga horária das disciplinas foi totalmente alocada (HC01). É possível perceber, além disso, que as aulas das disciplinas, quando ocorrem no mesmo dia, são ministradas em sequência, sem "janelas", demonstrando que a restrição de compactação de aulas de uma turma no mesmo dia (HC05) foi respeitada. Além destas restrições, a Figura 9 evidencia o atendimento à HC03 (quantidade mínima e máxima de aulas diárias de cada disciplina).

Porém, há casos em que os alunos não possuem mais de uma turma disponível para as disciplinas que desejam cursar. A Figura 10 ilustra esse caso. Nesta figura é apresentada a grade horária construída pelo modelo para o terceiro semestre do curso de medicina. É possível perceber que dentre as sete disciplinas (todas obrigatórias) deste semestre, apenas duas têm mais de uma alternativa de turma. As demais, de turma única, não entraram em conflito horário, o que evidencia que a restrição HC06 foi respeitada (Quadro 9). Os alunos que irão se matricular nesse semestre desse curso poderão cursar todas as suas disciplinas.

**Curso: Medicina**  
**Semestre: 3º**

		SEG	TER	QUA	QUI	SEX
<b>Manhã</b>	1		663		052	
	2				052	
	3				663	
	4				663	656
	5				663	
<b>Tarde</b>	1					
	2			051		
	3	678		051		
	4	678	059	051		
	5		059			086
	6					086

<b>Legenda</b>		
Código	Disciplina	Quantidade de turmas
051	Parasitologia	4
052	Imunologia	1
059	Bioética	3
086	Embriologia	1
656	Psicologia Médica II	1
663	Semiologia	1
678	Epidemiologia	1

**Figura 10. Grade horária do terceiro semestre do curso de medicina**

Fonte: elaborada pelo autor

É importante demonstrar, também, como o modelo garantiu que as turmas de um dado professor não entrem em conflito horário, de maneira que ele possa ministrar aulas em todas as turmas às quais está vinculado (HC08, Quadro 9). A Figura 11 apresenta a grade horária de um professor que ministra aulas para a disciplina "Unidade do Cuidado de Enfermagem I".

**Professor: Sr. Oliveira**

		SEG	TER	QUA	QUI	SEX
<b>Manhã</b>	1	922				
	2	922				
	3	923				922
	4	923		923		922
	5	923		923		922
<b>Tarde</b>	1	924		936		934
	2	924		936	935	934
	3			934	935	936
	4	935		934	924	936
	5	935		934	924	936
	6	935			924	

**Figura 11. Grade horária das turmas de um professor**

Fonte: elaborada pelo autor

A disciplina possui cinco créditos em aulas teóricas e este professor está vinculado a seis turmas desta disciplina, conforme se pode observar pelos seis diferentes códigos presentes na Figura 11. Esta grade evidencia, também, que as turmas deste professor têm aulas consecutivas, quando tais aulas são ministradas no mesmo dia, o

que respeita a restrição HC05, e que as turmas não têm aulas em dias consecutivos, respeitando as restrição HC04 (Quadro 9).

O subproblema 2 teve como objetivo a atribuição de salas de aula às turmas, de maneira que o custo com a utilização das unidades fosse minimizado (SC01, Quadro 9). Analogamente ao subproblema 1, o subproblema 2 foi processado para cada um dos três turnos. Os tempos de processamento e valores das funções-objetivo para as três instâncias (manhã, tarde e noite) estão apresentados na Tabela 12.

<b>Turnos</b>	<b>Tempo de processamento (min)</b>	<b>Função-objetivo</b>	<b>Unidades alocadas</b>
Manhã	10,97	730	0,1,2,3,4
Tarde	17,23	490	0,1,2,3
Noite	6,77	536	0,1,2,4

**Tabela 12. Resultados do processamento do subproblema 2**

Fonte: elaborada pelo autor

Os valores das funções-objetivo representam o somatório dos custos de utilização de cada uma das unidades, os quais foram apresentados na Tabela 10. Todas as salas destas unidades foram utilizadas, nos três turnos: as 43 salas da unidade 0, as 24 salas da unidade 1, as 11 salas da unidade 2, as 11 salas da unidade 3 e as 18 salas da unidade 4. O modelo demandou, portanto, a utilização de cinco unidades dentre as 48 disponíveis, e 107 salas de aula dentre as 258 disponíveis.

A Figura 12 apresenta a grade horária do segundo semestre do curso de Nutrição. Esta grade é uma das possíveis combinações, devido ao fato de que são disponibilizadas mais de uma turma para cada uma das disciplinas exigidas nesse semestre.

**Curso: Nutrição**  
**Semestre: 2º**

		SEG	TER	QUA	QUI	SEX	
<b>Manhã</b>	1		85 sala 37(0)		40 sala 42(0)		
	2		26 sala 79(3)		40 sala 42(0)		<u>Disciplina</u> 040 - Parasitologia
	3	624 sala 68(2)	26 sala 79(3)				041 - Microbiologia e Imunologia
	4	624 sala 68(2)	26 sala 79(3)				085 - Histologia II
	5		26 sala 79(3)		85 sala 90(4)		026 - Fisiologia I  624 - Bromatologia
<b>Tarde</b>	1						<u>361 - Bioquímica II</u>
	2						
	3		361 sala 45(1)				
	4		361 sala 45(1)		41 sala 17(0)		
	5		361 sala 45(1)		41 sala 17(0)		
	6		361 sala 45(1)		41 sala 17(0)		

**Figura 12. Grade horária de semestre de curso com as salas**

Fonte: elaborada pelo autor

Observa-se, nessa grade horária, as salas de aula onde as turmas das disciplinas (cujos nomes são apresentados na legenda ao lado direito) foram alocadas e, ao lado, entre parênteses, a unidade a que estas salas pertencem. Diante dessa grade, pode-se evidenciar o atendimento da restrição HC12 (aulas de uma turma, num mesmo dia, deverão ocorrer na mesma sala).

A Figura 13 apresenta a grade horária de uma sala de aula (sala 40 da unidade 0). Os códigos presentes nela dizem respeito às turmas de disciplinas alocadas pelo modelo.

**Unidade: 0**  
**Sala: 40**

		SEG	TER	QUA	QUI	SEX
<b>Manhã</b>	1	1272	1212	2201	202	104
	2	1249	914	2201	202	104
	3	2078	914	2143	202	-
	4	2078	914	2143	1014	884
	5	2078	914	2143	1014	-
<b>Tarde</b>	1	2289	594	430	485	1927
	2	1612	594	430	1468	1927
	3	1612	996	1660	1468	452
	4	1956	996	1660	1957	1857
	5	1956	996	1660	1957	2632
	6	453	996	1660	1957	2632
<b>Noite</b>	1	406	1247	1885	1258	1314
	2	406	1247	1949	1258	1314
	3	365	2631	1949	1258	1314
	4	365	2631	1949	1258	1314

**Figura 13. Grade horária de uma sala de aula**

Fonte: elaborada pelo autor

Por meio desse exemplo é possível perceber que houve uma utilização bastante intensa da sala, pois 81 *slots* dos 85 disponíveis foram utilizados (taxa de utilização de 95,29%). Dado que as salas de aula foram utilizadas com mais intensidade, foi possível utilizar-se menos salas e, em consequência, menos unidades, o que, ao fim, contribuiu para o alcance da restrição *soft* S01 (Quadro 9). Além disso, essa grade demonstra que a restrição HC09 foi respeitada.

As turmas alocadas na sala 40 da unidade 0 (Figura 13) têm a sua estimativa de alunos apresentada na Tabela 13. A capacidade desta sala é de 50 alunos.

**Unidade: 0**  
**Sala: 40**

<b>Turma</b>	<b>Estimada de alunos (<math>NS_e</math>)</b>	<b>Turma</b>	<b>Estimada de alunos (<math>NS_e</math>)</b>	<b>Turma</b>	<b>Estimada de alunos (<math>NS_e</math>)</b>
104	6	1212	29	1949	48
202	34	1247	25	1956	2
365	49	1249	36	1957	15
406	22	1258	31	2078	21
430	32	1272	49	2143	6
452	20	1314	34	2201	32
453	25	1468	21	2283	10
485	12	1612	9	2289	9
594	28	1660	26	2631	5
914	20	1857	2	2632	10
996	24	1885	22		
1014	15	1927	48		

**Tabela 13. Exemplo de quantidade estimada de alunos de diversas turmas**

Fonte: elaborada pelo autor

As salas de aula são limitadas em termos da quantidade de alunos que podem receber. Conforme apresentado na seção 5.2, esse limite foi modelado pela restrição HC11. É possível observar que as turmas alocadas na sala 40 da unidade 0 (Figura 13) têm as suas estimativas de quantidade de alunos a se maticularem (apresentada na Tabela 13) inferiores ao limite da sala, o que evidencia que a restrição de capacidade de salas foi respeitada. Ressalta-se que as estimativas presentes na Tabela 13 foram coletadas de uma instituição real, de modo que as turmas de poucos alunos (ou mesmo um único aluno) podem ter sido criadas por razões diversas.

A Figura 14 contém a grade horária de um professor. Os códigos contidos na grade dizem respeito às turmas para as quais ele dá aulas, a sala onde a turma foi alocada e, entre parênteses, a unidade à qual a sala pertence.

		Professor: Sr. Silva				
		SEG	TER	QUA	QUI	SEX
Manhã	1					
	2		225 sala 9(0)		2660 sala 69(2)	
	3		225 sala 9(0)		2660 sala 69(2)	
	4		225 sala 9(0)		2660 sala 69(2)	225 sala 27(0)
	5		225 sala 9(0)		2660 sala 69(2)	225 sala 27(0)
Tarde	1		219 sala 11(0)			
	2		219 sala 11(0)			
	3		2662 sala 32(0)			
	4	2661 sala 41(0)	2662 sala 32(0)			2659 sala 79(3)
	5	2661 sala 41(0)	2662 sala 32(0)			2659 sala 79(3)
	6	2661 sala 41(0)				2659 sala 79(3)

**Figura 14. Grade horária de um professor com turmas e locais**

Fonte: elaborada pelo autor

Observa-se que no mesmo turno de um dia, as aulas desse professor são todas ministradas na mesma unidade (a mudança de unidade observada na sexta-feira é aceitável pois as aulas são ministradas em turnos distintos). Assim, infere-se que a restrição HC13 foi respeitada.

Em resumo, foi possível constatar que o modelo desenvolvido no presente trabalho foi capaz de gerar grades horárias que respeitam as principais restrições encontradas na prática, ao mesmo tempo que distribuiu as aulas de maneira mais equilibrada ao longo da semana. Por meio desta distribuição, é possível acondicionar as aulas numa quantidade razoavelmente menor de salas, aproximando-se de uma utilização ótima. Além disso, a automação da construção das grades horárias reduz significativamente o tempo consumido por esta tarefa.

O modelo considerou variáveis e restrições generalizáveis a instituições que constroem suas grades horárias anteriormente à matrícula dos alunos (*master timetabling*, conforme discutido na seção 2.2). Evidentemente, instituições com peculiaridades distintas e que, portanto, têm outras exigências, demandarão a inclusão de outras restrições ao modelo.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa propôs o desenvolvimento de um modelo para o problema da construção de grades horárias em universidades (conhecido na literatura como UTP), tendo como objetivo servir de apoio aos seus gestores tanto na própria construção de grades horárias dos cursos, quanto na redução de custos com a utilização dos espaços físicos. O modelo foi construído utilizando-se técnicas de programação linear inteira.

O problema é frequentemente abordado pelos pesquisadores utilizando-se a pesquisa operacional. Trata-se de um problema de atribuição de intervalos de tempo e recursos a encontros, de tal maneira que determinadas restrições sejam satisfeitas da melhor forma possível. É classificado como *NP-hard*, o que implica a exigência de grande quantidade de recursos computacionais. Assim, para a solução do modelo apresentado neste trabalho, optou-se pela utilização do software ILOG CPLEX, ferramenta tida pela comunidade de pesquisadores como aplicação de alto desempenho.

No intuito de responder à primeira questão de pesquisa, bem como para apoiar a construção do modelo deste trabalho e futuras pesquisas acerca do problema, fez-se uma busca por artigos relacionados ao tema, utilizando-se um método baseado na revisão sistemática de literatura. Por meio deste método foi possível elencar uma diversidade de entidades, objetivos e restrições, os quais serviram de base na construção do modelo utilizado no presente trabalho.

A sistematização da revisão de literatura também auxiliou na resposta à segunda questão de pesquisa. Observou-se que são diversas as técnicas empregadas para a solução do problema, totalizando 50 métodos e técnicas distintas aplicadas. Em sua maioria, os trabalhos encontrados na literatura buscam resolver o problema por meio de técnicas de pesquisa operacional, heurísticas e meta-heurísticas. Além disso, são várias as ferramentas computacionais utilizadas na implementação dos modelos. Muitos dos autores utilizaram o software *solver* ILOG CPLEX e o apontaram como uma das mais eficientes ferramentas disponíveis, de maneira que ela foi escolhida para resolver o modelo do presente trabalho.

As entidades incluídas nos modelos, as restrições a que tais modelos estão sujeitos e seus objetivos também são bastante variados. Em muitos casos, os trabalhos não têm por objetivo desenvolver modelos aplicáveis a casos reais, mas sim de estudar técnicas e métodos que possam resolver grandes instâncias do problema, reconhecidamente de difícil solução. Portanto, muitas dessas modelagens não incluem entidades e restrições que poderiam ser tomadas por indispensáveis para a aplicação em

casos reais. No intuito de tornar o presente modelo aplicável à realidade de uma instituição, optou-se por agregar os elementos que mais aproximam o modelo de tal realidade.

O modelo apresentado nesse trabalho se constituiu dos seguintes conjuntos de dados: cursos, dias da semana, períodos de aula, turnos do dia, disciplinas, turmas de disciplinas, professores, semestres letivos, unidades acadêmicas e salas de aula. Considerou-se que estes são os conjuntos indispensáveis para a construção de grades horárias que pudessem ser utilizadas na prática. No intuito de responder à terceira questão de pesquisa, sobre a possibilidade de desenvolver um modelo válido para o caso de uma Instituição de Ensino Superior brasileira, coletou-se dados de uma universidade federal. Tal instituição apresentava, segundo seu gestor de espaços físicos, baixa utilização das salas de aula, o que resultava em altos custos à universidade relacionados a aluguéis. Assim, o presente trabalho apresenta um modelo que busca minimizar a utilização dos espaços físicos.

Grades horárias foram construídos para os 120 cursos dessa instituição. As restrições consideradas indispensáveis à sua modelagem foram respeitadas, de maneira que foi possível demonstrar que o modelo apresentado é capaz de construir grades horárias válidas. Estas novas grades horárias apresentaram maior dispersão das aulas ao longo da semana, comparativamente à distribuição aplicada pela Universidade.

A partir dessa melhor distribuição, foi possível atribuir salas de aula de maneira que o seu aproveitamento fosse melhorado. Dentre as 48 unidades que a universidade dispõe, apenas cinco foram necessárias para acomodar todas as aulas, e dentre as 258 salas de aula destas 48 unidades, apenas 107 foram necessárias. É possível, portanto, propor uma solução que reduza sensivelmente os custos de utilização dos espaços físicos.

Demonstrou-se que a redução na demanda de salas de aula é possibilitada por uma distribuição de aulas mais equilibrada ao longo da semana. Em outras palavras, períodos de aula com menor quantidade de encontros demandam menos salas. Entende-se, assim, que o objetivo geral do trabalho, que consistia não apenas na construção das grades horárias, mas também na otimização do uso dos espaços físicos da instituição, foi atingido.

Este trabalho buscou contribuir para a literatura a respeito do UTP, inicialmente, com uma sistematização de revisão literatura. Por meio deste método foi possível agregar as mais recentes pesquisas a respeito do tema e identificar os seus elementos

mais importantes. Esta revisão contribuiu para a construção do modelo apresentado neste trabalho e, espera-se, servirá para futuras pesquisas sobre o problema.

O trabalho contribuiu, também, para as pesquisas acerca do problema, com o modelo apresentado e a sua solução. Foi possível demonstrar a sua aplicação no caso real de uma instituição de ensino superior federal. Além disso, foi apresentada uma estratégia de divisão do problema a qual demonstra que a atribuição dos recursos separadamente (tempo, no subproblema 1, e espaço, no subproblema 2) é capaz de resultar em boas grades horárias e bom aproveitamento dos espaços físicos, mesmo que tal solução não seja a solução ótima global mas, sim, um ótimo local. Dado que a solução de uma instância com as proporções da que foi resolvida no presente trabalho é praticamente infactível, se considerada completa, a adoção de uma estratégia na qual a busca pelo ótimo global é abandonada e, no seu lugar, busca-se por ótimos locais, é justificável.

Relativamente aos modelos aplicados em casos brasileiros, encontrados na literatura, observa-se que o presente estudo contribuiu com um modelo que tratou da melhoria da utilização dos espaços físicos, característica que não havia sido considerada nestes trabalhos. Além disso, observa-se que as restrições *hard* indispensáveis foram consideradas e algumas das restrições *soft* (objetivos) destes modelos foram tratadas com maior rigor, pois foram incluídas como *hard* (não podem ser penalizadas).

Como limitações de pesquisa, aponta-se a desconsideração dos parâmetros de disponibilidades horárias das turmas, professores e salas de aula. Não foi possível obter dados a respeito de tais disponibilidades para o caso real aplicado. Deduz-se que se o modelo for utilizado para a efetiva construção de grades horárias e atribuição de salas de aula, e se esses parâmetros forem incluídos, provavelmente o tempo de execução das instâncias seria diferente, embora não seja possível dizer se maior ou menor. Além disso, os resultados seriam, evidentemente, outros. Se as turmas, professores e salas de aula estivessem indisponíveis em muitos dias e períodos, conclui-se que as aulas teriam menor dispersão ao longo da semana e a demanda por salas de aula seria maior.

As grades horárias foram construídas para os cursos de graduação. Dados a respeito dos cursos de pós-graduação e extensão não foram disponibilizados. É evidente que tais cursos também exigem espaços físicos e professores para as suas atividades. Assim, deduz-se que, se tais demandas fossem consideradas no modelo, a consequência seria um aumento na demanda de salas de aula.

Além disso, é importante observar que o modelo foi aplicado em um único caso, dividido em três instâncias (correspondentes aos três turnos de aula): manhã, tarde e noite. Nos três turnos houve sensível redução na demanda de salas de aula. Entretanto, cabe ressaltar que para considerar-se o presente modelo generalizável para a solução do problema de utilização de salas de aula, é preciso que se realize testes com uma quantidade maior de instâncias, bem como, com instâncias cujos dados sejam provenientes de instituições com características distintas.

Por fim, como sugestões de pesquisas futuras, observa-se a possibilidade de incluir no modelo as preferências dos professores e das coordenações dos cursos, tanto por locais de aula, como por horários e dias da semana. Sugere-se, também, a utilização de métodos heurísticos para a resolução do modelo completo (antes da divisão em subproblemas) e da instância completa (antes da divisão em turnos), de maneira que se estude a possibilidade de se conseguir melhores soluções, tanto para a instância testada no presente trabalho, quanto para outras, possivelmente maiores.

## REFERÊNCIAS

- ABENSUR, E. O.; OLIVEIRA, R. C. Um método heurístico construtivo para o problema da grade horária escolar. **Revista Eletrônica Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento**, 4, n. 2, 2012. 230-248.
- AGUSTÍN-BLAS, L. E. et al. A hybrid grouping genetic algorithm for assigning students to preferred laboratory groups. **Expert Systems with Applications**, 36, n. 3, 2009. 7234-7241.
- ALVAREZ-VALDES, R.; CRESPO, E.; TAMARIT, J. M. Design and implementation of a course scheduling system using tabu search. **European Journal of Operational Research**, 137, n. 3, 2002. 512-523.
- 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. **XLIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, 2012.
- ARENALES, M. et al. **Pesquisa operacional**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- BARTAK, R. On modeling planning and scheduling problems with time and resources. **Proceedings of the twentieth workshop of the UK planning and scheduling special interest group (plansig 2002)**, Edinburg (UK): Old College, University of Edinburg, 2002. 87-98.
- BARTAK, R.; RUDOVA, H. Integrated modeling for planning, scheduling, and timetabling problems. **Proceedings of the twentieth workshop of the UK planning and scheduling special interest group (Plansig 2001)**, Edinburg (UK): Old College, University of Edinburg, 2001. 19-31.
- BELLINI, C. G. P.; PEREIRA, R. D. C. D. F.; BECKER, J. L. Measurement in software engineering: From the roadmap to the crossroads. **International Journal of Software Engineering**, 18, n. 1, 2008. 37-64.
- BEYROUTHY, C. et al. Towards improving the utilization of university teaching space. **Journal of the Operational Research Society**, 60, n. 1, 2007. 1-14.
- BURKE, E. K. et al. Decomposition, reformulation, and diving in university course timetabling. **Computers & Operations Research**, 37, n. 3, 2010. 582-597.
- BURKE, E.; DE WERRA, D.; KINGSTON, J. Applications to timetabling. In: GROSS, J. L.; YELLEN, J. **Graph Theory**. [S.l.]: CRC Press, 2003. Cap. 5, p. 445-474.
- CARTER, M. W.; LAPORTE, G. Recent developments in practical course timetabling. In: BURKE, E.; CARTER, M. **Practice and theory of automated timetabling**. Toronto: Springer-Verlag Berlin, v. 1408, 1998. p. 3-19.
- CONSTANTINO, A. A.; MENDONÇA NETO, C. F. X. D.; MARTELOZZI, M. R. Algoritmos heurísticos construtivos para agrupamentos de alunos em turmas. **XLI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Porto Seguro, 2009. 310-321.
- CORMEN, T. H. et al. **Algoritmos: Teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

COSTA, L. C. A.; ACIOLI, L. F.; SUBRAMANIAN, A. Um modelo de programação inteira para o problema de alocação de professores a turmas do departamento de engenharia de produção de uma instituição de ensino superior. **XLIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, 2012.

DASKALAKI, S.; BIRBAS, T.; HOUSOS, E. An integer programming formulation for a case study in university timetabling. **European Journal of Operational Research**, 153, n. 1, 2004. 117-135.

DE WERRA, D. The combinatorics of timetabling. **European Journal of Operational Research**, 96, 1997. 504-513.

GONÇALVES, L. C. N. I.; UCHOA, E. Otimização em instituições de ensino superior em massa: Uma abordagem estratégica usando conceitos de APS. **XLII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Bento Gonçalves, 2010. 680-691.

GUNAWAN, A.; NG, K. M.; POH, K. L. A hybridized lagrangian relaxation and simulated annealing method for the course timetabling problem. **Computers & Operations Research**, 39, n. 12, 2012. 3074-3088.

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele University, UK. [S.l.]. 2004.

KITCHENHAM, B. A. et al. Refining the systematic literature review process: Two participant-observer case studies. **Empirical Software Engineering**, 15, n. 6, 2010. 618-653.

KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; BRERETON, O. P. Using mapping studies as the basis for further research - A participant-observer case study. **Information and Software Technology**, 53, n. 6, 2011. 638-651.

KRIPKA, R. M. L.; KRIPKA, M.; SILVA, M. C. Formulação para o problema de alocação de salas de aula com minimização de deslocamentos. **XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Ubatuba, 2011. 1941-1951.

MCCOLLUM, B. A perspective on bridging the gap between theory and practice in university timetabling. In: BURKE, E. K.; RUDOVÁ, H. **Practice and Theory of automated timetabling VI**. Berlin: Springer-Verlag, v. 3867, 2007. p. 3-23.

MIRANDA, J. eClasSkeduler: A course scheduling system for the executive education unit at the Universidad de Chile. **Interfaces**, 40, n. 3, 2010. 196-207.

MIRANDA, J.; REY, P. A. Un modelo de programación entera basado en patrones para la asignación de salas de clases para una facultad de medicina. **XLIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, 2012.

MIRHASSANI, S. A.; HABIBI, F. Solution approaches to the course timetabling problem. **Artificial Intelligence Review**, 39, n. 2, 2013. 133-149.

MULLER, T.; BARTAK, R. Interactive timetabling: concepts, techniques, and practical results. **Practice and theory of automated timetabling (PATAT 2002)**, 2003. 34-52.

MURRAY, K.; MÜLLER, T.; RUDOVÁ, H. Modelling and solution of a complex university course timetabling problem. In: BURKE, E. K.; RUDOVÁ, H. **Lecture notes in computer science**. Berlin: Springer-Verlag, v. 3867, 2007. p. 189-209.

PETTICREW, M.; ROBERTS, H. **Systematic reviews in the social sciences: A practical guide**. Malden, MA: Blackwell Pub., 2006.

PIDD, M. **Modelagem empresarial: Ferramentas para tomada de decisão**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PONGCHAROEN, P. et al. Stochastic optimisation tool for university course scheduling. **International Journal of Production Economics**, 112, n. 2, 2008. 903-918.

ROCHA, W. S. et al. Aplicação das meta-heurísticas GRASP, simulated annealing e algoritmos genéticos para o problema da tabela-horário para universidade. **XLIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, 2012.

RUDOVÁ, H.; MÜLLER, T.; MURRAY, K. Complex university course timetabling. **Journal of Scheduling**, 14, n. 2, 2011. 187-207.

SARIN, S. C.; WANG, Y.; VARADARAJAN, A. A university-timetabling problem and its solution using Benders' partitioning - A case study. **Journal of Scheduling**, 13, n. 2, 2010. 131-141.

SCHAERF, A. A survey of automated timetabling. **Artificial Intelligence Review**, 13, n. 2, 1999. 87-127.

SOUZA FILHO, E. M.; GOMES, C. R. Programação do quadro de horários de disciplinas de uma universidade via programação inteira. **XLI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Porto Seguro, 2009. 357-368.

SUBRAMANIAN, A. et al. Aplicação da metaheurística busca tabu ao problema de alocação de aulas a salas em uma instituição universitária. **Revista Produção Online**, 11, n. 1, 2011. 54-75.

TRIPATHY, A. School timetabling: A case in large binary integer linear programming. **Management Science**, 30, n. 12, 1984. 1473-1489.

## APÊNDICE A – Estudos incluídos na revisão

- [E1] ABDENNADHER, S.; MARTE, M. University course timetabling using constraint handling rules. **Applied Artificial Intelligence**, v. 14, n. 4, p. 311–325, 2000.
- [E2] ABDULLAH, S.; TURABIEH, H. On the use of multi neighbourhood structures within a Tabu-based memetic approach to university timetabling problems. **Information Sciences**, v. 191, p. 146–168, 2012.
- [E3] ABDULLAH, S. et al. A hybrid metaheuristic approach to the university course timetabling problem. **Journal of Heuristics**, v. 18, n. 1, p. 1–23, 2012.
- [E4] ABUHAMDAH, A.; AYOB, M. Adaptive randomized descent algorithm for solving course timetabling problems. **The International Journal of the Physical Sciences**, v. 5, n. 16, p. 2516–2522, 2010.
- [E5] ABUHAMDAH, A. et al. Population based Local Search for university course timetabling problems. **Applied Intelligence**, v. 40, n. 1, p. 44–53, 2013.
- [E6] ADEWUMI, A. O.; SAWYERR, B. A.; ALI, M. M. A heuristic solution to the university timetabling problem. **Engineering Computations**, v. 26, n. 8, p. 972–984, 2009.
- [E7] AIZAM, N.; LIONG, C. Mathematical Modelling of University Timetabling: A Mathematical Programming Approach. **International Journal of Applied Mathematics and Statistics**, v. 37, n. 7, p. 110–122, 2013.
- [E8] ALADAG, C. H.; HOCAOGLU, G.; BASARAN, M. A. The effect of neighborhood structures on tabu search algorithm in solving course timetabling problem. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 10, p. 12349–12356, 2009.
- [E9] ALADAG, C.; HOCAOGLU, G. A tabu search algorithm to solve a course timetabling problem. **Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics**, v. 36, n. 1, p. 53–64, 2007.
- [E10] AL-BETAR, M. A.; KHADER, A. T.; ZAMAN, M. University Course Timetabling Using a Hybrid Harmony Search Metaheuristic Algorithm. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)**, v. 42, n. 5, p. 664–681, 2012.
- [E11] AL-BETAR, M.; KHADER, A. A harmony search algorithm for university course timetabling. **Annals of Operations Research**, v. 194, n. 1, p. 3–31, 2012.
- [E12] ALJARAHA, I.; SALHIEH, A.; FARIS, H. An Automatic Course Scheduling Approach Using Instructors' Preferences. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 7, n. 1, p. 24–32, 2012.
- [E13] AL-MILLI, N. Hybrid Genetic Algorithms With Simulating Annealing For University Course Timetabling Problems. **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**, v. 29, n. 2, p. 100–106, 2011.
- [E14] ALVAREZ-VALDES, R.; CRESPO, E.; TAMARIT, J. Assigning students to course sections using tabu search. **Annals of Operations Research**, v. 96, p. 1–16, 2000.
- [E15] AL-YAKOOB, S.; SHERALI, H. A mixed-integer programming approach to a class timetabling problem: A case study with gender policies and traffic considerations. **European Journal of Operational Research**, v. 180, n. 3, p. 1028–1044, 2007.
- [E16] ASRATIAN, A.; WERRA, D. De. A generalized class–teacher model for some timetabling problems. **European Journal of Operational Research**, v. 143, p. 531–542, 2002.
- [E17] AVELLA, P.; VASIL'EV, I. A computational study of a cutting plane algorithm for university course timetabling. **Journal of Scheduling**, v. 8, n. 6, p. 497–514, 2005.

- [E18] BAKER, K.; MAGAZINE, M.; POLAK, G. Optimal block design models for course timetabling. **Operations Research Letters**, v. 30, n. 1, p. 1–8, 2002.
- [E19] BAKIR, M.; AKSOP, C. A 0-1 integer programming approach to a university timetabling problem. **Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics**, v. 37, n. 1, p. 41–55, 2008.
- [E20] BELLIO, R.; DI GASPERO, L.; SCHAERF, A. Design and statistical analysis of a hybrid local search algorithm for course timetabling. **Journal of Scheduling**, v. 15, n. 1, p. 49–61, 2011.
- [E21] BERGHAMMER, R.; KEHDEN, B. Relation-algebraic specification and solution of special university timetabling problems. **The Journal of Logic and Algebraic Programming**, v. 79, n. 8, p. 722–739, 2010.
- [E22] BONUTTI, A.; CESCO, F. DE. Benchmarking curriculum-based course timetabling: formulations, data formats, instances, validation, visualization, and results. **Annals of Operations Research**, v. 194, n. 1, p. 59–70, 2012.
- [E23] BORONICO, J. Quantitative modeling and technology driven departmental course scheduling. **Omega**, v. 28, n. 3, p. 327–346, 2000.
- [E24] BROEK, J. VAN DEN; HURKENS, C. An IP-based heuristic for the post enrolment course timetabling problem of the ITC2007. **Annals of Operations Research**, v. 194, n. 1, p. 439–454, 2012.
- [E25] BURKE, E. et al. A time-predefined approach to course timetabling. **The Yugoslav Journal of Operations Research**, v. 13, n. 2, p. 139–151, 2003.
- [E26] BURKE, E. K. et al. Decomposition, reformulation, and diving in university course timetabling. **Computers & Operations Research**, v. 37, n. 3, p. 582–597, 2010.
- [E27] BURKE, E. K.; PETROVIC, S.; QU, R. Case-based heuristic selection for timetabling problems. **Journal of Scheduling**, v. 9, n. 2, p. 115–132, 2006.
- [E28] BURKE, E. et al. A supernodal formulation of vertex colouring with applications in course timetabling. **Annals of Operations Research**, v. 179, n. 1, p. 105–130, 2010.
- [E29] BURKE, E. et al. A branch-and-cut procedure for the udine course timetabling problem. **Annals of Operations Research**, v. 194, n. 1, p. 71–87, 2012.
- [E30] BURKE, E. et al. A graph-based hyper-heuristic for educational timetabling problems. **European Journal of Operational Research**, v. 176, n. 1, p. 177–192, 2007.
- [E31] BURKE, E. et al. Multiple-retrieval case-based reasoning for course timetabling problems. **Journal of the Operational Research Society**, v. 57, p. 1–15, 2005.
- [E32] CAMBAZARD, H. et al. Local search and constraint programming for the post enrolment-based course timetabling problem. **Annals of Operations Research**, v. 194, n. 1, p. 111–135, 2010.
- [E33] CARRASCO, M. P.; PATO, M. V. A comparison of discrete and continuous neural network approaches to solve the class/teacher timetabling problem. **European Journal of Operational Research**, v. 153, n. 1, p. 65–79, 2004.
- [E34] CAUSMAECKER, P. De et al. A decomposed metaheuristic approach for a real-world university timetabling problem. **European Journal of Operational Research**, v. 195, n. 1, p. 307–318, 2009.
- [E35] CESCHIA, S.; GASPERO, L. DI; SCHAERF, A. Design, engineering, and experimental analysis of a simulated annealing approach to the post-enrolment course timetabling problem. **Computers & Operations Research**, v. 39, n. 7, p. 1615–1624, 2012.
- [E36] CHIARANDINI, M. et al. An effective hybrid algorithm for university course timetabling. **Journal of Scheduling**, v. 9, n. 5, p. 403–432, 2006.

- [E37] CHINNASRI, W.; KROOTJOHN, S.; SUREERATTANAN, N. Performance Study of Genetic Operators on University Course Timetabling Problem. **International Journal of Advancements in Computing Technology**, v. 4, n. 20, p. 61–71, 2012.
- [E38] DAMMAK, A.; ELLOUMI, A.; KAMOUN, H. Lecture and Tutorial Timetabling at a Tunisian. , p. 384–390, 2006. – IJOR, v.4, n.3, 2009.
- [E39] DAMMAK, A. et al. Course timetabling at a Tunisian University: A case study. **Journal of Systems Science and Systems Engineering**, v. 17, n. 3, p. 334–352, 2008.
- [E40] DASKALAKI, S.; BIRBAS, T. Efficient solutions for a university timetabling problem through integer programming. **European Journal of Operational Research**, v. 160, n. 1, p. 106–120, 2005.
- [E41] DASKALAKI, S.; BIRBAS, T.; HOUSOS, E. An integer programming formulation for a case study in university timetabling. **European Journal of Operational Research**, v. 153, n. 1, p. 117–135, 2004.
- [E42] DIMOPOULOU, M.; MILIOTIS, P. Implementation of a university course and examination timetabling system. **European Journal of Operational Research**, v. 130, n. 1, p. 202–213, 2001.
- [E43] DIMOPOULOU, M.; MILIOTIS, P. An automated university course timetabling system developed in a distributed environment: A case study. **European Journal of Operational Research**, v. 153, n. 1, p. 136–147, 2004.
- [E44] FOULDS, L. R.; JOHNSON, D. G. SlotManager: a microcomputer-based decision support system for university timetabling. **Decision Support Systems**, v. 27, n. 4, p. 367–381, 2000.
- [E45] GASPERO, L. DI; SCHAERF, A. Neighborhood Portfolio Approach for Local Search Applied to Timetabling Problems. **Journal of Mathematical Modelling and Algorithms**, v. 5, n. 1, p. 65–89, 2006.
- [E46] GÜLCÜ, A.; KUZUCUOĞLU, A. E.; BULKAN, S. A comparison of genetic algorithms & tabu search for a course timetabling problem. **Technics Technologies Education Management**, v. 6, n. 4, p. 930–938, 2011.
- [E47] GUNAWAN, A.; NG, K. M.; POH, K. L. A hybridized Lagrangian relaxation and simulated annealing method for the course timetabling problem. **Computers & Operations Research**, v. 39, n. 12, p. 3074–3088, 2012.
- [E48] HAO, J.-K.; BENLIC, U. Lower bounds for the ITC-2007 curriculum-based course timetabling problem. **European Journal of Operational Research**, v. 212, n. 3, p. 464–472, 2011.
- [E49] HEAD, C.; SHABAN, S. A heuristic approach to simultaneous course/student timetabling. **Computers & Operations Research**, v. 34, n. 4, p. 919–933, 2007.
- [E50] JAT, S.; YANG, S. A hybrid genetic algorithm and tabu search approach for post enrolment course timetabling. **Journal of Scheduling**, v. 14, n. 6, p. 617–637, 2011.
- [E51] KANO, H.; SAKAMOTO, Y. Knowledge-based genetic algorithm for university course timetabling problems. **International Journal of Knowledge-based and Intelligent Engineering Systems**, v. 12, p. 283–294, 2008.
- [E52] KOHSHORI, M.; ABADEH, M. A Multi Population Genetic Algorithm Guided with Randomized Iterative Search for University Course Timetabling. **Advances in Information Sciences and Service Sciences**, v. 4, n. 12, p. 275–284, 2012.
- [E53] LACH, G.; LÜBBECKE, M. Curriculum based course timetabling: new solutions to Udine benchmark instances. **Annals of Operations Research**, v. 194, n. 1, p. 255–272, 2012.
- [E54] LAI, L. et al. An artificial intelligence approach to course timetabling. **International**

- Journal on Artificial Intelligence Tools**, v. 17, n. 1, p. 223–240, 2008.
- [E55] LARA-VELÁZQUEZ, P. et al. A model for timetabling problems with period spread constraints. **Journal of the Operational Research Society**, v. 62, n. 1, p. 217–222, 2010.
- [E56] LEE, J. et al. University timetabling through conceptual modeling. **International Journal of Intelligent Systems**, v. 20, n. 11, p. 1137–1160, 2005.
- [E57] LEWIS, R. A survey of metaheuristic-based techniques for university timetabling problems. **OR spectrum**, v. 30, n. 1, p. 167–190, 2008.
- [E58] LEWIS, R. A time-dependent metaheuristic algorithm for post enrolment-based course timetabling. **Annals of Operations Research**, v. 194, n. 1, p. 273–289, 2012.
- [E59] LÜ, Z.; HAO, J.; GLOVER, F. Neighborhood analysis: a case study on curriculum-based course timetabling. **Journal of Heuristics**, v. 17, n. 2, p. 97–118, 2011.
- [E60] MIHALI, R. et al. SKED: A course scheduling and advising software. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 12, n. 1, p. 1–19, 2004.
- [E61] MIRANDA, J. eClasSkeduler: A Course Scheduling System for the Executive Education Unit at the Universidad de Chile. **Interfaces**, v. 40, n. 3, p. 196–207, 2010.
- [E62] MIRHASSANI, S. A. A computational approach to enhancing course timetabling with integer programming. **Applied Mathematics and Computation**, v. 175, n. 1, p. 814–822, 2006.
- [E63] MIRHASSANI, S.; HABIBI, F. Solution approaches to the course timetabling problem. **Artificial Intelligence Review**, v. 39, n. 2, p. 133–149, 2013.
- [E64] MIRRAZAVI, S. K.; MARDLE, S. J.; TAMIZ, M. A two-phase multiple objective approach to university timetabling utilising optimisation and evolutionary solution methodologies. **Journal of the Operational Research Society**, v. 54, n. 11, p. 1155–1166, 2003.
- [E65] MÜLLER, T. ITC2007 solver description: a hybrid approach. **Annals of Operations Research**, v. 172, n. 1, p. 429–446, 2009.
- [E66] MÜLLER, T.; MURRAY, K. Comprehensive approach to student sectioning. **Annals of Operations Research**, v. 181, n. 1, p. 249–269, 2010.
- [E67] NGUYEN, K.; TRAN, N. Integer Formulation and Data Analysis of a Real-World Course Timetabling Problem. **International Journal on Computer Science and Engineering**, v. 5, n. 01, p. 51–56, 2013.
- [E68] NOTHEGGER, C. et al. Solving the post enrolment course timetabling problem by ant colony optimization. **Annals of Operations Research**, v. 194, n. 1, p. 325–339, 2012.
- [E69] PIECHOWIAK, S.; KOLSKI, C. Towards a generic object oriented decision support system for university timetabling: an interactive approach. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, v. 3, n. 1, p. 179–208, 2004.
- [E70] PONGCHAROEN, P. et al. Stochastic Optimisation Timetabling Tool for university course scheduling. **International Journal of Production Economics**, v. 112, n. 2, p. 903–918, 2008.
- [E71] QU, R.; BURKE, E. K. Hybridisations within a Graph Based Hyper-heuristic Framework for University Timetabling Problems. **Journal of the Operational Research Society**, v. 60, p. 1273–1285, 2009.
- [E72] RUDOVÁ, H.; MÜLLER, T.; MURRAY, K. Complex university course timetabling. **Journal of Scheduling**, v. 14, n. 2, p. 187–207, 2011.
- [E73] SABAR, N. R.; AYOB, M.; KENDALL, G.; QU, R. A honey-bee mating optimization algorithm for educational timetabling problems. **European Journal of Operational**

- Research**, v. 216, n. 3, p. 533–543, 2012.
- [E74] SALMAN, A.; HAMDAN, S. Differential evolution-based algorithm for solving the department's course-scheduling problem. **Kuwait Journal Of Science And Engineering**, v. 39, n. 1993, p. 175–209, 2012.
- [E75] SARIN, S. C.; WANG, Y.; VARADARAJAN, A. A university-timetabling problem and its solution using Benders' partitioning—a case study. **Journal of Scheduling**, v. 13, n. 2, p. 131–141, 2010.
- [E76] SCHIMMELPFENG, K.; HELBER, S. Application of a real-world university-course timetabling model solved by integer programming. **OR Spectrum**, v. 29, n. 4, p. 783–803, 2007.
- [E77] SHIH, S.; CHAO, C.; HSU, C. An Effective and Efficient Class-Course-Faculty Timetabling Assignment for an Educational Institute. **Life Science Journal**, v. 9, n. 1, p. 47–55, 2012.
- [E78] SMITH, W. Applying data mining to scheduling courses at a university. **Communications of the Association for Information Systems**, v.16, p. 463–474, 2005.
- [E79] SOZA, C. et al. Solving timetabling problems using a cultural algorithm. **Applied Soft Computing**, v. 11, n. 1, p. 337–344, 2011.
- [E80] STRNAD, D.; GUID, N. a Multi-Agent System for University Course Timetabling. **Applied Artificial Intelligence**, v. 21, n. 2, p. 137–153, 2007.
- [E81] TARAWNEH, H.; AYOB, M.; AHMAD, Z. A hybrid Simulated Annealing with Solutions Memory for Curriculum-based Course Timetabling Problem. **Journal of Applied Sciences**, v. 13, n. 2, p. 262–269, 2013.
- [E82] THOMPSON, G. M. Using information on unconstrained student demand to improve university course schedules. **Journal of Operations Management**, v. 23, n. 2, p. 197–208, 2005.
- [E83] UEDA, H. et al. Comparisons of genetic algorithms for timetabling problems. **Systems and Computers in Japan**, v. 35, n. 7, p. 1–12, 2004.
- [E84] WU, C.-C. Parallelizing a CLIPS-based course timetabling expert system. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 6, p. 7517–7525, 2011.
- [E85] YANG, S.; JAT, S. N. Genetic Algorithms With Guided and Local Search Strategies for University Course Timetabling. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)**, v. 41, n. 1, p. 93–106, 2011.
- [E86] YAO, K.; HUANG, W.; CHEN, D.; FANG, J. Application of Hybrid Algorithms on Course Scheduling. **ICIC Express Letters**, v. 7, n. 1, p. 5–10, 2013.
- [E87] YU, E.; SUNG, K.-S. A genetic algorithm for a university weekly courses timetabling problem. **International Transactions in Operational Research**, v. 9, n. 6, p. 703–717, 2002.
- [E88] ZHAO, J.; XU, J.; XU, K. Research on University Timetabling Problem Based on the best Decimal Chromosome Replacing GA. **Journal of Convergence Information Technology**, v. 6, n. 12, p. 137–145, 2011.

## APÊNDICE B – Conjuntos de dados das turmas

O campo "NS" contém a informação a respeito da quantidade prevista de alunos a se matricular na respectiva turma. O campo "Turno" informa o respectivo turno no qual as aulas teóricas das turmas são ministradas: "1" para manhãs, "2" para tardes e "3" para noites.

Turma	Disciplina	Professor	NS	Turno	Turma	Disciplina	Professor	NS	Turno
0	654	650	67	1	1337	1824	304	15	3
1	839	210	68	1	1338	1825	751	20	3
2	840	926	67	1	1339	1828	610	15	3
3	1066	402	77	1	1340	1829	88	19	3
4	1718	778	78	1	1341	10	322	6	1
5	1242	753	80	1	1342	14	850	50	1
6	1233	51	63	1	1343	14	850	49	1
7	1253	855	75	1	1344	15	850	39	1
8	1252	186	67	1	1345	15	850	13	1
9	1249	808	64	1	1346	259	682	20	1
10	1222	727	69	1	1347	259	546	23	1
11	1219	11	73	1	1348	260	8	21	2
12	1223	1013	71	1	1349	263	502	22	1
13	1236	306	68	1	1350	263	609	18	1
14	1240	535	80	1	1351	263	359	20	1
15	1243	894	63	1	1352	270	386	42	1
16	1244	926	64	1	1353	392	1076	58	1
17	1250	168	74	1	1354	643	423	32	1
18	1220	25	52	1	1355	644	1069	12	1
19	1224	1004	52	1	1356	1041	66	18	2
20	1255	168	55	1	1357	1041	66	19	2
21	1217	874	61	1	1358	1041	66	16	2
22	1221	706	71	1	1359	1045	173	20	1
23	1225	727	53	1	1360	1045	173	21	1
24	1226	417	55	1	1361	1045	173	17	1
25	1231	545	63	1	1362	1045	173	13	1
26	1232	577	67	1	1363	16	776	31	1
27	1234	522	54	1	1364	16	776	26	1
28	1245	926	50	1	1365	53	953	27	2
29	1218	874	53	1	1366	53	953	13	2
30	1241	91	53	1	1367	56	486	30	2
31	1246	495	55	1	1368	56	486	12	1
32	1251	186	53	1	1369	87	972	50	2
33	1242	753	79	3	1370	123	18	17	2
34	654	650	75	3	1371	260	682	23	2
35	839	210	72	3	1372	261	546	18	1
36	840	716	80	3	1373	261	422	14	1
37	1066	954	76	3	1374	264	502	15	2
38	1252	549	75	3	1375	264	609	18	1
39	1253	855	69	3	1376	266	661	32	2
40	1718	778	73	3	1377	266	682	21	2
41	1222	947	67	3	1378	266	63	27	2
42	1223	417	79	3	1379	267	661	9	1
43	1233	51	62	3	1380	267	661	19	1

44	1236	306	65	3	1381	271	978	20	1
45	1240	937	79	3	1382	271	359	30	2
46	1243	894	69	3	1383	276	141	38	3
47	1244	716	68	3	1384	283	750	20	2
48	1249	808	67	3	1385	283	1077	18	2
49	1250	168	66	3	1386	283	1026	19	2
50	1217	874	68	3	1387	646	849	11	1
51	1219	11	74	3	1388	648	423	43	2
52	1220	736	63	3	1389	986	110	23	1
53	1221	706	73	3	1390	986	634	18	1
54	1224	1004	62	3	1391	1042	1030	43	2
55	1225	727	70	3	1392	1715	642	11	3
56	1226	950	64	3	1393	1833	156	27	3
57	1231	541	67	3	1394	262	8	18	2
58	1232	577	69	3	1395	262	63	17	2
59	1234	522	66	3	1396	284	978	18	2
60	1245	716	61	3	1397	284	933	4	2
61	1255	168	62	3	1398	303	691	26	2
62	1218	874	56	3	1399	307	616	3	3
63	1241	91	59	3	1400	307	523	1	3
64	1246	495	56	3	1401	307	914	2	3
65	1065	425	74	3	1402	307	523	2	3
66	1074	316	52	3	1403	307	1017	2	3
67	831	890	52	3	1404	307	784	2	3
68	1069	402	66	3	1405	307	568	2	3
69	1809	316	49	3	1406	771	153	2	2
70	1079	80	26	3	1407	771	153	10	2
71	1071	916	27	3	1408	771	153	10	2
72	1323	172	31	3	1409	1830	305	15	3
73	1073	709	35	3	1410	1831	610	19	3
74	1076	307	24	3	1411	1832	88	19	3
75	1077	307	31	3	1412	265	609	5	1
76	1080	589	19	3	1413	265	843	10	2
77	1085	425	33	3	1414	268	422	20	1
78	1693	162	43	3	1415	268	422	18	1
79	1068	916	19	3	1416	269	407	21	2
80	1078	709	35	3	1417	272	35	32	1
81	1081	80	15	3	1418	285	407	14	2
82	1082	589	45	3	1419	285	117	6	2
83	1084	172	1	3	1420	1151	1022	48	2
84	1084	425	0	3	1421	644	1069	21	1
85	1084	307	0	3	1422	646	849	19	1
86	1084	80	0	3	1423	771	153	7	2
87	1084	954	1	3	1424	771	153	11	2
88	1083	589	13	3	1425	771	153	10	2
89	1235	541	53	1	1426	772	493	52	1
90	1235	555	57	3	1427	997	45	20	1
91	1251	549	56	3	1428	997	571	9	1
92	1230	577	54	1	1429	1004	996	20	1
93	1230	577	60	3	1430	1004	743	5	1
94	20	900	37	1	1431	1043	1030	12	1
95	20	900	35	1	1432	1043	1030	12	1
96	71	986	37	2	1433	1043	1030	14	1
97	72	3	33	1	1434	1043	1030	8	1
98	72	3	33	1	1435	1046	430	10	2
99	836	210	63	2	1436	1046	430	13	2

100	1039	443	67	2	1437	1046	430	13	2
101	71	986	39	2	1438	1046	430	5	2
102	1057	158	13	1	1439	1052	362	11	1
103	1057	158	12	1	1440	1052	362	12	1
104	1057	158	6	1	1441	1052	362	13	1
105	1057	158	13	1	1442	1052	362	6	1
106	13	801	29	2	1443	1834	156	14	3
107	13	801	21	2	1444	269	422	10	1
108	89	835	38	2	1445	645	93	20	1
109	1038	66	14	1	1446	645	93	7	1
110	1038	66	14	1	1447	649	17	21	2
111	1038	66	10	1	1448	773	1067	20	1
112	1038	66	13	1	1449	773	1067	39	1
113	1058	739	14	2	1450	774	796	31	2
114	1227	306	41	2	1451	774	796	34	2
115	1229	545	60	2	1452	774	796	15	2
116	1239	937	9	2	1453	774	796	15	2
117	1247	937	3	2	1454	774	796	13	2
118	1248	168	31	2	1455	988	528	21	1
119	1254	535	58	2	1456	988	634	22	1
120	1237	306	61	2	1457	989	166	16	1
121	1238	753	28	2	1458	989	166	17	1
122	1248	549	19	2	1459	1044	353	50	2
123	58	16	17	1	1460	1050	828	28	1
124	404	164	35	2	1461	1050	828	23	1
125	404	164	26	1	1462	1053	152	29	2
126	405	512	32	2	1463	1059	819	42	2
127	405	512	28	1	1464	1047	908	19	2
128	406	882	36	1	1465	1047	908	17	2
129	406	882	9	1	1466	1048	393	19	2
130	407	446	20	2	1467	1048	393	17	2
131	407	446	17	2	1468	1053	152	21	2
132	408	783	27	1	1469	1054	109	20	1
133	408	783	12	1	1470	1054	109	17	1
134	756	496	30	1	1471	1060	427	50	1
135	2	942	46	1	1472	273	386	34	2
136	2	942	25	1	1473	278	857	3	1
137	2	942	43	1	1474	286	960	19	2
138	2	942	26	2	1475	286	165	18	2
139	3	364	25	2	1476	287	684	16	1
140	4	388	12	1	1477	287	933	17	1
141	4	388	24	1	1478	289	750	15	2
142	4	388	26	1	1479	289	65	16	2
143	4	388	15	1	1480	990	352	11	1
144	3	364	24	1	1481	990	352	14	1
145	3	364	14	2	1482	998	571	21	1
146	453	44	41	2	1483	998	45	20	1
147	453	44	26	2	1484	999	45	12	1
148	454	832	45	1	1485	999	571	11	1
149	454	832	29	1	1486	1005	743	20	2
150	455	400	40	1	1487	1005	996	9	2
151	455	400	14	1	1488	1049	596	50	2
152	456	832	20	2	1489	1051	635	28	2
153	457	175	20	2	1490	1051	635	24	1
154	459	169	8	1	1491	1055	789	20	1
155	460	622	41	2	1492	1056	651	19	1

156	460	622	38	2	1493	1056	651	17	1
157	461	811	17	2	1494	1061	71	19	1
158	413	703	12	2	1495	1061	71	17	1
159	420	703	14	2	1496	1062	1035	26	1
160	757	659	1	1	1497	1062	1035	23	1
161	294	570	48	1	1498	1064	738	55	1
162	940	1071	23	1	1499	274	165	27	2
163	144	693	24	3	1500	288	843	8	1
164	528	579	21	2	1501	288	69	3	1
165	720	578	45	1	1502	290	166	14	2
166	297	570	17	2	1503	290	359	15	2
167	928	1071	34	1	1504	775	723	22	1
168	1141	675	27	2	1505	775	723	21	1
169	1144	55	25	2	1506	775	723	10	1
170	1146	49	22	1	1507	775	723	9	1
171	1159	104	31	2	1508	1006	743	11	2
172	1165	390	35	2	1509	1006	528	17	2
173	1166	390	23	2	1510	1055	789	23	1
174	1205	31	27	1	1511	1063	494	21	1
175	73	68	18	2	1512	1063	494	21	1
176	73	68	35	2	1513	275	1026	35	1
177	1009	124	1	1	1514	279	69	14	1
178	1147	131	25	1	1515	291	852	15	1
179	1153	966	29	2	1516	291	5	11	1
180	1563	764	46	1	1517	776	731	64	1
181	1164	104	26	1	1518	777	414	29	1
182	1166	693	10	3	1519	777	414	30	1
183	1167	131	25	2	1520	778	153	6	1
184	1152	792	18	1	1521	778	153	13	1
185	1168	619	30	1	1522	778	153	13	1
186	1211	50	36	2	1523	778	153	12	1
187	1150	24	21	1	1524	779	688	15	2
188	1161	1053	25	1	1525	994	352	13	1
189	1170	49	43	3	1526	994	352	6	1
190	1193	479	4	1	1527	995	996	14	1
191	1194	966	11	1	1528	995	996	8	1
192	1195	1053	20	1	1529	996	401	11	1
193	1196	1053	3	2	1530	996	401	7	1
194	1197	612	9	1	1531	1000	571	11	1
195	1198	966	12	1	1532	1000	45	8	1
196	1199	612	12	2	1533	1001	176	15	1
197	1200	432	9	1	1534	1001	176	12	1
198	1201	103	8	2	1535	1003	166	9	2
199	1210	432	20	2	1536	280	1026	30	1
200	65	108	21	1	1537	281	57	29	1
201	1141	675	33	2	1538	292	5	20	1
202	1143	792	34	1	1539	293	65	12	2
203	1159	104	37	2	1540	599	159	12	1
204	1164	104	31	1	1541	599	159	11	1
205	1165	390	36	1	1542	779	688	8	2
206	1205	31	23	1	1543	780	150	21	1
207	65	108	37	1	1544	780	150	11	1
208	1146	49	25	1	1545	781	360	24	1
209	1166	390	15	1	1546	781	360	12	2
210	1167	131	22	1	1547	987	634	7	1
211	1168	693	24	1	1548	987	634	2	1

212	1142	55	10	2	1549	991	352	14	1
213	1148	99	13	1	1550	991	352	5	1
214	1160	131	13	1	1551	992	358	15	1
215	1212	842	15	2	1552	992	358	19	1
216	1149	1019	7	3	1553	993	358	8	1
217	1169	582	12	1	1554	993	358	8	1
218	1154	619	8	2	1555	1002	176	10	1
219	1162	2	13	2	1556	1002	176	7	1
220	1171	932	7	1	1557	258	1026	19	1
221	1209	432	9	2	1558	282	684	19	1
222	1152	619	6	1	1559	593	830	5	2
223	1163	1019	8	2	1560	593	830	10	2
224	1172	500	14	1	1561	595	137	15	1
225	1173	2	11	1	1562	595	585	2	1
226	1175	1066	7	1	1563	594	721	15	1
227	1177	103	14	1	1564	594	721	7	1
228	1178	619	6	2	1565	600	980	12	2
229	1180	500	17	1	1566	600	449	10	2
230	1179	103	17	1	1567	602	722	14	2
231	1203	103	8	1	1568	602	722	13	2
232	1215	619	23	2	1569	596	971	8	1
233	1216	693	20	1	1570	601	878	15	2
234	1214	1066	21	2	1571	601	878	10	2
235	309	611	41	2	1572	603	370	15	2
236	433	873	22	1	1573	603	370	9	2
237	433	873	37	2	1574	596	830	8	1
238	437	340	59	2	1575	604	100	8	2
239	437	340	56	2	1576	604	100	4	2
240	438	525	39	2	1577	605	585	7	2
241	438	525	39	2	1578	605	585	6	2
242	439	884	22	2	1579	597	585	9	1
243	439	884	16	1	1580	598	838	8	1
244	440	658	47	1	1581	606	160	16	1
245	440	658	46	2	1582	1112	971	18	1
246	441	1061	41	2	1583	608	721	19	1
247	441	1061	24	2	1584	110	737	52	1
248	442	945	38	1	1585	111	898	32	1
249	442	945	36	1	1586	171	551	53	1
250	443	729	30	1	1587	395	632	30	1
251	443	729	31	1	1588	876	664	47	1
252	444	671	34	2	1589	893	381	44	1
253	444	681	28	1	1590	898	47	27	1
254	445	884	35	2	1591	1424	529	41	2
255	445	884	19	2	1592	182	149	43	1
256	450	148	47	2	1593	1661	643	41	1
257	450	148	43	2	1594	208	310	48	2
258	436	701	17	2	1595	172	901	35	1
259	446	574	25	1	1596	173	74	35	1
260	448	511	20	1	1597	174	1075	23	1
261	449	884	27	1	1598	892	348	37	1
262	688	963	18	1	1599	1184	601	33	2
263	764	611	15	1	1600	971	558	28	2
264	753	963	9	1	1601	1663	599	48	3
265	1166	479	15	2	1602	1666	149	47	3
266	294	570	31	1	1603	55	90	16	2
267	1754	524	50	3	1604	409	666	32	1

268	1316	655	51	3	1605	1563	816	8	2
269	1317	1016	49	3	1606	1186	47	32	2
270	1835	448	48	3	1607	906	1058	20	1
271	1786	1063	47	3	1608	910	381	33	1
272	1793	527	57	3	1609	1263	6	27	2
273	1329	692	47	3	1610	211	1070	51	3
274	1807	655	52	3	1611	862	86	15	1
275	1836	448	56	3	1612	904	1058	9	2
276	1796	809	55	3	1613	905	952	9	2
277	545	22	44	3	1614	911	381	33	2
278	1151	24	26	1	1615	912	816	10	2
279	1015	560	70	3	1616	913	188	7	1
280	528	720	40	3	1617	914	664	9	3
281	834	617	75	3	1618	915	146	12	3
282	1016	702	69	3	1619	916	806	9	3
283	1023	998	44	3	1620	925	86	23	2
284	1031	891	24	3	1621	683	913	1	3
285	1784	742	19	3	1622	687	913	1	3
286	1794	655	21	3	1623	690	913	1	3
287	1354	692	21	3	1624	696	913	0	3
288	1355	809	22	3	1625	696	913	1	2
289	1362	1016	2	3	1626	697	913	3	2
290	1017	354	41	3	1627	729	913	1	2
291	1018	139	37	3	1628	730	913	1	2
292	1020	142	18	3	1629	731	913	1	2
293	1024	891	23	3	1630	767	913	1	3
294	1787	527	22	3	1631	719	496	11	2
295	1800	524	24	3	1632	768	913	1	3
296	1358	1063	6	3	1633	1621	496	2	2
297	1359	524	6	3	1634	171	885	33	1
298	1360	809	8	3	1635	172	311	15	1
299	1361	448	14	3	1636	173	885	29	1
300	1019	676	21	3	1637	182	314	42	3
301	1033	702	53	3	1638	1661	583	35	1
302	1030	197	20	3	1639	208	1047	63	1
303	1034	891	40	3	1640	208	678	60	1
304	1037	560	21	3	1641	1663	85	33	1
305	1025	602	24	3	1642	655	123	29	2
306	1035	197	4	3	1643	655	123	25	2
307	1036	560	12	3	1644	897	38	36	1
308	1027	139	18	3	1645	1258	743	32	1
309	1028	676	10	3	1646	1260	112	38	1
310	1029	1018	26	3	1647	1269	411	30	2
311	1028	594	4	2	1648	1424	977	30	1
312	1028	439	3	2	1649	662	712	29	1
313	1720	441	40	3	1650	662	712	25	1
314	1719	638	42	3	1651	277	453	43	1
315	1721	193	42	3	1652	1261	932	28	2
316	1723	540	23	3	1653	1270	862	27	2
317	214	344	23	2	1654	1661	1005	23	2
318	937	745	43	2	1655	27	526	32	2
319	1722	441	11	3	1656	1264	170	14	1
320	1724	961	36	3	1657	1265	170	18	1
321	1726	569	17	3	1658	1267	411	17	1
322	1728	924	19	3	1659	27	526	27	2
323	214	344	20	2	1660	361	802	26	2

324	216	506	13	2	1661	361	802	27	2
325	216	506	14	1	1662	1266	334	14	2
326	217	510	25	2	1663	1273	862	10	2
327	218	580	24	2	1664	1648	97	64	1
328	929	745	46	2	1665	1648	97	62	2
329	930	215	34	2	1666	187	735	54	2
330	1653	97	24	2	1667	187	957	57	1
331	1725	906	13	3	1668	210	920	68	1
332	1727	638	10	3	1669	210	917	66	1
333	1729	961	14	2	1670	1275	420	10	1
334	1730	193	11	3	1671	1300	19	74	3
335	1731	569	17	2	1672	1302	19	66	3
336	12	871	25	2	1673	90	124	61	1
337	12	871	37	2	1674	210	678	28	2
338	936	226	22	2	1675	642	774	20	1
339	933	1045	19	2	1676	642	774	8	1
340	222	580	20	3	1677	1297	37	27	2
341	931	745	24	3	1678	1300	423	28	2
342	934	845	33	2	1679	1301	37	12	3
343	932	98	17	2	1680	90	124	56	1
344	1114	95	22	3	1681	105	445	61	2
345	936	948	23	3	1682	105	445	67	2
346	1117	948	22	3	1683	106	564	38	1
347	1134	694	25	3	1684	106	564	24	1
348	1135	317	18	3	1685	1303	391	10	3
349	1136	1006	10	3	1686	182	149	65	3
350	1136	1006	11	2	1687	1661	349	64	3
351	1137	948	22	3	1688	652	147	33	1
352	1130	450	27	3	1689	1663	1070	46	3
353	1131	450	23	3	1690	211	643	42	2
354	1132	892	25	3	1691	171	787	25	3
355	1133	95	22	3	1692	172	145	49	3
356	1138	84	23	3	1693	173	787	53	3
357	1139	694	18	2	1694	346	10	18	2
358	1140	317	17	2	1695	1468	282	20	3
359	1733	924	11	2	1696	1549	670	54	3
360	679	698	1	3	1697	187	859	30	3
361	136	573	50	3	1698	1355	623	42	3
362	136	18	37	3	1699	1674	113	30	3
363	124	1	49	3	1700	1674	113	32	2
364	124	1	37	3	1701	1675	113	54	3
365	125	478	49	3	1702	1676	391	15	3
366	125	478	39	3	1703	1678	670	14	3
367	131	382	28	3	1704	574	797	20	1
368	131	382	28	3	1705	586	22	28	1
369	1552	236	68	1	1706	589	734	22	2
370	118	827	21	3	1707	1298	859	63	3
371	126	968	27	3	1708	1298	859	22	2
372	126	968	25	3	1709	1304	361	3	3
373	1322	887	26	3	1710	1669	146	39	3
374	1322	887	25	3	1711	1355	623	34	2
375	1553	246	66	2	1712	46	90	13	2
376	1554	257	65	2	1713	1686	34	22	2
377	1555	264	45	2	1714	536	171	21	2
378	118	827	20	3	1715	551	429	29	1
379	119	12	35	3	1716	554	775	25	1

380	119	12	29	3	1717	1653	687	16	2
381	135	573	51	3	1718	1305	962	42	3
382	140	30	12	1	1719	1440	120	10	3
383	147	30	20	3	1720	1686	34	3	2
384	1281	435	14	1	1721	392	459	28	2
385	1285	626	34	1	1722	340	539	8	1
386	130	1002	46	3	1723	340	539	11	1
387	132	887	43	3	1724	330	77	10	2
388	133	467	48	3	1725	344	981	11	1
389	134	834	47	3	1726	354	46	10	2
390	139	637	47	3	1727	355	516	15	1
391	120	478	39	3	1728	356	931	20	1
392	121	478	6	3	1729	357	772	21	2
393	129	18	43	3	1730	518	769	48	2
394	138	814	52	3	1731	521	376	50	2
395	141	968	32	3	1732	530	826	49	2
396	128	968	31	3	1733	1262	348	19	3
397	142	973	40	3	1734	1297	962	68	3
398	119	12	8	3	1735	1299	962	18	2
399	125	1002	28	3	1736	1655	794	37	3
400	121	478	21	3	1737	1677	37	8	3
401	151	467	30	3	1738	1686	34	6	2
402	134	834	22	3	1739	485	52	29	2
403	153	382	23	3	1740	489	72	38	2
404	154	1	26	3	1741	491	767	30	2
405	120	478	26	3	1742	500	958	40	2
406	155	382	22	3	1743	503	958	39	2
407	156	990	27	3	1744	507	474	34	2
408	157	814	24	3	1745	510	509	30	2
409	158	973	26	3	1746	523	550	40	2
410	160	325	30	3	1747	525	631	28	2
411	148	325	21	3	1748	526	756	32	2
412	149	325	36	3	1749	1650	97	61	3
413	83	608	59	1	1750	340	539	5	1
414	78	39	63	1	1751	344	981	9	1
415	85	905	71	1	1752	488	579	37	3
416	122	573	46	2	1753	504	1049	32	2
417	40	465	18	1	1754	509	697	32	2
418	40	465	23	1	1755	490	346	34	3
419	40	465	13	1	1756	501	473	28	3
420	41	16	26	2	1757	505	829	32	3
421	41	16	19	2	1758	506	474	49	3
422	101	211	35	1	1759	508	941	26	3
423	101	211	32	2	1760	511	943	27	3
424	24	779	29	1	1761	524	769	30	3
425	75	41	12	2	1762	529	777	27	3
426	102	203	47	1	1763	486	579	5	2
427	88	972	58	1	1764	497	720	39	3
428	88	972	44	2	1765	498	866	30	3
429	145	598	7	2	1766	499	461	38	3
430	360	127	32	2	1767	502	204	22	3
431	360	127	34	2	1768	512	212	33	2
432	361	919	27	2	1769	516	474	30	2
433	361	919	7	2	1770	531	330	22	2
434	620	1020	45	1	1771	534	631	21	3
435	621	533	43	1	1772	882	385	47	1

436	1007	61	21	1	1773	908	30	58	3
437	1008	835	19	2	1774	182	643	43	3
438	622	603	18	1	1775	171	74	51	1
439	623	374	4	2	1776	172	889	22	1
440	624	615	27	1	1777	515	371	35	3
441	624	615	20	1	1778	520	1003	26	3
442	625	366	29	2	1779	533	1032	15	3
443	625	366	16	2	1780	897	38	49	3
444	626	588	24	2	1781	1151	604	24	1
445	1010	124	74	1	1782	1151	604	24	1
446	9	161	18	2	1783	1306	993	47	1
447	9	614	21	1	1784	1661	1005	43	3
448	9	614	16	1	1785	918	604	14	2
449	34	930	43	2	1786	848	30	10	3
450	626	588	20	2	1787	1281	517	23	1
451	627	747	29	2	1788	883	389	19	1
452	628	927	20	2	1789	917	837	30	3
453	629	983	25	2	1790	1162	36	12	3
454	629	983	24	1	1791	923	675	41	1
455	630	629	29	2	1792	924	36	5	1
456	630	629	7	2	1793	926	92	31	1
457	631	603	21	2	1794	927	19	46	1
458	631	603	16	2	1795	1636	528	10	1
459	632	480	20	1	1796	819	1051	6	1
460	632	480	4	1	1797	855	385	50	3
461	634	668	38	1	1798	1637	92	26	1
462	634	468	30	2	1799	1638	544	35	3
463	635	754	46	1	1800	1639	517	27	3
464	636	374	28	1	1801	1640	771	21	1
465	637	985	20	2	1802	996	38	9	1
466	637	985	3	2	1803	1642	36	9	1
467	650	121	32	2	1804	1643	517	11	1
468	651	147	28	2	1805	1644	837	11	1
469	27	328	43	1	1806	1645	1057	9	3
470	652	121	22	1	1807	1646	771	8	1
471	653	646	38	2	1808	863	30	17	3
472	828	896	38	2	1809	1647	604	7	3
473	1333	800	55	1	1810	51	758	16	2
474	26	328	63	1	1811	51	758	8	2
475	37	315	30	2	1812	51	758	7	2
476	37	315	37	1	1813	51	758	9	2
477	212	869	15	2	1814	52	16	34	1
478	214	757	28	2	1815	86	689	28	2
479	229	510	28	2	1816	656	988	30	1
480	230	944	29	2	1817	28	419	65	2
481	234	284	28	2	1818	663	902	45	1
482	950	141	28	2	1819	59	712	39	2
483	1615	469	29	2	1820	678	73	28	2
484	212	869	15	2	1821	112	591	68	2
485	235	295	12	2	1822	171	1065	47	1
486	235	216	11	2	1823	172	551	28	1
487	236	836	15	2	1824	182	625	48	1
488	236	836	12	2	1825	1661	85	55	1
489	237	53	14	2	1826	677	765	23	1
490	237	53	14	2	1827	677	765	31	1
491	244	944	22	2	1828	677	765	22	2

492	245	607	19	2	1829	824	1052	67	2
493	248	53	21	2	1830	850	92	24	1
494	954	944	25	2	1831	971	597	25	2
495	220	217	21	2	1832	1145	55	46	1
496	243	559	22	2	1833	1277	674	15	2
497	250	218	18	2	1834	1279	201	17	2
498	225	469	26	2	1835	1280	167	54	2
499	228	497	25	2	1836	1282	1011	27	2
500	254	219	20	2	1837	1424	49	46	2
501	1014	507	20	1	1838	1281	435	16	2
502	1734	639	10	3	1839	1286	1001	28	1
503	215	220	21	1	1840	1278	520	9	2
504	231	469	23	1	1841	848	30	11	3
505	232	456	18	1	1842	1171	984	4	2
506	238	221	21	1	1843	916	107	16	2
507	239	1041	20	1	1844	1288	626	6	1
508	240	559	19	1	1845	1289	435	4	2
509	241	222	15	1	1846	1290	472	5	2
510	242	644	20	1	1847	1291	520	8	1
511	251	456	23	1	1848	1293	107	8	1
512	953	141	21	1	1849	1294	167	5	1
513	955	223	20	1	1850	1295	810	4	1
514	956	507	20	1	1851	680	698	7	2
515	1013	507	28	1	1852	692	698	1	2
516	1256	495	32	1	1853	694	698	1	1
517	1732	9	19	2	1854	725	624	3	2
518	253	1041	18	1	1855	726	624	1	2
519	1627	836	18	1	1856	727	624	2	2
520	712	1040	1	3	1857	728	698	2	2
521	712	1040	1	3	1858	768	698	2	1
522	712	1040	1	3	1859	768	624	2	1
523	714	1040	2	3	1860	1292	107	8	2
524	715	1040	1	3	1861	1296	1001	4	2
525	715	1040	1	3	1862	679	624	1	3
526	715	1040	1	3	1863	679	698	1	3
527	716	1040	1	3	1864	679	698	1	3
528	717	1040	1	3	1865	681	698	0	2
529	340	370	15	1	1866	682	624	1	3
530	342	77	12	2	1867	682	624	1	3
531	352	313	14	1	1868	682	624	1	3
532	352	313	11	1	1869	686	698	1	3
533	392	1076	28	1	1870	686	624	1	3
534	528	876	35	2	1871	689	624	1	3
535	528	866	39	3	1872	692	624	1	3
536	1522	224	39	3	1873	718	698	5	2
537	1522	225	49	3	1874	718	698	1	2
538	50	337	17	1	1875	679	698	1	3
539	50	337	20	1	1876	679	698	1	3
540	841	102	30	3	1877	679	698	1	3
541	1482	227	16	3	1878	1753	426	39	3
542	50	337	19	1	1879	1755	351	39	3
543	732	1040	3	2	1880	1758	405	52	3
544	733	1040	4	2	1881	1759	184	39	3
545	734	1040	2	2	1882	1746	910	23	3
546	182	583	14	1	1883	1747	426	22	3
547	1661	583	36	2	1884	1748	627	23	3

548	693	963	7	1	1885	1749	426	22	3
549	745	963	8	2	1886	1750	426	22	3
550	747	543	6	1	1887	1751	627	18	3
551	749	543	2	2	1888	1752	627	20	3
552	750	543	5	2	1889	1754	351	39	3
553	751	543	3	2	1890	1756	405	39	3
554	754	543	1	2	1891	1760	910	21	3
555	685	570	17	2	1892	1761	627	27	3
556	746	151	6	2	1893	1762	184	25	3
557	748	151	13	1	1894	1763	910	25	3
558	928	1071	22	1	1895	1800	351	26	3
559	182	656	39	1	1896	1765	351	26	3
560	96	209	35	2	1897	353	34	41	2
561	843	621	32	2	1898	907	381	28	3
562	1650	529	36	2	1899	1680	623	18	3
563	1661	1005	38	1	1900	698	645	1	3
564	892	348	16	3	1901	698	554	1	3
565	1655	794	20	2	1902	698	715	1	3
566	208	349	35	2	1903	698	715	1	3
567	1663	599	30	2	1904	701	554	2	3
568	1671	207	9	2	1905	702	715	1	3
569	214	936	19	1	1906	765	645	13	2
570	937	154	34	1	1907	735	715	1	2
571	234	228	30	1	1908	736	715	1	2
572	1630	977	31	1	1909	737	645	1	2
573	1666	349	41	2	1910	738	715	1	2
574	527	1003	54	1	1911	739	554	1	2
575	528	489	26	1	1912	105	203	38	2
576	844	321	7	1	1913	1661	26	24	2
577	844	321	2	1	1914	766	554	13	2
578	878	36	3	3	1915	842	146	42	1
579	1281	517	12	1	1916	944	745	11	2
580	881	36	2	1	1917	1424	794	41	1
581	1213	48	2	1	1918	137	1024	39	1
582	1465	531	25	2	1919	146	932	6	1
583	1519	868	56	2	1920	211	27	12	1
584	1520	987	51	2	1921	1661	678	48	2
585	1521	190	52	2	1922	208	488	10	1
586	1630	384	29	1	1923	1663	1047	18	1
587	214	912	19	1	1924	451	811	9	2
588	214	1077	26	2	1925	1631	644	19	2
589	223	181	28	2	1926	1632	456	12	1
590	225	229	15	2	1927	1424	310	48	2
591	225	230	13	2	1928	162	355	4	2
592	247	630	15	2	1929	163	451	19	1
593	247	630	13	2	1930	164	451	12	1
594	255	464	28	2	1931	334	572	45	1
595	480	557	31	1	1932	334	572	45	1
596	480	557	38	1	1933	353	399	44	1
597	481	846	47	1	1934	362	329	61	2
598	481	846	24	1	1935	362	662	60	2
599	482	705	58	1	1936	400	111	11	1
600	483	557	60	1	1937	398	666	11	2
601	527	769	39	1	1938	399	783	2	1
602	837	896	62	2	1939	415	964	24	2
603	879	383	1	2	1940	558	1025	32	3

604	884	621	6	2	1941	582	707	32	3
605	885	146	20	2	1942	673	519	24	2
606	886	144	2	2	1943	673	519	10	2
607	894	383	7	1	1944	674	748	13	2
608	895	816	5	2	1945	674	748	13	2
609	937	154	28	1	1946	820	677	17	2
610	1490	793	10	2	1947	820	677	12	2
611	1478	795	8	2	1948	878	36	10	3
612	1481	795	11	2	1949	559	717	48	3
613	1498	763	19	2	1950	877	837	12	3
614	1499	231	27	2	1951	881	36	3	1
615	1518	180	17	2	1952	854	92	4	1
616	1527	867	19	2	1953	1413	807	20	3
617	226	232	17	2	1954	471	89	4	2
618	227	536	49	3	1955	96	209	41	1
619	233	586	24	1	1956	780	150	2	2
620	829	896	21	2	1957	868	485	15	2
621	887	821	3	2	1958	875	485	7	2
622	889	146	7	1	1959	1128	766	3	1
623	909	207	3	2	1960	1720	970	11	1
624	938	154	32	1	1961	333	572	37	1
625	951	536	14	2	1962	333	572	26	1
626	1525	67	20	2	1963	333	572	39	1
627	1606	233	15	2	1964	333	572	34	1
628	1606	234	11	1	1965	1661	1070	48	2
629	1607	586	30	2	1966	699	715	6	2
630	1608	464	23	3	1967	735	554	4	2
631	1609	536	22	2	1968	738	554	1	2
632	1614	384	25	1	1969	182	656	50	2
633	1624	510	29	1	1970	522	863	36	3
634	1672	741	6	1	1971	698	645	0	2
635	214	235	22	3	1972	698	554	1	2
636	219	936	21	1	1973	698	645	1	2
637	221	879	21	1	1974	700	715	2	1
638	224	138	23	3	1975	701	715	1	1
639	225	237	14	3	1976	701	715	1	2
640	225	238	10	3	1977	703	554	2	3
641	234	239	20	3	1978	704	554	1	3
642	247	630	11	2	1979	779	688	9	2
643	247	630	10	2	1980	1649	529	7	1
644	494	829	36	2	1981	187	641	21	3
645	942	845	20	1	1982	29	696	50	1
646	942	845	15	1	1983	330	725	30	1
647	1458	793	7	2	1984	330	725	34	1
648	1480	326	10	2	1985	353	862	30	2
649	1501	122	32	2	1986	368	129	31	2
650	1516	867	11	2	1987	369	749	50	2
651	1611	464	5	3	1988	534	734	20	3
652	1613	497	27	2	1989	1651	687	6	1
653	1614	384	17	2	1990	1737	822	31	2
654	1616	138	15	3	1991	1738	893	31	2
655	1618	240	17	3	1992	1739	0	31	2
656	235	839	20	2	1993	1740	893	31	2
657	235	839	10	1	1994	1741	556	31	2
658	1625	606	16	3	1995	11	161	48	2
659	212	869	13	1	1996	361	447	8	1

660	212	592	7	2	1997	361	447	23	1
661	218	344	16	1	1998	502	734	17	3
662	219	936	15	3	1999	891	188	17	2
663	221	879	19	1	2000	1274	862	31	2
664	221	879	18	2	2001	1455	283	16	2
665	253	241	19	3	2002	187	641	12	2
666	256	242	16	2	2003	1742	1044	26	3
667	939	606	31	1	2004	1766	552	17	2
668	943	845	30	1	2005	1767	897	18	2
669	946	497	31	1	2006	1768	897	18	3
670	950	141	16	2	2007	1769	0	18	2
671	1479	60	8	2	2008	1770	822	22	3
672	1612	138	17	2	2009	186	633	17	1
673	1617	243	20	3	2010	188	130	31	1
674	1619	244	33	3	2011	190	179	27	1
675	1628	904	19	2	2012	191	633	30	1
676	1629	536	21	3	2013	358	375	31	1
677	1466	1007	33	2	2014	358	375	28	2
678	1467	20	14	2	2015	358	476	22	2
679	1475	575	6	2	2016	358	476	22	2
680	1477	909	12	2	2017	361	976	25	1
681	1473	1007	11	2	2018	361	976	28	1
682	1474	909	9	2	2019	361	1074	22	1
683	1476	575	9	2	2020	361	1074	9	2
684	527	847	44	3	2021	370	183	27	2
685	720	730	27	1	2022	838	210	53	2
686	1620	1071	11	1	2023	1549	1011	21	1
687	1620	1071	7	1	2024	1782	959	40	3
688	759	1071	6	2	2025	1810	982	51	2
689	760	691	4	2	2026	1811	323	52	2
690	752	151	5	1	2027	192	547	11	1
691	1690	409	45	3	2028	353	931	41	1
692	1691	872	39	3	2029	372	466	22	1
693	1692	162	44	3	2030	528	116	51	3
694	1695	918	47	3	2031	528	876	42	3
695	1696	4	40	3	2032	528	346	29	2
696	1698	740	39	3	2033	528	376	26	2
697	1700	434	47	3	2034	599	1036	23	1
698	1707	726	44	3	2035	599	1036	29	1
699	1713	642	48	3	2036	1038	147	40	1
700	1714	455	54	3	2037	1068	954	36	3
701	115	737	19	1	2038	1268	993	5	1
702	115	737	18	1	2039	1550	844	55	2
703	1702	880	31	3	2040	1781	733	45	3
704	1704	342	35	3	2041	1783	982	36	3
705	1704	342	21	3	2042	1784	713	34	3
706	59	347	36	2	2043	1784	713	27	3
707	60	347	28	2	2044	1789	652	28	3
708	92	576	18	2	2045	1790	851	29	3
709	92	576	22	2	2046	1791	379	39	3
710	98	61	12	1	2047	1792	323	34	3
711	98	61	11	1	2048	1793	40	30	3
712	61	90	41	1	2049	1796	339	26	3
713	93	203	8	1	2050	1797	752	25	3
714	93	203	8	1	2051	1800	37	39	3
715	94	1059	40	1	2052	1806	323	34	3

716	95	174	17	1	2053	1809	379	49	2
717	116	835	25	1	2054	1812	64	52	2
718	311	875	22	3	2055	1813	323	41	2
719	311	309	24	3	2056	1814	859	40	2
720	312	781	28	3	2057	1815	652	41	2
721	313	245	28	3	2058	1816	64	41	2
722	313	247	21	3	2059	1817	1016	40	2
723	462	320	19	2	2060	1818	1016	1	2
724	1180	440	29	1	2061	1836	751	24	3
725	464	320	51	2	2062	1551	957	37	2
726	464	320	56	2	2063	371	466	17	1
727	465	189	60	1	2064	527	640	31	3
728	465	189	40	1	2065	830	965	40	2
729	466	690	30	2	2066	1067	954	41	2
730	466	690	41	2	2067	1778	982	40	2
731	467	969	25	1	2068	1779	959	39	2
732	467	969	41	2	2069	1780	959	39	2
733	468	440	20	1	2070	1785	323	41	2
734	468	440	22	1	2071	1786	64	34	2
735	116	404	5	1	2072	1802	752	6	2
736	99	445	4	1	2073	1803	733	32	3
737	99	445	5	1	2074	1804	713	38	3
738	103	576	16	1	2075	1805	64	24	3
739	104	174	22	2	2076	1835	1029	41	2
740	314	248	19	3	2077	1837	1029	23	3
741	315	833	18	3	2078	373	183	21	1
742	316	309	10	3	2079	374	129	17	2
743	325	746	19	3	2080	375	206	18	2
744	329	611	21	3	2081	600	418	24	2
745	952	249	18	3	2082	1260	764	12	1
746	39	16	6	2	2083	1787	40	33	2
747	42	486	11	2	2084	1788	733	30	2
748	316	13	12	2	2085	1794	851	24	2
749	317	250	12	3	2086	1795	652	18	2
750	317	251	6	2	2087	1796	339	27	2
751	323	875	28	3	2088	1797	752	25	2
752	324	252	22	3	2089	1798	396	22	2
753	382	888	12	1	2090	1799	752	19	2
754	38	378	5	1	2091	1801	40	24	2
755	38	378	13	1	2092	1807	851	23	2
756	59	347	25	2	2093	376	196	11	2
757	97	1059	34	2	2094	377	749	31	3
758	115	737	17	2	2095	378	206	22	1
759	115	737	17	2	2096	381	129	35	2
760	1453	253	5	3	2097	434	343	9	2
761	11	782	18	1	2098	851	377	2	1
762	97	505	18	2	2099	866	144	2	1
763	784	999	15	1	2100	1681	749	22	2
764	1454	254	21	3	2101	1682	206	17	1
765	1492	628	34	3	2102	166	989	43	2
766	1493	600	37	3	2103	185	406	8	1
767	1531	82	41	3	2104	193	995	19	1
768	1532	28	36	3	2105	210	633	54	1
769	1534	987	19	3	2106	383	196	47	1
770	116	1059	8	1	2107	417	187	12	2
771	1120	95	30	2	2108	1272	170	36	2

772	1158	977	30	3	2109	117	505	31	2
773	1205	499	30	3	2110	195	995	29	3
774	1413	120	10	3	2111	197	406	19	3
775	1489	255	5	3	2112	200	335	6	2
776	1498	680	23	2	2113	201	81	7	2
777	1517	992	35	2	2114	202	484	41	2
778	1519	256	32	3	2115	202	735	16	2
779	1690	409	38	2	2116	519	876	42	2
780	1707	4	33	2	2117	592	159	21	1
781	1709	372	33	2	2118	592	159	7	1
782	1713	642	31	2	2119	610	100	21	1
783	49	951	12	1	2120	610	100	10	1
784	89	404	30	2	2121	611	722	21	1
785	1149	1019	17	3	2122	611	722	10	1
786	1150	24	11	3	2123	612	137	20	1
787	1151	312	17	3	2124	612	449	10	1
788	1156	842	12	3	2125	166	989	33	2
789	1157	387	28	3	2126	210	678	38	1
790	1161	50	12	3	2127	383	888	45	1
791	1181	1024	31	3	2128	493	371	36	2
792	1182	842	4	3	2129	519	587	43	1
793	1183	350	11	3	2130	606	160	14	1
794	1184	99	21	3	2131	614	1036	14	1
795	1185	458	7	3	2132	615	418	14	1
796	1206	50	39	3	2133	616	449	31	1
797	1207	50	14	3	2134	1112	1048	18	1
798	1518	258	19	3	2135	852	146	12	2
799	1539	763	13	3	2136	883	389	4	1
800	1695	918	32	2	2137	1171	940	21	1
801	1696	54	27	2	2138	867	144	6	1
802	1697	918	9	2	2139	352	931	39	2
803	1699	726	7	2	2140	364	58	15	1
804	1700	434	12	2	2141	495	620	16	2
805	1702	880	22	2	2142	496	620	16	2
806	1703	740	20	2	2143	782	796	6	1
807	1708	115	16	2	2144	783	70	3	1
808	1714	455	10	2	2145	859	48	14	1
809	99	445	4	1	2146	1302	666	5	2
810	107	203	6	2	2147	364	58	15	1
811	107	203	6	2	2148	1288	187	4	2
812	108	620	11	1	2149	857	979	4	1
813	319	259	34	2	2150	860	377	2	1
814	528	876	33	2	2151	861	1080	4	2
815	1021	594	48	2	2152	869	1080	10	2
816	1163	1019	3	3	2153	870	188	4	2
817	1186	312	9	3	2154	873	771	12	1
818	1187	350	6	3	2155	1086	192	30	1
819	1188	312	7	3	2156	84	140	59	2
820	1189	499	15	3	2157	613	878	16	1
821	1190	458	4	3	2158	871	979	2	1
822	1191	99	5	3	2159	872	764	2	1
823	1202	387	3	2	2160	874	771	2	2
824	1694	773	9	2	2161	876	764	20	1
825	1706	49	18	3	2162	21	930	10	2
826	1706	4	15	2	2163	85	689	56	1
827	1710	342	44	1	2164	88	799	17	2

828	1711	115	22	2	2165	30	419	50	1
829	1712	740	20	3	2166	657	864	40	1
830	1717	409	18	2	2167	88	799	15	2
831	54	951	16	2	2168	1088	416	31	1
832	54	951	37	1	2169	1108	660	32	2
833	321	1038	30	2	2170	657	864	31	1
834	561	260	35	2	2171	675	331	40	1
835	1	782	5	2	2172	675	331	30	1
836	1551	504	40	3	2173	676	498	39	2
837	320	501	17	3	2174	676	498	29	1
838	396	888	6	2	2175	1090	1000	39	2
839	410	101	7	2	2176	1091	416	38	2
840	414	994	67	2	2177	1092	403	38	1
841	414	955	65	2	2178	1093	660	20	2
842	415	437	60	1	2179	1093	660	19	1
843	415	437	43	1	2180	1094	648	42	1
844	851	949	52	2	2181	1107	665	31	2
845	851	949	55	2	2182	825	1079	35	2
846	417	856	40	2	2183	825	1079	28	2
847	417	856	40	1	2184	826	1023	32	2
848	1288	673	30	2	2185	826	1023	29	2
849	1288	673	24	2	2186	1089	799	42	2
850	422	934	57	1	2187	1095	403	31	1
851	785	1033	10	1	2188	1096	648	23	2
852	835	890	14	3	2189	1097	1064	26	2
853	1026	142	11	2	2190	1098	1064	28	1
854	1192	387	6	3	2191	1099	665	32	2
855	1413	807	28	1	2192	1100	1000	31	1
856	422	934	61	1	2193	1101	443	30	1
857	827	877	5	3	2194	1106	192	32	2
858	1415	807	20	3	2195	33	419	52	2
859	1714	778	40	3	2196	661	356	10	2
860	786	613	10	1	2197	661	356	11	1
861	787	471	3	2	2198	1102	854	43	2
862	213	1077	11	1	2199	1103	1000	33	2
863	788	428	19	2	2200	1104	15	26	2
864	788	428	16	2	2201	1105	648	32	1
865	788	428	20	2	2202	1425	1064	11	1
866	788	428	8	2	2203	658	650	24	2
867	789	1008	27	1	2204	658	650	25	2
868	789	1008	26	1	2205	660	1031	51	1
869	789	1008	26	1	2206	661	356	10	1
870	790	613	17	1	2207	661	356	11	2
871	790	613	15	1	2208	661	356	11	1
872	1122	991	12	1	2209	668	29	63	2
873	257	684	13	1	2210	669	1060	53	2
874	790	613	11	1	2211	821	928	9	1
875	791	563	7	2	2212	821	928	11	1
876	791	563	15	2	2213	821	928	11	1
877	791	563	13	1	2214	821	928	11	1
878	791	563	7	1	2215	821	928	11	2
879	792	471	50	1	2216	353	449	35	1
880	947	745	16	1	2217	353	490	28	3
881	1115	593	15	1	2218	706	534	7	2
882	1119	593	24	2	2219	741	534	4	2
883	1121	853	13	1	2220	742	534	2	2

884	793	194	11	1	2221	743	659	3	2
885	793	194	10	1	2222	744	730	1	2
886	793	194	13	1	2223	1279	201	2	2
887	793	194	12	1	2224	1279	201	5	1
888	793	194	7	2	2225	1306	112	37	3
889	793	194	9	2	2226	187	641	23	2
890	1118	450	8	3	2227	705	730	1	3
891	1123	95	14	1	2228	705	534	1	3
892	1124	333	15	1	2229	705	534	1	3
893	1125	991	15	1	2230	708	496	2	1
894	1126	892	13	1	2231	767	496	2	1
895	1127	136	18	1	2232	710	659	2	2
896	1129	333	16	1	2233	769	659	5	1
897	1461	261	46	2	2234	770	659	6	1
898	45	347	10	1	2235	763	691	1	2
899	1705	115	12	2	2236	1414	367	22	1
900	60	347	8	2	2237	957	487	37	2
901	100	898	18	1	2238	958	470	12	1
902	100	898	10	1	2239	959	558	8	1
903	758	496	12	1	2240	973	886	11	2
904	761	784	3	2	2241	1414	367	20	1
905	762	730	3	2	2242	961	1062	4	2
906	303	691	2	2	2243	963	518	5	2
907	948	1071	17	1	2244	968	79	10	1
908	695	691	10	2	2245	972	1081	5	2
909	877	837	13	3	2246	974	1081	16	2
910	1440	120	17	2	2247	975	805	6	1
911	78	804	58	1	2248	976	805	9	1
912	79	537	60	2	2249	977	647	7	2
913	182	542	30	2	2250	984	380	13	1
914	187	484	20	1	2251	962	415	13	1
915	1666	412	21	1	2252	964	518	11	2
916	1661	542	36	2	2253	965	567	11	1
917	180	481	24	2	2254	967	78	0	1
918	362	127	51	1	2255	969	886	4	1
919	1490	262	4	3	2256	978	711	10	2
920	1497	263	15	3	2257	980	711	0	2
921	182	412	33	2	2258	438	597	4	1
922	811	1054	9	1	2259	960	491	10	1
923	811	1054	10	1	2260	966	78	2	1
924	811	1054	8	2	2261	979	1062	0	2
925	1540	600	20	3	2262	981	380	0	1
926	1508	1027	11	3	2263	982	647	6	1
927	1544	987	12	3	2264	983	415	3	2
928	1661	488	34	2	2265	740	578	1	2
929	246	745	24	3	2266	1808	544	18	3
930	794	392	17	2	2267	194	504	42	3
931	794	392	21	2	2268	659	679	27	1
932	794	392	10	2	2269	659	679	26	2
933	795	345	16	1	2270	659	679	10	2
934	811	1054	7	2	2271	659	679	10	2
935	811	1054	8	2	2272	665	106	12	1
936	811	1054	8	2	2273	665	106	9	1
937	23	475	39	1	2274	665	106	10	2
938	48	861	30	1	2275	665	106	10	2
939	48	861	11	1	2276	666	1042	12	1

940	419	817	44	1	2277	666	1042	9	1
941	419	817	45	1	2278	666	1042	10	2
942	795	345	17	1	2279	666	1042	10	1
943	795	345	10	2	2280	667	704	12	2
944	795	345	10	2	2281	667	704	9	2
945	796	199	21	2	2282	667	704	10	1
946	796	199	12	2	2283	667	704	10	1
947	796	199	7	2	2284	670	514	13	2
948	796	199	8	2	2285	670	514	8	2
949	890	321	7	1	2286	670	514	10	2
950	1500	265	7	3	2287	670	514	10	2
951	1664	899	9	2	2288	671	29	12	2
952	797	798	54	1	2289	671	29	9	2
953	813	824	9	2	2290	671	29	10	2
954	813	824	8	2	2291	671	29	10	2
955	813	824	9	2	2292	672	338	12	2
956	1498	1027	16	3	2293	672	338	9	1
957	24	759	52	2	2294	672	338	10	2
958	566	413	49	2	2295	672	338	10	2
959	544	686	41	1	2296	822	457	41	2
960	547	444	44	1	2297	1228	1079	42	2
961	572	7	41	1	2298	184	27	26	3
962	573	59	32	1	2299	171	311	31	3
963	633	1020	54	2	2300	186	625	24	3
964	798	708	10	2	2301	188	412	54	3
965	799	925	4	3	2302	190	179	54	3
966	813	824	5	2	2303	76	695	60	1
967	813	824	4	2	2304	77	68	57	2
968	813	824	8	2	2305	80	905	69	2
969	1521	28	33	2	2306	191	481	54	3
970	109	211	21	1	2307	74	689	30	2
971	109	211	38	2	2308	81	695	43	2
972	541	14	56	1	2309	192	649	17	3
973	543	1068	28	1	2310	193	649	39	3
974	552	424	38	1	2311	383	632	50	1
975	567	22	15	1	2312	1572	530	46	1
976	567	22	20	1	2313	105	997	44	2
977	570	454	49	1	2314	22	475	37	2
978	723	554	13	2	2315	25	475	18	2
979	724	659	1	2	2316	32	475	18	1
980	800	798	60	1	2317	199	208	14	3
981	527	769	23	2	2318	200	335	6	3
982	528	720	54	1	2319	1469	285	31	2
983	548	454	34	1	2320	1469	397	21	2
984	553	717	33	1	2321	1469	96	38	3
985	556	368	38	1	2322	1574	997	40	1
986	574	797	30	1	2323	572	7	42	3
987	581	454	55	1	2324	564	454	50	3
988	583	171	52	1	2325	1575	364	29	2
989	586	1037	34	1	2326	57	870	33	1
990	801	471	14	1	2327	565	482	50	3
991	814	1021	8	1	2328	804	428	31	1
992	814	1021	8	1	2329	1469	96	22	2
993	814	1021	4	2	2330	547	444	16	3
994	814	1021	8	1	2331	551	429	22	2
995	814	1021	9	1	2332	569	788	20	3

996	1464	1046	24	2	2333	578	413	21	3
997	1468	33	23	2	2334	550	482	23	3
998	1491	724	35	2	2335	562	788	49	2
999	1519	868	37	2	2336	566	433	40	2
1000	1520	628	34	2	2337	591	895	48	2
1001	1530	266	28	2	2338	1551	860	25	2
1002	1545	125	9	3	2339	211	87	13	3
1003	1546	125	4	3	2340	705	578	1	3
1004	1548	267	2	3	2341	707	578	1	3
1005	62	732	68	1	2342	709	578	1	3
1006	167	508	42	1	2343	711	578	1	3
1007	167	989	27	2	2344	722	578	11	2
1008	167	74	41	1	2345	1336	286	39	3
1009	167	812	27	1	2346	1240	287	2	3
1010	555	413	30	2	2347	833	865	65	3
1011	560	424	50	2	2348	1308	308	65	3
1012	577	178	35	2	2349	1320	581	42	3
1013	584	929	44	2	2350	1321	755	70	3
1014	588	797	15	1	2351	1322	398	69	3
1015	589	734	14	2	2352	1323	538	51	3
1016	590	213	29	2	2353	1337	548	36	3
1017	802	1008	22	1	2354	1022	142	40	2
1018	803	798	58	1	2355	1757	184	39	3
1019	1471	562	19	2	2356	1661	917	47	1
1020	1499	268	20	2	2357	1394	618	17	1
1021	1508	125	4	3	2358	1394	618	18	1
1022	1510	946	1	2	2359	1437	32	40	2
1023	1518	477	20	2	2360	1418	653	38	2
1024	1523	881	10	2	2361	1419	719	38	1
1025	424	340	13	2	2362	1511	288	33	1
1026	425	319	12	1	2363	1512	939	31	2
1027	426	395	13	2	2364	1513	289	31	2
1028	427	75	12	2	2365	1613	497	25	3
1029	428	818	52	1	2366	227	181	18	3
1030	428	818	48	1	2367	862	940	10	1
1031	429	967	28	2	2368	721	578	3	2
1032	429	967	21	1	2369	709	534	1	3
1033	429	967	34	1	2370	708	534	1	3
1034	430	133	32	2	2371	768	534	1	3
1035	430	133	17	1	2372	1464	552	27	3
1036	431	1043	44	1	2373	1335	552	22	2
1037	431	1043	21	1	2374	1336	290	32	1
1038	432	336	32	2	2375	771	153	7	2
1039	432	669	34	2	2376	778	153	16	1
1040	494	550	50	3	2377	1309	654	24	3
1041	537	1037	67	1	2378	1325	105	20	3
1042	538	368	72	1	2379	1326	654	33	3
1043	573	178	70	2	2380	1327	308	33	3
1044	572	7	70	1	2381	1328	503	33	3
1045	807	584	31	1	2382	1330	755	26	3
1046	807	584	28	1	2383	1331	602	26	3
1047	1459	33	8	2	2384	1332	538	27	3
1048	1525	67	10	2	2385	1337	20	16	1
1049	1527	82	11	2	2386	44	378	10	1
1050	1529	561	9	2	2387	353	399	53	2
1051	808	373	31	2	2388	469	1028	41	1

1052	1460	1046	11	2	2389	467	969	32	1
1053	1470	269	7	2	2390	400	111	9	2
1054	1472	270	10	2	2391	400	111	16	2
1055	1547	790	1	3	2392	403	840	20	2
1056	171	786	33	1	2393	452	94	24	1
1057	172	565	22	1	2394	210	314	58	2
1058	1483	768	16	2	2395	358	452	41	2
1059	1484	318	6	2	2396	361	329	31	2
1060	1492	1056	63	3	2397	1577	114	46	1
1061	1494	825	66	3	2398	1578	553	44	1
1062	1495	271	65	3	2399	1579	530	13	1
1063	1496	680	63	3	2400	97	114	38	1
1064	1506	939	35	3	2401	480	553	12	2
1065	1509	790	1	3	2402	1581	114	7	2
1066	1532	28	66	3	2403	473	114	16	2
1067	173	1050	21	1	2404	1584	557	29	1
1068	174	889	16	1	2405	1585	163	20	2
1069	294	903	27	1	2406	1586	530	31	2
1070	309	143	26	1	2407	1587	858	37	1
1071	808	373	31	2	2408	1588	513	29	1
1072	928	784	26	1	2409	1590	553	32	2
1073	1486	318	5	2	2410	1591	997	17	2
1074	1487	318	5	2	2411	1592	553	20	2
1075	1488	318	4	2	2412	1596	89	9	2
1076	1502	939	15	3	2413	1603	557	8	1
1077	1503	791	37	3	2414	1576	513	22	1
1078	1504	825	34	3	2415	1589	530	11	2
1079	1505	939	34	3	2416	1593	530	12	1
1080	1535	272	62	3	2417	1594	357	10	1
1081	1536	724	59	3	2418	1595	553	7	2
1082	1537	273	61	3	2419	1597	997	8	1
1083	1538	1011	57	3	2420	1598	938	12	1
1084	1541	274	55	3	2421	1599	163	7	2
1085	1542	275	62	3	2422	1600	163	9	2
1086	171	205	26	1	2423	1604	938	11	1
1087	172	436	27	1	2424	921	135	41	1
1088	297	903	14	1	2425	1413	327	43	1
1089	298	143	21	1	2426	1552	1012	42	2
1090	299	616	17	1	2427	1555	728	26	2
1091	300	914	17	1	2428	1556	728	17	2
1092	805	394	46	2	2429	1558	462	17	2
1093	817	1015	9	1	2430	1559	803	41	1
1094	817	1015	8	1	2431	1649	687	42	1
1095	940	784	18	1	2432	1656	195	17	1
1096	295	276	12	1	2433	1657	462	16	2
1097	301	143	15	1	2434	1658	135	8	2
1098	302	523	18	2	2435	421	817	19	1
1099	305	914	16	1	2436	423	410	30	1
1100	527	847	35	2	2437	1413	120	47	2
1101	528	866	48	2	2438	1553	462	27	2
1102	806	134	70	1	2439	1554	728	18	2
1103	815	823	5	1	2440	1674	135	30	2
1104	817	1015	9	1	2441	1560	42	14	1
1105	817	1015	6	1	2442	1561	915	20	1
1106	941	784	19	1	2443	1659	657	18	1
1107	1498	831	24	3	2444	1670	915	12	2

1108	1499	67	32	3	2445	565	482	41	1
1109	1518	1027	32	3	2446	1670	915	12	2
1110	1519	868	38	3	2447	1601	553	4	1
1111	1521	277	35	3	2448	1659	657	15	1
1112	1529	561	20	3	2449	1668	710	4	2
1113	295	278	11	1	2450	484	357	22	2
1114	304	143	15	1	2451	1469	291	26	3
1115	306	185	22	1	2452	331	206	26	1
1116	308	568	2	1	2453	487	371	0	2
1117	310	523	11	1	2454	1413	177	41	2
1118	758	185	11	1	2455	1552	1012	46	2
1119	1523	881	25	3	2456	1649	529	43	1
1120	1524	921	8	3	2457	920	657	42	2
1121	1525	279	21	3	2458	1404	62	26	1
1122	1526	82	30	3	2459	1404	62	43	2
1123	1527	867	44	3	2460	1406	62	47	1
1124	1528	921	20	3	2461	1661	314	59	1
1125	815	823	6	1	2462	1411	618	22	1
1126	815	823	5	1	2463	1411	618	20	2
1127	815	823	7	1	2464	1395	663	19	2
1128	815	823	8	2	2465	1399	463	45	1
1129	815	823	7	2	2466	684	151	8	2
1130	815	823	6	2	2467	829	896	45	2
1131	815	823	6	2	2468	1395	663	19	2
1132	816	974	6	1	2469	1396	719	26	1
1133	816	974	4	1	2470	1405	653	44	2
1134	816	974	7	1	2471	1408	463	46	2
1135	816	974	6	1	2472	696	913	2	3
1136	816	974	7	1	2473	705	534	1	3
1137	816	974	7	1	2474	705	534	1	3
1138	816	974	7	1	2475	1398	780	45	1
1139	818	324	8	1	2476	1400	636	45	2
1140	818	324	8	1	2477	1410	1014	35	2
1141	818	324	9	1	2478	1420	83	37	2
1142	182	920	9	2	2479	1430	32	30	1
1143	187	957	36	1	2480	1431	813	29	1
1144	809	1039	23	2	2481	1434	813	46	2
1145	809	1039	26	1	2482	705	578	1	3
1146	810	118	18	1	2483	713	1040	3	2
1147	810	126	31	1	2484	1397	367	41	1
1148	167	145	34	2	2485	1401	636	11	2
1149	113	591	47	3	2486	1409	83	33	2
1150	29	1009	46	3	2487	1433	463	26	1
1151	1375	1082	32	2	2488	1429	76	16	2
1152	1376	800	43	3	2489	1437	32	43	1
1153	1377	132	46	2	2490	1438	653	22	1
1154	1378	433	24	3	2491	1438	653	22	1
1155	1379	922	29	2	2492	1438	128	14	2
1156	572	433	33	2	2493	1438	128	14	2
1157	1382	848	22	3	2494	1439	923	41	1
1158	1388	363	47	3	2495	1440	780	21	2
1159	31	776	21	3	2496	1440	780	5	2
1160	572	433	24	3	2497	1440	421	2	2
1161	1381	605	24	3	2498	1440	421	8	2
1162	1383	363	21	3	2499	1441	883	8	2
1163	1384	132	20	3	2500	1441	883	25	2

1164	1385	922	19	3	2501	1442	201	28	1
1165	1389	770	19	2	2502	1443	935	30	2
1166	1390	848	21	3	2503	1444	1014	37	2
1167	1391	1082	20	1	2504	1445	935	36	2
1168	1386	605	22	1	2505	1446	438	28	2
1169	1387	1082	17	3	2506	1447	83	21	2
1170	1392	433	20	2	2507	1448	636	42	2
1171	1393	848	31	2	2508	1451	438	10	2
1172	165	508	48	2	2509	1605	630	23	1
1173	202	484	49	1	2510	1634	181	28	2
1174	202	735	45	1	2511	1635	904	23	3
1175	35	315	31	1	2512	1469	532	7	2
1176	35	315	18	1	2513	1633	586	19	3
1177	36	841	22	1	2514	392	956	17	2
1178	36	841	26	2	2515	1347	800	45	3
1179	36	841	8	2	2516	1348	515	54	3
1180	161	565	5	1	2517	1349	672	48	3
1181	168	408	2	1	2518	1350	770	44	3
1182	169	408	1	1	2519	1357	56	44	3
1183	170	889	7	2	2520	1685	888	17	1
1184	171	718	26	1	2521	1686	632	18	2
1185	173	1072	27	1	2522	1449	780	29	3
1186	175	43	31	2	2523	1450	780	5	3
1187	346	931	18	2	2524	1469	1034	29	3
1188	346	399	17	2	2525	1363	1010	46	3
1189	385	911	12	1	2526	1363	1010	38	3
1190	176	566	4	2	2527	1364	696	52	3
1191	177	23	6	1	2528	1368	672	41	3
1192	178	355	1	1	2529	1369	214	43	3
1193	332	341	30	1	2530	1370	56	39	3
1194	335	1073	15	2	2531	1365	155	42	3
1195	338	539	9	2	2532	1366	672	43	3
1196	339	911	19	1	2533	1367	515	41	3
1197	342	46	10	1	2534	1452	923	15	2
1198	343	516	1	1	2535	1563	714	19	1
1199	361	802	2	1	2536	1564	714	15	1
1200	386	332	13	2	2537	1565	42	8	1
1201	391	888	5	1	2538	1566	710	5	2
1202	394	632	2	1	2539	1567	327	6	1
1203	473	846	58	1	2540	1568	195	8	1
1204	479	89	46	1	2541	1569	177	14	1
1205	1310	431	32	3	2542	1570	361	5	1
1206	1311	556	30	3	2543	1571	361	8	2
1207	1312	521	30	3	2544	1407	421	10	2
1208	1313	483	30	3	2545	1407	421	11	2
1209	1314	742	29	3	2546	1421	907	8	2
1210	1343	521	42	3	2547	1421	907	13	2
1211	1344	167	44	3	2548	1427	595	14	1
1212	2	590	29	1	2549	1427	595	10	1
1213	2	590	26	1	2550	1428	421	12	1
1214	345	1073	42	2	2551	1432	907	11	1
1215	388	332	42	1	2552	900	952	28	1
1216	571	685	72	2	2553	1394	128	5	1
1217	577	178	33	1	2554	1394	128	5	1
1218	587	762	75	1	2555	1402	883	15	2
1219	1011	46	2	1	2556	1435	128	17	2

1220	1342	200	44	3	2557	1436	595	9	2
1221	1345	200	33	2	2558	1403	935	2	2
1222	1346	431	34	2	2559	1422	935	7	2
1223	1743	483	34	2	2560	1426	76	21	1
1224	1744	742	27	2	2561	326	292	22	3
1225	1745	975	5	2	2562	328	293	22	3
1226	10	322	19	1	2563	328	760	24	3
1227	10	322	5	1	2564	328	21	8	2
1228	1661	26	40	1	2565	327	1055	11	3
1229	180	198	27	1	2566	327	746	7	3
1230	472	938	39	1	2567	1679	391	50	1
1231	472	938	18	2	2568	1151	99	21	2
1232	474	357	43	1	2569	1555	294	3	3
1233	475	705	47	1	2570	1372	56	45	2
1234	476	938	47	1	2571	1371	1010	10	2
1235	477	557	61	2	2572	1373	155	13	2
1236	478	557	54	2	2573	62	157	32	3
1237	557	213	53	2	2574	167	508	28	2
1238	819	1051	9	1	2575	608	418	11	1
1239	819	1051	8	1	2576	609	160	11	2
1240	1485	318	7	2	2577	1683	375	31	2
1241	1771	167	11	1	2578	1688	370	11	1
1242	1772	556	23	1	2579	1689	1048	9	1
1243	1773	815	11	1	2580	1610	181	25	3
1244	1355	975	30	1	2581	249	456	3	1
1245	23	475	39	2	2582	949	507	24	2
1246	63	695	75	1	2583	252	836	6	1
1247	180	198	25	3	2584	1022	594	27	2
1248	1663	27	20	1	2585	1533	202	7	3
1249	183	547	36	1	2586	797	798	50	2
1250	812	699	41	1	2587	789	1008	50	2
1251	819	1051	7	1	2588	1324	398	49	3
1252	24	759	1	1	2589	808	744	30	1
1253	64	41	68	2	2590	808	744	21	1
1254	83	761	78	1	2591	779	688	4	2
1255	85	986	72	1	2592	805	394	3	1
1256	452	1078	70	1	2593	1418	653	44	2
1257	493	371	24	1	2594	435	1061	16	1
1258	528	116	31	3	2595	771	70	26	1
1259	559	717	56	1	2596	771	70	24	1
1260	539	686	47	1	2597	772	493	50	1
1261	573	59	52	1	2598	774	796	24	2
1262	575	171	52	1	2599	774	796	26	2
1263	580	454	32	1	2600	1276	112	21	2
1264	1040	443	58	2	2601	517	72	16	1
1265	346	10	9	2	2602	514	683	31	3
1266	335	1073	12	2	2603	513	369	49	2
1267	338	539	8	2	2604	532	866	51	2
1268	385	956	18	2	2605	1469	1034	30	1
1269	391	888	6	1	2606	1469	296	22	3
1270	400	111	21	2	2607	832	119	37	3
1271	400	111	33	2	2608	833	965	11	3
1272	401	512	49	1	2609	424	340	13	2
1273	401	512	43	1	2610	458	365	11	2
1274	402	785	59	2	2611	1466	297	28	2
1275	540	1068	33	1	2612	1442	201	11	2

1276	541	14	37	1	2613	144	582	13	2
1277	558	1025	35	1	2614	182	820	11	1
1278	572	7	35	1	2615	992	358	9	1
1279	579	707	27	1	2616	1707	162	35	3
1280	579	707	37	1	2617	1735	667	13	2
1281	585	59	36	2	2618	647	1020	29	2
1282	1012	700	7	2	2619	1040	443	1	3
1283	8	941	17	1	2620	159	827	8	3
1284	26	900	51	1	2621	581	454	14	3
1285	82	140	54	2	2622	988	528	15	1
1286	83	761	51	1	2623	1000	571	11	2
1287	361	127	46	1	2624	308	903	1	1
1288	361	127	22	1	2625	308	523	1	1
1289	366	127	29	1	2626	1302	19	8	2
1290	386	460	10	2	2627	1736	540	25	2
1291	402	785	35	2	2628	1687	749	31	3
1292	403	840	37	2	2629	36	758	50	1
1293	559	717	20	2	2630	352	399	11	1
1294	545	22	36	1	2631	204	208	5	3
1295	1075	172	39	3	2632	1661	820	10	2
1296	1714	639	43	3	2633	1464	552	23	2
1297	1775	396	45	3	2634	159	382	1	3
1298	1819	305	44	3	2635	159	467	2	3
1299	366	127	25	1	2636	159	478	1	3
1300	543	1068	45	1	2637	159	637	1	3
1301	549	429	36	2	2638	159	827	1	3
1302	568	929	23	2	2639	159	834	0	3
1303	569	788	39	1	2640	159	973	2	3
1304	578	413	36	1	2641	159	990	3	3
1305	623	374	9	1	2642	476	858	1	3
1306	1058	739	15	2	2643	1675	113	18	2
1307	1058	739	9	2	2644	1032	182	16	3
1308	1058	739	15	2	2645	528	116	27	2
1309	1456	280	42	3	2646	1213	49	2	1
1310	1456	442	34	3	2647	1626	191	23	2
1311	1520	281	34	3	2648	755	570	0	3
1312	1777	851	35	3	2649	298	143	1	1
1313	1820	156	35	3	2650	1701	434	0	3
1314	1821	304	34	3	2651	159	1002	1	3
1315	1822	1029	34	3	2652	57	870	15	1
1316	1823	88	31	3	2653	1602	530	2	1
1317	1826	610	29	3	2654	1507	298	36	2
1318	1827	610	33	3	2655	61	90	20	1
1319	171	566	51	1	2656	1666	412	3	2
1320	171	436	13	1	2657	266	682	13	2
1321	312	781	27	3	2658	1776	982	0	3
1322	318	1055	3	3	2659	1174	2	2	2
1323	322	781	22	3	2660	1176	2	2	1
1324	588	797	7	1	2661	1178	2	2	2
1325	618	1048	15	1	2662	1178	2	1	2
1326	618	1048	14	1	2663	1178	598	1	2
1327	638	93	20	2	2664	1178	103	1	2
1328	638	93	15	2	2665	1374	809	0	3
1329	639	492	28	2	2666	1187	350	2	2
1330	640	17	15	1	2667	447	1061	25	1
1331	640	17	15	1	2668	1808	299	12	1

1332	641	588	30	2	2669	594	300	12	1
1333	647	1020	52	1	2670	1111	301	12	1
1334	1041	66	19	2	2671	1112	302	12	1
1335	1337	442	8	3	2672	1113	303	12	1
1336	1776	982	10	3	2673	447	1061	24	1

## APÊNDICE C – Conjuntos de dados das disciplinas

O campo "NM" corresponde à quantidade de aulas teóricas semanais da disciplina. Os campos "Dmin" e "Dmax" correspondem os limites mínimo e máximo, respectivamente, de aulas diárias. O campo "UN" indica se a disciplina contém apenas uma turma (valor "1") ou se contém mais de uma turma (valor "0"), e é utilizado para o cálculo do parâmetro  $S_{gc}$  do modelo.

Disciplina	Nome	NM	Dmin	Dmax	UN	Disciplina	Nome	NM	Dmin	Dmax	UN
1	Biologia das algas	2	2	2	1	931	Cultura brasileira	2	2	2	1
2	Anatomia vegetal	2	2	2	0	932	Pesquisa em arte	2	2	2	1
3	Morfologia e sistemática vegetal	1	1	1	0	933	Filosofia da arte ii Vanguardas artísticas	2	2	2	1
4	Fisiologia vegetal	4	2	4	0	934		2	2	2	1
8	Didática do ensino de biologia ii	4	2	4	1	936	História da arte ii	2	2	2	0
9	Morfologia de fanerógamas	1	1	1	0	937	História da arte i	4	2	4	0
10	Fisiologia vegetal ii	2	2	2	0	938	História da arte iii	4	2	4	1
11	Botânica	2	2	2	0	939	Projetos em artes i	2	2	2	1
12	Fisiologia geral e aplicada ii	4	2	4	0	940	História da música iii	2	2	2	0
13	Farmacologia Fisiologia dos animais domésticos	4	2	4	0	941	História da música popular brasileira	2	2	2	1
14	i	3	1	3	0	942	História da arte no brasil ii	4	2	4	0
15	Fisiologia dos animais domésticos ii	3	1	3	0	943	História da arte no rs	2	2	2	1
16	Farmacologia	3	1	3	0	944	História geral da arte i	2	2	2	1
20	Fisiologia geral e aplicada i	3	1	3	0	946	Ciclo do cinema i	4	2	4	1
21	Fisiologia animal	3	1	3	1	947	Arte e cultura brasileira	4	2	4	1
22	Fisiologia geral aplicada à zootecnia	2	2	2	1	948	História da música brasileira i	2	2	2	1
23	Fisiologia	4	2	4	0	949	História do design	2	2	2	1
24	Farmacologia Fisiologia geral aplicada à zootecnia	4	2	4	0	950	Iconologia da arte i	2	2	2	0
25	ii	2	2	2	1	951	Cinema contemporâneo	2	2	2	1
26	Fisiologia i	4	2	4	0	952	Crítica teatral	2	2	2	1
27	Fisiologia ii	4	2	4	0	953	Iconologia da arte ii	2	2	2	1
28	Farmacologia i	4	2	4	1	954	Fundamentos da comunicação	2	2	2	1
29	Fisiologia humana	4	2	4	0	955	Teoria e crítica do design	2	2	2	1

30	Farmacologia ii	4	2	4	1	956	Metodologia de pesquisa em design Meteorologia básica	2	2	2	1
31	Farmacologia	2	2	2	1	957	i	2	2	2	1
32	Fisiologia do crescimento em ruminantes	2	2	2	1	958	Meteorologia básica ii	2	2	2	1
33	Farmacologia clínica	2	2	2	1	959	Instr.meteor.e técn.de observação i	3	1	3	1
34	Fisiologia animal comparada i	3	1	3	1	960	Elementos da astronomia e geodésia	3	1	3	1
35	Microbiologia e imunologia básica	4	2	4	0	961	Meteorologia dinâmica i	4	2	4	1
36	Parasitologia	4	2	4	0	962	Meteorologia dinâmica ii	4	2	4	1
37	Microbiologia e imunologia para odontologia	4	2	4	0	963	Meteorologia sinótica i	4	2	4	1
38	Parasitologia	3	1	3	0	964	Meteorologia sinótica ii	4	2	4	1
39	Biotecnologia geral	2	2	2	1	965	Micrometeorologia	2	2	2	1
40	Parasitologia	2	2	2	0	966	Biometeorologia humana	2	2	2	1
41	Microbiologia e imunologia	3	1	3	0	967	Meteorologia tropical	2	2	2	1
42	Imunologia básica	2	2	2	1	968	Física da radiação atmosférica	3	1	3	1
44	Entomologia urbana	2	2	2	1	969	Meteorologia com radar	2	2	2	1
45	Micologia	2	2	2	1	971	Climatologia e meteorologia	2	2	2	0
46	Microbiologia	2	2	2	1	972	Meteorologia física Instrum.	2	2	2	1
48	Microbiologia e imunologia	4	2	4	0	973	Meteorolog. E técn. De observação ii	3	1	3	1
49	Didática do ensino de ciências	4	2	4	1	974	Introdução à física da atmosfera	3	1	3	1
50	Microbiologia	2	2	2	0	975	Estatística aplicada à meteorologia Computação aplicada à meteorologia	3	1	3	1
51	Parasitologia	3	1	3	0	976		2	2	2	1
52	Imunologia	2	2	2	1	977	Hidrometeorologia	2	2	2	1
53	Parasitologia básica Pesquisa do ensino de ciências e biologia	2	2	2	0	978	Interação oceano-atmosfera	2	2	2	1
54		4	2	4	0	979	Meteorologia de mesoescala	2	2	2	1
55	Microbiologia aplicada à e.s.a.	2	2	2	1	980	Análise e previsão numérica de tempo	4	2	4	1
56	Microbiologia básica	2	2	2	0	981	Introdução à química e poluição atmosférica	2	2	2	1
57	Parasitologia dos animais domésticos	2	2	2	0	982	Variabilidade e mudanças climáticas	3	1	3	1

58	Microbiologia e imunologia animal	2	2	2	1	983	Assimilação de dados meteorológicos	2	2	2	1
59	Bioética	2	2	2	0	984	Climatologia	3	1	3	1
60	Microbiologia geral	2	2	2	0	986	Arquitetura bioclimática	2	2	2	0
61	Microbiologia ambiental	2	2	2	0	987	Sustentabilidade no ambiente construído	1	1	1	0
62	Anatomia i	2	2	2	0	988	Instalações elétricas	1	1	1	0
63	Anatomia dos animais domésticos i	4	2	4	1	989	Iluminação na arquitetura	1	1	1	0
64	Anatomia dos animais domésticos ii	4	2	4	1	990	Instalações hidro-sanitárias	2	2	2	0
65	Anatomia humana da cabeça e pescoço	3	1	3	0	991	Prevenção e proteção contra incêndio	1	1	1	0
71	Histologia geral	4	2	4	0	992	Conforto ambiental - acústica arquitetônica	1	1	1	0
72	Anatomia humana geral	2	2	2	0	993	Conforto ambiental - sist. De condic. Térm.	1	1	1	0
73	Histologia bucal e embriologia	2	2	2	0	994	Infraestrutura urbana	1	1	1	0
74	Anatomia do desenvolvimento	3	1	3	1	995	Patologia das construções	2	2	2	0
75	Anato comparada animais domésticos silvestres	2	2	2	1	996	Gerenciamento da construção	1	1	1	0
76	Anatomia dos animais de produção i	2	2	2	1	997	Sistemas estruturais 1	1	1	1	0
77	Histologia dos animais domésticos	2	2	2	1	998	Sistemas estruturais 2	2	2	2	0
78	Anatomia	2	2	2	0	999	Sistemas estruturais 3	2	2	2	0
79	Histologia e embriologia	3	1	3	1	1000	Sistemas estruturais 4	2	2	2	0
80	Histologia dos animais domésticos ii	2	2	2	1	1001	Sistemas estruturais 5	2	2	2	0
81	Anatomia dos animais de produção ii	2	2	2	1	1002	Sistemas estruturais 6	2	2	2	0
82	Anatomia humana i	3	1	3	1	1003	Industrialização da construção	2	2	2	1
83	Histologia i	2	2	2	0	1004	Materiais e técnicas da construção 1	2	2	2	0
84	Anatomia humana ii	3	1	3	1	1005	Materiais e técnicas da construção 2	2	2	2	0
85	Histologia ii	2	2	2	0	1006	Materiais e técnicas da construção 3	2	2	2	0
86	Embriologia	2	2	2	1	1007	Estágio supervisionado i	4	2	4	1
87	Histologia geral e de sistemas	2	2	2	1	1008	Estágio supervisionado iii	4	2	4	1
88	Biologia celular	2	2	2	0	1009	Monografia	1	1	1	1

89	Genética e evolução	2	2	2	0	1010	Legislação e caracteri da profis. De biólogo	2	2	2	1
90	Genética	2	2	2	0	1011	Monografia de conclusão de curso	1	1	1	1
92	Zoologia iii	2	2	2	0	1012	Projetos de ensino em química	4	2	4	1
93	Limnologia	2	2	2	0	1013	Marketing	2	2	2	1
94	Evolução	3	1	3	1	1014	Gestão do design	1	1	1	1
95	Zoologia v	2	2	2	1	1015	História da filosofia antiga	4	2	4	1
96	Ecologia	2	2	2	0	1016	Introdução à filosofia	4	2	4	1
97	Genética animal	2	2	2	0	1017	Lógica ii	4	2	4	1
98	Ecologia i	2	2	2	0	1018	História da filosofia moderna	4	2	4	1
99	Ecologia ii	2	2	2	0	1019	História da filosofia contemporânea	4	2	4	1
100	Ecologia iii	2	2	2	0	1020	Teoria do conhecimento ii	4	2	4	1
101	Genética do metabolismo	1	1	1	0	1021	Filosofia e ética na odontologia	2	2	2	1
102	Ecologia e saneamento ambiental	1	1	1	1	1022	Epistemologia	2	2	2	0
103	Elementos de paleontologia	4	2	4	1	1023	Metodologia e prática da pesquisa em filosofia	4	2	4	1
104	Sistemática e filogenia	2	2	2	1	1024	Oficina de ensino de filosofia	4	2	4	1
105	Ecologia	2	2	2	0	1025	Metodologia da pesquisa em filosofia	4	2	4	1
106	Gestão ambiental	2	2	2	0	1026	História e filosofia da ciência	4	2	4	1
107	Educação ambiental	2	2	2	0	1027	Ética iii	4	2	4	1
108	Educação sexual	4	2	4	1	1028	Trablho de conclusão de curso i	4	2	4	0
109	Genética e evolução	3	1	3	0	1029	Estética	4	2	4	1
110	Fundamentos de biologia	1	1	1	1	1030	Filosofia política ii	4	2	4	1
111	Ecologia geral ii	2	2	2	1	1031	Shfme: seminário história filosofia medieval	4	2	4	1
112	Genética médica	2	2	2	1	1032	Seminário de problemas da metafísica	4	2	4	1
113	Genética e evolução humana	3	1	3	1	1033	Seminário de filosofia da religião	4	2	4	1
115	Zoologia i	3	1	3	0	1034	Seminário de temas de filosofia geral	4	2	4	1
116	Genética geral	3	1	3	0	1035	Seminário de filosofia moral e política	4	2	4	1
117	Marcadores molec conservação e uso rec genét	2	2	2	1	1036	Seminário de ética	4	2	4	1

118	Geologia ii	3	1	3	0	1037	Sem. De história da filosofia antiga	4	2	4	1
119	Biogeografia	3	1	3	0	1038	Patologia geral	4	2	4	0
120	Geografia econômica	2	2	2	0	1039	Metodologia do aprendizado e pesquisa i	2	2	2	1
121	Geografia urbana	4	2	4	0	1040	Metodologia do aprendizado e pesquisa ii	2	2	2	0
122	Geografia e economia aplicada à nutrição	2	2	2	1	1041	Unidade de diagnóstico estomatológico ii	6	2	4	0
123	Geografia de pelotas	2	2	2	1	1042	Unidade saúde bucal coletiva i	3	1	3	1
124	Antropologia ecológica i	4	2	4	0	1043	Unidade saúde bucal coletiva ii	2	2	2	0
125	Epistemologia da geografia i	2	2	2	0	1044	Unidade saúde bucal coletiva iii	1	1	1	1
126	Cartografia temática	3	1	3	0	1045	Unidade pré-clínica ii	6	2	4	0
128	Informática aplicada à geografia	2	2	2	1	1046	Unidade pré-clínica iii	3	1	3	0
129	Produção do espaço geográfico de pelotas	2	2	2	1	1047	Unidade pré-clínica iv	2	2	2	0
130	Metodologia geog.iv:geog.humana	3	1	3	1	1048	Unidade clínica odontológica iii	1	1	1	0
131	Climatologia aplicada à geografia	3	1	3	0	1049	Unidade clínica odontológica iv	1	1	1	1
132	Organização espaço mundial iii	4	2	4	1	1050	Unid. De ortodontia e ortopedia dos max.	2	2	2	0
133	Formação territorial do rio grande do sul	4	2	4	1	1051	Unidade de clínica infantil ii	2	2	2	0
134	Hidrogeografia	4	2	4	0	1052	Unidade de cirurgia bmf i	3	1	3	0
135	Geografia política	2	2	2	1	1053	Unidade de cirurgia bmf ii	2	2	2	0
136	Introdução à geografia física	4	2	4	0	1054	Unidade de cirurgia bmf iii	2	2	2	0
137	Fundamentos de geologia	2	2	2	1	1055	Unid. Traumat. Prótese buco-maxilo-facial	3	1	3	0
138	Quantificação em geografia	2	2	2	1	1056	Unidade de prótese dentária i	4	2	4	0
139	Geografia socioambiental	3	1	3	1	1057	Unidade de diagnóstico estomatológico i	4	2	4	0
140	Geografia dos transportes e da circulação	2	2	2	1	1058	Unidade pré-clínica i	5	2	3	0
141	Cartografia no ensino de geografia	2	2	2	1	1059	Unidade clínica odontológica i	2	2	2	1
142	Cartografia geral - b	4	2	4	1	1060	Unidade clínica odontológica ii	2	2	2	1
144	Mineralogia i	3	1	3	0	1061	Unidade de clínica infantil i	2	2	2	0

145	Geologia geral	2	2	2	1	1062	Unidade de prótese dentária ii	2	2	2	0
146	Geologia aplicada a engenharia	2	2	2	1	1063	Unidade de prótese dentária iii	1	1	1	0
147	Geografia das energias	2	2	2	1	1064	Odontologia legal e orientação profissional Introdução à economia matemática	2	2	2	1
148	Tópicos em geografia ii	2	2	2	1	1065	matemática	4	2	4	1
149	Tópicos em geografia iii	2	2	2	1	1066	Direito e economia	4	2	4	0
151	Geografia rural - b	4	2	4	1	1067	Teoria econômica Economia brasileira	4	2	4	1
153	Introdução ao sig Ecologia de sistemas	2	2	2	1	1068	i Introdução à economia	4	2	4	0
154		4	2	4	1	1069		4	2	4	1
155	Geoprocessamento Metodologia da pesquisa em geografia	2	2	2	1	1071	Métodos estatísticos básicos	4	2	4	1
156		3	1	3	1	1073	Macroeconomia i	4	2	4	1
157	Trabalho de campo integrado	1	1	1	1	1074	Introdução à contabilidade	4	2	4	1
158	Análise e gestão integrada de bacias hidrog.	2	2	2	1	1075	Economia do turismo	4	2	4	1
159	Seminário de monografia	2	2	2	0	1076	Econometria	4	2	4	1
160	Impacto ambiental de agrotóxicos	2	2	2	1	1077	Economia internacional i	4	2	4	1
161	Mecânica geral i	6	2	4	1	1078	Economia monetária	4	2	4	1
162	Hidrodinâmica avançada	6	2	4	1	1079	Direito econômico História do pensamento econômico ii	4	2	4	1
163	Física ii	2	2	2	1	1080		4	2	4	1
164	Mecânica i	3	1	3	1	1081	Economia do setor público i	4	2	4	1
165	Biofísica	2	2	2	1	1082	Economia ecológica	4	2	4	1
166	Elementos de física	2	2	2	0	1083	Técnicas de pesquisa econômica	2	2	2	1
167	Física	4	2	4	0	1084	Elaboração de monografia	2	2	2	0
168	Introdução à mecânica quântica i	4	2	4	1	1085	Microeconomia iii Biotecnologia, bioética e biossegurança - bbb	4	2	4	1
169	Estrutura da matéria	4	2	4	1	1086		3	1	3	1
170	Termodinâmica	4	2	4	1	1088	Técnicas instrumentais	2	2	2	1
171	Física básica i	4	2	4	0	1089	Embriologia molecular	2	2	2	1
172	Física básica ii	4	2	4	0	1090	Genômica ii	2	2	2	1
173	Física básica iii	4	2	4	0	1091	Biotecnologia microbiana ii	2	2	2	1
174	Física básica iv	4	2	4	0	1092	Biotecnologia ambiental	2	2	2	1

175	Introdução ao pensamento físico	2	2	2	1	1093	Bioinformática	2	2	2	0
176	Física dos plasmas	4	2	4	1	1094	Fundamentos de biologia vegetal	3	1	3	1
177	Simulações computacionais no ens. De física	3	1	3	1	1095	Bioprocessos	2	2	2	1
178	Modelos teóricos da física i	6	2	4	1	1096	Cultura de tecidos vegetais	2	2	2	1
180	Cálculo ii	4	2	4	0	1097	Biotecnologia animal	2	2	2	1
182	Álgebra linear e geometria analítica	6	2	4	0	1098	Nanobiotecnologia	2	2	2	1
183	Geometria analítica	2	2	2	1	1099	Neurobiotecnologia e farmacogenômica	2	2	2	1
184	Trigonometria	2	2	2	1	1100	Caracterização molecular agentes infecciosos	2	2	2	1
185	Análise real i	4	2	4	1	1101	Engenharia de células e tecidos	2	2	2	1
186	Álgebra linear i	2	2	2	0	1102	Legislação em biotecnologia	2	2	2	1
187	Estatística básica	4	2	4	0	1103	Biologia forense	2	2	2	1
188	Introdução à lógica	2	2	2	0	1104	Rastreabilidade molecular	2	2	2	1
190	Pré-cálculo	4	2	4	0	1105	Seminários ii	2	2	2	1
191	Geometria plana	2	2	2	0	1106	Orientação profissional	2	2	2	1
192	Introdução à álgebra	4	2	4	0	1107	Biofísica biotecnológica	2	2	2	1
193	Matemática discreta a	2	2	2	0	1108	Química biotecnológica	2	2	2	1
194	Estatística experimental i	4	2	4	1	1111	Tecnologia de massas, pães e farináceos	3	1	3	1
195	Aritmética	4	2	4	1	1112	Tecnologia de bebidas	3	1	3	0
197	Álgebra para licenciatura	4	2	4	1	1113	Tecnologia de embalagens	3	1	3	1
199	Iniciação à pesquisa no ensino de matemática	2	2	2	1	1114	Teorias da conservação e do restauro	4	2	4	1
200	História da matemática	4	2	4	0	1115	História da cultura ocidental	4	2	4	1
201	Tecnologias avançadas ensino de matemática	4	2	4	1	1117	Química aplicada a conservação e restauro	2	2	2	1
202	Bioestatística	4	2	4	0	1118	Metodologia	4	2	4	1
204	Educação matemática no brasil	4	2	4	1	1119	Tipologia de musues	4	2	4	1
208	Cálculo 2	4	2	4	0	1120	Introdução à museologia	4	2	4	1
210	Cálculo 1 a	4	2	4	0	1121	Documentação museológica	2	2	2	1
211	Cálculo numérico	4	2	4	0	1122	Expografia i	4	2	4	1

212	Fotografia	1	1	1	0	1123	Conservação e preservação ii	2	2	2	1
213	Percepção visual i	4	2	4	1	1124	Comunicação em museus	2	2	2	1
214	Fundamentos da linguagem visual i	2	2	2	0	1125	Práticas em museus ii	2	2	2	1
215	Fundamentos da linguagem visual ii	1	1	1	1	1126	Arqueologia e acervos museais	4	2	4	1
216	Introdução à gravura	1	1	1	0	1127	Ação cultural e educação em museus	2	2	2	1
217	Introdução à escultura	1	1	1	1	1128	Trabalho de conclusão de curso	8	2	6	1
218	Introdução à pintura	1	1	1	0	1129	Gestão de museus	4	2	4	1
219	Introdução ao design gráfico	1	1	1	0	1130	Gestão do patrimônio e polít. Púb. Preserv.	4	2	4	1
220	Agenciamento profissional	2	2	2	1	1131	Metodologia da pesquisa	4	2	4	1
221	Introdução à cerâmica	2	2	2	0	1132	Peritagem da obra de arte	2	2	2	1
222	Análise da produção artística	2	2	2	1	1133	Fotografia aplicada à conservação	2	2	2	1
223	Introdução ao roteiro	1	1	1	1	1134	Materiais e técnicas dos bens culturais ii	1	1	1	1
224	Introdução à animação	1	1	1	1	1135	Cons e rest de bens culturais em madeira i	1	1	1	1
225	Imagem digital	1	1	1	0	1136	Conserv e rest de bens culturais em papel ii	2	2	2	0
226	Storyboard	1	1	1	1	1137	História da arte no brasil	4	2	4	1
227	História do cinema	4	2	4	0	1138	Conservação e restauro de pinturas ii	2	2	2	1
228	Design e cultura	2	2	2	1	1139	Introdução à c e r de materiais pétreos	2	2	2	1
229	Percepção espacial	1	1	1	1	1140	Conservação e restauro de estuques	2	2	2	1
230	Introdução ao design gráfico	2	2	2	1	1141	Geologia geral	4	2	4	0
231	Ergonomia	1	1	1	1	1142	Paleontologia i	2	2	2	1
232	Metodologia projetual em design	2	2	2	1	1143	Introdução a engenharia geológica	3	1	3	1
233	Direção i	1	1	1	1	1144	Introdução a engenharia de petróleo	2	2	2	1
234	Fundamentos do desenho i	1	1	1	0	1145	Geologia geral aplicada a eng. Hídrica	2	2	2	1
235	Desenho da figura humana	1	1	1	0	1146	Desenho geológico e geometria descritiva	1	1	1	0
236	Ilustração	1	1	1	0	1147	Estratigrafia	2	2	2	1
237	Design da informação	1	1	1	0	1148	Cartografia e geodésia	3	1	3	1
238	Fundamentos do desenho ii	1	1	1	1	1149	Geomatemática i	2	2	2	0

239	Interfaces de interação i	1	1	1	1	1150	Sistema de informação georreferenciadas i	2	2	2	0
240	Tipografia i	1	1	1	1	1151	Topografia	2	2	2	0
241	Modelagem geométrica e visual	1	1	1	1	1152	Geoquímica	4	2	4	0
242	Identidade visual	2	2	2	1	1153	Mecânica dos sólidos	3	1	3	1
243	Tipografia ii	1	1	1	1	1154	Geomorfologia e geodiversidade	3	1	3	1
244	Direção de arte	1	1	1	1	1156	Física aplicada a	2	2	2	1
245	Semiótica	2	2	2	1	1157	Introdução ao geoprocessamento	3	1	3	1
246	História da arte ocidental	4	2	4	1	1158	Desenho aplicado i	2	2	2	1
247	Introdução a linguagem audiovisual	1	1	1	0	1159	Química aplicada	2	2	2	0
248	Design editorial	1	1	1	1	1160	Petrologia sedimentar	2	2	2	1
249	Projeto em design gráfico i	3	1	3	1	1161	Matemática aplicada iii	2	2	2	0
250	Projeto em design gráfico ii	1	1	1	1	1162	Geologia estrutural	2	2	2	0
251	Projeto em design digital i	2	2	2	1	1163	Geomatemática ii	2	2	2	0
252	Projeto em design digital ii	1	1	1	1	1164	Físico-química	2	2	2	0
253	Jogos	1	1	1	0	1165	Cristalografia	2	2	2	0
254	Design de espaços	1	1	1	1	1166	Mineralogia	2	2	2	0
255	Técnicas criativas	4	2	4	1	1167	Sedimentologia	1	1	1	0
256	Oficina de prod. De roteiro para audiovisual	1	1	1	1	1168	Petrologia ígnea	3	1	3	0
257	Arquitetura de museus	4	2	4	1	1169	Mecânica estrutural e resistência materiais	2	2	2	1
258	Seminário de diplomação	2	2	2	1	1170	Eletricidade aplicada	4	2	4	1
259	Geometria gráfica e digital 1	2	2	2	0	1171	Hidrologia	2	2	2	0
260	Geometria gráfica e digital 2	2	2	2	0	1172	Mecânica das rochas	2	2	2	1
261	Geometria gráfica e digital 3	2	2	2	0	1173	Prospecção e pesquisa mineral	6	2	4	1
262	Geometria gráfica e digital 4	2	2	2	0	1174	Prospecção geofísica	3	1	3	1
263	Expressão e representação gráfica 1	1	1	1	0	1175	Mapeamento geológico	2	2	2	1
264	Expressão e representação gráfica 2	1	1	1	0	1176	Prospecção geoquímica	4	2	4	1
265	Expressão e representação gráfica 3	1	1	1	0	1177	Cubagem e avaliação de jazidas minerais	4	2	4	1

266	Desenho técnico e arquitetônico 1	1	1	1	0	1178	Trabalho de conclusão de curso	3	1	3	0
267	Desenho técnico e arquitetônico 2	2	2	2	0	1179	Desmonte de rochas	2	2	2	1
268	Informática aplic. Ao proj. De arq. E urb. 1	1	1	1	0	1180	Recuperação de áreas degradadas	2	2	2	0
269	Informática aplic. Ao proj. De arq. E urb. 2	1	1	1	0	1181	Ciências do ambiente	3	1	3	1
270	Teoria e hist. Da arquit. Urban. E paisag. 1	4	2	4	1	1182	Física aplicada b	2	2	2	1
271	Teoria e hist. Da arquit. Urban. E paisag. 2	2	2	2	0	1183	Geodésia	2	2	2	1
272	Teoria e hist. Da arquit. Urban. E paisag. 3	2	2	2	1	1184	Cartografia	2	2	2	0
273	Teoria e hist. Da arquit. Urban. E paisag. 4	4	2	4	1	1185	Linguagens de programação aplicadas	2	2	2	1
274	Teoria e hist. Da arquit. Urban. E paisag. 5	4	2	4	1	1186	Sensoriamento remoto	2	2	2	0
275	Teoria e hist. Da arquit. Urban. E paisag. 6	2	2	2	1	1187	Levantamentos topográficos e geodésicos	2	2	2	0
276	História das artes	2	2	2	1	1188	Aerofotogrametria	2	2	2	1
277	Estudos sociais e econômicos	2	2	2	1	1189	Lógica matemática	2	2	2	1
278	Teorias do urbanismo 1	3	1	3	1	1190	Gerenciamento de banco de dados	2	2	2	1
279	Teorias do urbanismo 2	2	2	2	1	1191	Projeto cartográfico	2	2	2	1
280	Estética	2	2	2	1	1192	Metodologia da pesquisa e produção textual	3	1	3	1
281	Teoria e hist. Da conservação e do restauro	2	2	2	1	1193	Análise de bacias sedimentares	2	2	2	1
282	Legislação e prá. Profis. Do arquit. E urb.	2	2	2	1	1194	Hidráulica em meios porosos	2	2	2	1
283	Fundamentos da prática de projeto	2	2	2	0	1195	Locação	2	2	2	1
284	Projeto de arquitetura 1	2	2	2	0	1196	Engenharia de reservatórios	2	2	2	1
285	Projeto de arquitetura 2	2	2	2	0	1197	Monitoramento	2	2	2	1
286	Projeto de arquitetura 3	2	2	2	0	1198	Manutenção	2	2	2	1
287	Projeto de arquitetura 4	2	2	2	0	1199	Produção	4	2	4	1
288	Projeto de arquitetura e urbanismo	2	2	2	0	1200	Gestão da produção e qualidade do petróleo	2	2	2	1
289	Projeto de paisagismo	1	1	1	0	1201	Avaliação de jazidas	3	1	3	1

290	Arquitetura de interiores	1	1	1	0	1202	Gestão de recursos naturais	2	2	2	1
291	Projeto de urbanismo	2	2	2	0	1203	Lavra a céu aberto	4	2	4	1
292	Planejamento regional	1	1	1	1	1205	Processamento de dados aplicado à geociência	4	2	4	0
293	Atelier de arquitetura 3	1	1	1	1	1206	Matemática aplicada a	3	1	3	1
294	Teoria musical e percepção auditiva i	2	2	2	0	1207	Matemática aplicada b	2	2	2	1
295	Fundamentos da educação musical iv	2	2	2	0	1209	Administração para engenharia	3	1	3	1
297	Teoria musical e percepção auditiva iii	2	2	2	0	1210	Economia para engenharia	2	2	2	1
298	Laboratório coral iii	1	1	1	0	1211	Física para engenharia ii	3	1	3	1
299	Orientação e prática pedagógico-musical ii	2	2	2	1	1212	Física para engenharia iii	4	2	4	1
300	Fundamentos da educação musical ii	2	2	2	1	1213	Elementos de máquina	2	2	2	0
301	Regência coral i	2	2	2	1	1214	Geotectônica	2	2	2	1
302	Orientação e prática pedagógico-musical iv	2	2	2	1	1215	Técnicas analíticas aplicadas a geociências	4	2	4	1
303	Estética musical	2	2	2	0	1216	Petrologia aplicada	1	1	1	1
304	Regência coral iii	2	2	2	1	1217	Direito empresarial i (parte geral e societ.)	4	2	4	0
305	Pesquisa em música i	4	2	4	1	1218	Direito empresarial ii (tít. De cré. Fal. E conc.)	4	2	4	0
306	Análise musical i	2	2	2	1	1219	Teoria geral do processo	2	2	2	0
307	Projeto em educação musical i	4	2	4	0	1220	Direito processual civil i	4	2	4	0
308	Projeto em educação musical ii (tcc)	4	2	4	0	1221	Direito processual civil ii	4	2	4	0
309	Laboratório coral i	2	2	2	0	1222	Direito civil i (parte geral)	4	2	4	0
310	Pré-estágio supervisionado educação musical ii	4	2	4	1	1223	Direito civil ii (obrigações e contratos)	4	2	4	0
311	Improvisação teatral i	2	2	2	0	1224	Direito civil iii (contratos em espécie)	4	2	4	0
312	História do teatro i	4	2	4	0	1225	Direito civil iv (direitos reais)	4	2	4	0
313	Fundamentos da linguagem teatral	4	2	4	0	1226	Direito civil v (direito da família e direito suc.)	4	2	4	0
314	História do teatro iii	4	2	4	1	1227	Legislação penal especial	4	2	4	1
315	Interpretação teatral i	2	2	2	1	1228	Medicina legal	2	2	2	1

316	Encenação teatral i	2	2	2	0	1229	Prática - rotinas trabalhistas	1	1	1	1
317	Projeto em teatro i - tcc	4	2	4	0	1230	Direito processual penal ii	2	2	2	0
318	Projeto em teatro ii - tcc	4	2	4	1	1231	Direito do trabalho i (direito individ.e coletivo)	4	2	4	0
319	História e teoria da dança i	2	2	2	1	1232	Direito processual penal i	4	2	4	0
320	Pedagogia da dança ii	4	2	4	1	1233	Direito penal i (parte geral)	4	2	4	0
321	Pedagogia da dança i	4	2	4	1	1234	Direito penal iii (crimes em espécie)	4	2	4	0
322	Dramaturgia	4	2	4	1	1235	Direito do trabalho ii	2	2	2	0
323	Teatro, educação e ética	2	2	2	1	1236	Direito penal ii (teoria da pena)	4	2	4	0
324	História do teatro brasileiro i	4	2	4	1	1237	Criminologia	2	2	2	1
325	Teatro na educação ii	1	1	1	1	1238	Direitos humanos	2	2	2	1
326	Teatro na educação iv	1	1	1	1	1239	Relações internacionais	2	2	2	1
327	Estágio ii	3	1	3	0	1240	Direito internacional público	4	2	4	0
328	Expressão corporal i	2	2	2	0	1241	Direito internacional privado	4	2	4	0
329	Expressão vocal i	2	2	2	1	1242	História das instituições jurídicas	4	2	4	0
330	Química analítica	2	2	2	0	1243	Filosofia geral e jurídica	4	2	4	0
331	Química geral	2	2	2	1	1244	Hermenêutica jurídica	2	2	2	0
332	Introdução à química verde	2	2	2	1	1245	Metodologia da pesquisa jurídica	2	2	2	0
333	Química i	2	2	2	0	1246	Ética (geral e jurídica)	2	2	2	0
334	Química ii	1	1	1	0	1247	Direito da integração	2	2	2	1
335	Química inorgânica ii - b	3	1	3	0	1248	Direito municipal	2	2	2	0
338	Físico-química ii - b	4	2	4	0	1249	Direito constitucional	6	2	4	0
339	Materiais poliméricos	2	2	2	1	1250	Direito administrativo	4	2	4	0
340	Físico-química i - b	3	1	3	0	1251	Direito tributário	4	2	4	0
342	Química analítica ii	2	2	2	0	1252	Direito financeiro	2	2	2	0
343	Físico-química v	2	2	2	1	1253	Introdução ao direito	4	2	4	0
344	Química ambiental ii	3	1	3	0	1254	Direito dos tratados	2	2	2	1
345	Química nuclear	2	2	2	1	1255	Direito processual constitucional	2	2	2	0
346	Química geral e experimental - I	5	2	3	0	1256	Ética e legislação	2	2	2	1
352	Química geral e inorgânica	2	2	2	0	1258	Introdução à engenharia de materiais	3	1	3	1

353	Química geral	3	1	3	0	1260	Termodinâmica i	3	1	3	0
354	Qualidade na indústria química	2	2	2	1	1261	Matérias-primas	2	2	2	1
355	Físico-química iii	3	1	3	1	1262	Resistência dos materiais	4	2	4	1
356	Introdução aos proces. Químicos industriais	2	2	2	1	1263	Termodinâmica ii	2	2	2	1
357	Química analítica instrumental	2	2	2	1	1264	Propriedades físicas dos materiais ii	2	2	2	1
358	Bioquímica i	3	1	3	0	1265	Materiais metálicos	2	2	2	1
360	Bioquímica i	4	2	4	0	1266	Análise e caracterização dos materiais ii	1	1	1	1
361	Bioquímica ii	4	2	4	0	1267	Empreendedorismo e inovação tecnológica	2	2	2	1
362	Bioquímica	2	2	2	0	1268	Processamento de materiais ii	3	1	3	1
364	Bioquímica i	3	1	3	0	1269	Produção de textos em engenharia	3	1	3	1
366	Bioquímica i	3	1	3	0	1270	Tutorias e práticas de engenharia i	1	1	1	1
368	Físico-química farmacêutica	4	2	4	1	1272	Tutorias e práticas de engenharia ii	1	1	1	1
369	Operações unitárias	4	2	4	1	1273	Materiais compósitos	2	2	2	1
370	Farmacognosia i	4	2	4	1	1274	Ecologia e impacto ambiental	2	2	2	1
371	Farmacocinética	4	2	4	1	1275	Eletroquímica e corrosão	2	2	2	1
372	Farmacodinâmica ii	4	2	4	1	1276	Tópicos avançados em materiais i	4	2	4	1
373	Química farmacêutica i	4	2	4	1	1277	Ciência do solo ii	1	1	1	1
374	Farmacotécnica e cosmetologia ii	2	2	2	1	1278	Hidroquímica	1	1	1	1
375	Análise parasitológica Mét. Cromatográficos aplic. Análise fármacos	2	2	2	1	1279	Estatística básica para engenharia	2	2	2	0
376	Farmácia oncológica	2	2	2	1	1280	Biologia	1	1	1	1
377		2	2	2	1	1281	Mecânica dos fluidos	2	2	2	0
378	Análise micológica	2	2	2	1	1282	Cidadania, ética e responsabilidade	1	1	1	1
381	Prática farmacêutica i	2	2	2	1	1285	Hidráulica de condutos forçados	1	1	1	1
382	Química ambiental	3	1	3	1	1286	Elementos de engenharia cartográfica	2	2	2	1
383	Química orgânica	4	2	4	0	1288	Irrigação e drenagem	2	2	2	0
385	Química orgânica ii - b	4	2	4	0	1289	Sistemas de abastecimento e trata. De água	2	2	2	1

386	Métodos físicos de análise i - b	4	2	4	0	1290	Hidrometria	1	1	1	1	
388	Tópicos especiais em química orgânica	2	2	2	1	1291	Oceanografia física costeira e estuarina	1	1	1	1	
391	Química ambiental i	3	1	3	0	1292	Gestão de sistemas hídricos	1	1	1	1	
392	Química orgânica i	4	2	4	0	1293	Economia dos recursos hídri. E tom. Decisão	1	1	1	1	
394	Métodos físicos de análise iii	2	2	2	0	1294	Portos e hidrovias	2	2	2	1	
395	Química orgânica ambiental	2	2	2	1	1295	Aproveitamentos hidroenergéticos	1	1	1	1	
396	INSTRUMENTAÇÃO ENSINO DE QUÍMICA: 8ª SÉRIE	1	1	1	1	1296	Aplic. De sist. Infor. Geogra. (sigs) na eh Sistemas produtivos	1	1	1	1	
398	Economia agrícola	2	2	2	1	1297		1	2	2	2	0
399	Análise econômica de projetos agrícolas	1	1	1	1	1298	Introdução à engenharia de produção	2	2	2	0	
400	Sociologia rural	2	2	2	0	1299	Sistemas produtivos	2	4	2	4	1
401	Economia rural	2	2	2	0	1300	Engenharia organizacional i	2	2	2	0	
402	Adm.planejamento empresa agropecuária	2	2	2	0	1301	Engenharia de qualidade 1	2	2	2	1	
403	Extensão rural	2	2	2	0	1302	Engenharia econômica i	1	1	1	0	
404	Ciências sociais	3	1	3	0	1303	Engenharia econômica ii	1	1	1	1	
405	Economia e política agrícola	2	2	2	0	1304	Metrologia e ensaios	2	2	2	1	
406	Fundamentos administração agronegócios	2	2	2	0	1305	Planejamento e controle da produção ii	1	1	1	1	
407	Extensão e comunicação rural	2	2	2	0	1306	Ciência dos materiais	4	2	4	0	
408	Administração do agronegócio ii	2	2	2	0	1308	Teoria das relações internacionais i	4	2	4	1	
409	Economia ambiental	1	1	1	1	1309	Met.da pesquisa aplicada às rel. Internac. Ciclos biogeoquímicos	4	2	4	1	
410	Mecanização agrícolas	1	1	1	1	1310		2	2	2	1	
413	Temas especiais em construções rurais	1	1	1	1	1311	Informática aplicada	2	2	2	1	
414	Topografia ii	2	2	2	0	1312	Poluição ambiental	2	2	2	1	
415	Topografia i	2	2	2	0	1313	Fundamentos de educação ambiental	2	2	2	1	
417	Hidráulica	2	2	2	0	1314	Inovação e sustentabilidade	2	2	2	1	
419	Construções rurais	2	2	2	0	1316	Matemática financeira	3	1	3	1	

420	Inst. Equip.processament o grãos sementes	1	1	1	1	1317	Metodologia da pesquisa	2	2	2	1
421	Instalações e construções zootécnicas	2	2	2	1	1320	História comparada da américa latina	4	2	4	1
422	Hidrologia Máquinas agrícolas de interesse	1	1	1	0	1321	História i	4	2	4	1
423	zootécnico	2	2	2	1	1322	Organização do espaço mundial	4	2	4	0
424	Diagnose de doenças de plantas	2	2	2	0	1323	Microeconomia	4	2	4	0
425	Controle doenças segundo proc.interferidos	2	2	2	1	1324	Direito internacional i	4	2	4	1
426	Controle plantas daninhas culturas especiais	2	2	2	1	1325	Economia comp e pens econômico da am latina Política internacional comparada	4	2	4	1
427	Entomologia aplicada	2	2	2	1	1326	Política externa brasileira	4	2	4	1
428	Entomologia agrícola	2	2	2	0	1327	Proteção internacional da pessoa humana	4	2	4	1
429	Fitopatologia	4	2	4	0	1328	Sistemas de informação à decisão - sid	3	1	3	1
430	Controle de doenças	2	2	2	0	1329	Mercosul	4	2	4	1
431	Controle de pragas	2	2	2	0	1330	Ética e relações internacionais	4	2	4	1
432	Manejo integrado de plantas daninhas	4	2	4	0	1331	Comércio exterior e finanças internacionais	4	2	4	1
433	Produção e tecnologia de sementes	2	2	2	0	1332	Psicologia	2	2	2	1
434	Climatologia agrícola	3	1	3	1	1333	Língua espanhola iv	4	2	4	1
435	Princípios da arborização urbana	1	1	1	1	1335	Inglês i	4	2	4	0
436	Produção de sementes de espécies forrageiras	1	1	1	1	1336	Inglês iii	4	2	4	0
437	Introdução a agronomia	2	2	2	0	1337	Desenvolvimento e meio ambiente	2	2	2	1
438	Agrometeorologia	2	2	2	0	1342	Fundamentos de cartografia	2	2	2	1
439	Horticultura geral	2	2	2	0	1343	Qualidade do solo, água e ar	2	2	2	1
440	Melhoramento vegetal	2	2	2	0	1344	Planejamento e gestão ambiental urbana	2	2	2	1
441	Sistemas de produção florestal	1	1	1	0	1345	Planejamento e gestão ambiental rural	2	2	2	1
442	Sistema de produção em olericultura	2	2	2	0	1346		2	2	2	1

443	Sistemas de produção de fruticultura	4	2	4	0	1347	Psicologia do desenvolvimento ii	2	2	2	1
444	Sistema de produção agrícola	4	2	4	0	1348	Psicologia da personalidade	4	2	4	1
445	Sistema de produção em plantas ornamentais	1	1	1	0	1349	Psicologia social	4	2	4	1
446	Temas especiais em fruticultura	1	1	1	1	1350	Seminário integrador ii	2	2	2	1
447	Sistemas agroflorestais	1	1	1	0	1354	Gestão de segurança e higiene do trabalho	2	2	2	1
448	Bases da agricultura ecológica	2	2	2	1	1355	Gestão de projetos	2	2	2	0
449	Parques e jardins	1	1	1	1	1357	Psicologia experimental	2	2	2	1
450	Sistema de produção de forrageiras	3	1	3	0	1358	Prática de pesquisa	4	2	4	1
451	Fundamentos de tecnologia agroindustrial	3	1	3	1	1359	Estudos avançados desenvolvimento gerencial	3	1	3	1
452	Tecnologia dos produtos de origem animal	3	1	3	0	1360	Comércio internacional eletrônico	2	2	2	1
453	Tecnologia agroindustrial i	1	1	1	0	1361	Gestão por competências	2	2	2	1
454	Tecnologia agroindustrial ii	2	2	2	0	1362	Trabalho de conclusão de curso - tcc	2	2	2	1
455	Tecnologia agroindustrial iii	2	2	2	0	1363	Ética profissional em psicologia	2	2	2	0
456	Armazenamento e conservação de grãos	2	2	2	1	1364	Psicofisiologia	1	1	1	1
457	Enologia	1	1	1	1	1365	Teorias comportamentais e cognitivas	4	2	4	1
458	Tecnologia de panificação e produção de amido	2	2	2	1	1366	Pesquisa e intervenção em psicologia social	4	2	4	1
459	Laticínios	1	1	1	1	1367	Psicopatologia ii	4	2	4	1
460	Biotechnology agrícola	2	2	2	0	1368	Psicologia institucional	2	2	2	1
461	Tecnologia de óleos vegetais e biocombustíveis	2	2	2	1	1369	Psicologia e políticas públicas	2	2	2	1
462	Microbiologia do solo	1	1	1	1	1370	Seminário integrador iv	2	2	2	1
464	Edafologia	2	2	2	0	1371	Psicologia histórico-cultural	2	2	2	1
465	Física do solo	2	2	2	0	1372	Psicologia da sexualidade	3	1	3	1
466	Gênese, levantamento e classificação do solo	2	2	2	0	1373	Estudos dos processos psicológicos básicos	4	2	4	1
467	Fertilidade do solo	2	2	2	0	1374	Gestão de vendas	2	2	2	1

468	Manejo e conservação do solo	2	2	2	0	1375	Fundamentos da terapia ocupacional	3	1	3	1
469	Introdução à ciência do solo	2	2	2	1	1376	Psicologia i	3	1	3	1
471	Instal.e manejo de animais domésticos	2	2	2	1	1377	Ética e bioética	3	1	3	1
472	Agrostologia	2	2	2	0	1378	Epidemiologia e bioestatística	3	1	3	1
473	Melhoramento animal	2	2	2	0	1379	Terapia ocup. E a pessoa com deficiência	3	1	3	1
474	Zootecnia de suínos	2	2	2	1	1381	Fund. De psiquiatria e saúde mental	3	1	3	1
475	Zootecnia de bovinos	4	2	4	1	1382	Intervenção da t.o. na infância adolescência	2	2	2	1
476	Zootecnia de ovinos	2	2	2	0	1383	Tecnologia assistiva i - órteses e próteses	2	2	2	1
477	Zootecnia de aves	2	2	2	1	1384	Terapia ocupacional contextos hospitalares	2	2	2	1
478	Nutrição e alimentação animal	2	2	2	1	1385	Intervenções da t.o. em pessoa c/ deficiência	2	2	2	1
479	Zootecnia de eqüinos	2	2	2	1	1386	Ter. Ocup. Na atenç. Bás. E preven. Em saúde	3	1	3	1
480	Nutrição animal	3	1	3	0	1387	Psicomotricidade	3	1	3	1
481	Melhoramento e reprodução animal	4	2	4	0	1388	Recursos terapêuticos i - processo criativo	3	1	3	1
482	Sistemas de produção de ruminantes	4	2	4	1	1389	Psicologia ii - abordagem grupal	3	1	3	1
483	Sistemas de produção de não ruminantes	3	1	3	1	1390	Rec terapêut iii - t p jogos e brincadeiras	1	1	1	1
484	Gestão amb.resídorg.gerados sist.prod.agrop.	2	2	2	1	1391	Estágio curric. Profis. Superv ii - sai i	3	1	3	1
485	Práticas educativas iii	3	1	3	1	1392	Cinesioterapia	3	1	3	1
486	Educação popular	4	2	4	1	1393	Cinema e saúde	2	2	2	1
487	Pós-estágio	4	2	4	1	1394	Algoritmos e programação	3	1	3	0
488	Escola, cultura e sociedade ii	4	2	4	1	1395	Arquitetura e organização de computadores i	2	2	2	0
489	Ensino-aprendizagem,conhec.escolarização iii	4	2	4	1	1396	Arquitetura e organização de computadores ii	2	2	2	1
490	Escola,cultura e sociedade iv	4	2	4	1	1397	Computação e sociedade	4	2	4	1
491	Escola, cultura e sociedade vii	4	2	4	1	1398	Computação gráfica	4	2	4	1
493	Profissão docente	4	2	4	0	1399	Conceitos de linguagens de programação	4	2	4	1

494	Teoria e prática pedagógica	4	2	4	0	1400	Engenharia de software i	4	2	4	1
495	Estágio supervisionado ii - ensino fundamental	6	2	4	1	1401	Engenharia de software ii	2	2	2	1
496	Estágio supervisionado iv - ensino médio	6	2	4	1	1402	Estrutura de dados i	2	2	2	1
497	Escola, cultura e sociedade viii	4	2	4	1	1403	Inteligência artificial i	4	2	4	1
498	Ensino-aprendizagem.conhec. E escolarização vi	4	2	4	1	1404	Introdução à ciência da computação	4	2	4	0
499	Ensino-aprendizagem.conhec.escolarização viii	4	2	4	1	1405	Linguagens formais	4	2	4	1
500	Teoria e prá. Pedag. Dos anos inic.do ens.fund.iii	3	1	3	1	1406	Metodologia científica para computação	4	2	4	1
501	Teoria e prá. Pedag. Anos inic. Ens.fund.iv	3	1	3	1	1407	Programação i	2	2	2	0
502	Teoria e prá. Pedag. Anos inic. Ens.fund.viii	3	1	3	0	1408	Programação orientada a objetos	2	2	2	1
503	Práticas educativas v	3	1	3	1	1409	Semântica formal	4	2	4	1
504	Prát.educ.vii-estág. De resp.em gestão escolar	2	2	2	1	1410	Teoria da computação	4	2	4	1
505	Práticas educativas vi	3	1	3	1	1411	Técnicas digitais	2	2	2	0
506	Práticas educativas ii	3	1	3	1	1413	Introdução à computação	2	2	2	0
507	Teoria e prá. Pedag.dos anos inic.do ens.fund.v	3	1	3	1	1414	Introdução ao processamento de dados	2	2	2	0
508	Teoria e prá. Pedag. Anos inic. Ens.fund.vi	3	1	3	1	1415	Utilização de microcomputadores	2	2	2	1
509	Teoria e prá. Pedag. Anos inic. Ens. Fund.vii	3	1	3	1	1418	Lógica para computação	4	2	4	0
510	Ensino-aprendizagem.conhec.escolarização vii	4	2	4	1	1419	Introdução a engenharia de computação	4	2	4	1
511	Práticas educativas iv	3	1	3	1	1420	Tópicos especiais em computação iv	4	2	4	1
512	Metodologias da alfabetização	4	2	4	1	1421	Eletrônica básica i	2	2	2	0
513	Teoria e prática pedagógica i	3	1	3	1	1422	Estruturas de dados ii	2	2	2	1
514	Teoria e prática pedagógica ii	3	1	3	1	1424	Geometria descritiva	2	2	2	0
515	Pesquisa em educação infantil i	4	2	4	1	1425	Genômica aplicada à aquicultura	2	2	2	1
516	Pesquisando síndrome de down	4	2	4	1	1426	Programação de sistemas	2	2	2	1
517	Linguagem	4	2	4	1	1427	Circuitos digitais ii	2	2	2	0

518	Práticas educativas i	3	1	3	1	1428	Concepção de circuitos integrados	4	2	4	1
519	Filosofia da ciência	3	1	3	0	1429	Processamento digital de imagens	2	2	2	1
520	Educação inclusiva: pedagogia da diferença	4	2	4	1	1430	Cálculo numérico computacional	4	2	4	1
521	Escola, cultura e sociedade i	4	2	4	1	1431	Sistemas operacionais	4	2	4	1
522	Ensino-aprendizagem,conhec.escolarização ii	4	2	4	1	1432	Eletrônica básica ii	2	2	2	1
523	Escola, cultura e sociedade iii	4	2	4	1	1433	Introd processamento paralelo e distribuído	4	2	4	1
524	Ensino-aprendizagem conheç.escolarizaçã o iv	4	2	4	1	1434	Redes de computadores	4	2	4	1
525	Ensino-aprendizagem conheç. Escolarização v	4	2	4	1	1435	Microcontroladores	2	2	2	1
526	Escola, cultura e sociedade v	4	2	4	1	1436	Sistemas de tempo real	4	2	4	1
527	Fundamentos psicológicos da educação	4	2	4	0	1437	Sistemas discretos	4	2	4	0
528	Fund. Sócio-histórico-filosóficos educação	4	2	4	0	1438	Algoritmos e programação	2	2	2	0
529	Escola, cultura e sociedade vi	4	2	4	1	1439	Análise combinatória e teoria dos grafos	4	2	4	1
530	Ensino-aprendizagem,conhec. E escolarização i	4	2	4	1	1440	Programação de computadores	2	2	2	0
531	Repr. Diver.: mem., iden., const. Nar. Educ.	4	2	4	1	1441	Algoritmos e estruturas de dados i	2	2	2	0
532	Metodologia da iniciação estudo e pesquisa	4	2	4	1	1442	Estatística básica para computação	4	2	4	0
533	As tics - possibilidades comt. Ensinar / apr	4	2	4	1	1443	Algoritmos e estruturas de dados ii	2	2	2	1
534	Docência compartilhada ei-ai-eja	4	2	4	0	1444	Algoritmos e estruturas de dados iii	2	2	2	1
536	Excursionismo	1	1	1	1	1445	Fundamentos de inteligência artificial	4	2	4	1
537	Metodologia da pesquisa I	2	2	2	1	1446	Projeto de banco de dados	4	2	4	1
538	Introdução à educação física	2	2	2	1	1447	Projeto de compiladores	3	1	3	1
539	Atividades lúdicas na escola	2	2	2	1	1448	Desenvolvimento de softwares	4	2	4	1

540	Capacidades físicas	2	2	2	1	1449	Trabalho de conclusão de curso i	1	1	1	1
541	Fisiologia do exercício i	2	2	2	0	1450	Trabalho de conclusão de curso ii	1	1	1	1
543	Cineantropometria	2	2	2	0	1451	Banco de dados avançado	4	2	4	1
544	Recreação e lazer	2	2	2	1	1452	Computação flexível	4	2	4	1
545	Educação física adaptada	1	1	1	0	1453	Língua estrangeira instrumental - francês	3	1	3	1
547	Procedimento de ensino em educação física	1	1	1	0	1454	Língua estrangeira instrumental - espanhol	3	1	3	1
548	Prática como componente curricular iv	1	1	1	1	1455	Língua inglesa ii para hotelaria	4	2	4	1
549	Práticas pedagóg. Na ed. Fís. Até a 5º série	1	1	1	1	1456	Inglês para turismo i	4	2	4	0
550	Práticas pedagóg. Da ed. Fís. De 6ª a 9ª	1	1	1	1	1458	Literaturas de língua francesa i	3	1	3	1
551	Estágio supervis. Ed. Física até 5ª série	2	2	2	0	1459	Literaturas de língua espanhola i	3	1	3	1
552	Estágio curricular profissional superv. 1	2	2	2	1	1460	Literaturas de língua espanhola iii	3	1	3	1
553	Estágio curricular profissional superv. 3	2	2	2	1	1461	Francês instrumental	4	2	4	1
554	Est. Supervis. Em ed. Física 6º a 9º série	2	2	2	1	1464	Língua espanhola i	4	2	4	0
555	Musculação	1	1	1	1	1465	Língua francesa i	9	3	6	1
556	Educação física: introdução à ética	2	2	2	1	1466	Língua inglesa i	9	3	6	0
557	Preparação física para modalidades coletivas	1	1	1	1	1467	Língua inglesa iii	5	2	3	1
558	Aprendizagem motora	2	2	2	0	1468	Língua espanhola iii	4	2	4	0
559	História da educação física	3	1	3	0	1469	Língua brasileira de sinais i ( libras i )	4	2	4	0
560	Ciclismo	1	1	1	1	1470	Língua espanhola v	5	2	3	1
561	Anatomia cinesiologia aplic ao movimento i	4	2	4	1	1471	Linguística aplicada ao ensino da l espanhola i	3	1	3	1
562	Pcc - pedagogia do esporte	1	1	1	1	1472	Língua espanhola vii	5	2	3	1
564	Cinesiologia Teoria e prática pedagógica da ed.	2	2	2	1	1473	Língua inglesa v	5	2	3	1
565	Física	3	1	3	0	1474	Língua inglesa vii	5	2	3	1
566	Primeiros socorros	1	1	1	0	1475	Literaturas de língua inglesa i	3	1	3	1
567	Natação i	1	1	1	0	1476	Literaturas de língua inglesa iii	3	1	3	1



596	Desenvolvimento de novos produtos	1	1	1	0	1504	Telejornalismo	4	2	4	1
597	Tecnol. De chocolates, balas e caramelos	2	2	2	1	1505	Produção da notícia ii	4	2	4	1
598	Tecnologia de pescado	3	1	3	1	1506	Radiojornalismo ii	4	2	4	1
599	Introd. À ciência e tecnologia de alimentos	3	1	3	0	1507	Técnicas de leitura e produção de textos	4	2	4	1
600	Análise físico-química de alimentos	2	2	2	0	1508	Estudos avançados i	4	2	4	0
601	Conservação de alimentos ii	3	1	3	0	1509	Trabalho de conclusão de curso i	4	2	4	1
602	Embalagens para alimentos	3	1	3	0	1510	Trabalho de conclusão de curso i	4	2	4	1
603	Alimentos de origem animal	3	1	3	0	1511	Práticas laboratoriais 5	4	2	4	1
604	Qualidade na indústria de alimentos	3	1	3	0	1512	Trabalho de conclusão de curso i	4	2	4	1
605	Atuação químico de alim. Planej. Industrial	2	2	2	0	1513	Estudos avançados em jornalismo i	8	2	6	1
606	Tecnologia de aves e ovos	3	1	3	0	1516	Língua e literatura latina i	3	1	3	1
608	Tecnologia de farinhas e panificações	2	2	2	0	1517	Leitura e produção de textos	4	2	4	1
609	Tecnologias de rações	2	2	2	1	1518	Língua portuguesa: morfologia	3	1	3	0
610	Higiene e legislação de alimentos	2	2	2	0	1519	Língua portuguesa: sintaxe i	3	1	3	0
611	Ciência ambiental aplicada à tec. Alimentos	2	2	2	0	1520	Produção da leitura e da escritura i	3	1	3	0
612	Análise matérias-primas e prod. Alimentícios	2	2	2	0	1521	Introdução aos estudos literários	3	1	3	0
613	Fundamentos de conservação de alimentos i	2	2	2	1	1522	Técnicas de leitura e produção de texto	2	2	2	0
614	Fundamentos de conservação de alimentos ii	2	2	2	1	1523	Língua portuguesa: perspectiva histórica	3	1	3	0
615	Projetos de instalações agroalimentares	2	2	2	1	1524	Ficção em língua portuguesa ii	3	1	3	1
616	Exercício profissional tecnólogo de alimento	4	2	4	1	1525	Ensino da língua portuguesa i	3	1	3	0
618	Enologia e enogastronomia	2	2	2	0	1526	Tópicos do português brasileiro	3	1	3	1
620	Ética profissional	2	2	2	1	1527	Latim básico ii	3	1	3	0

621	Administração de saúde pública	2	2	2	1	1528	Poéticas contemporâneas no brasil	3	1	3	1
622	Controle de qualidade de alimentos	1	1	1	1	1529	Ensino da literatura	3	1	3	0
623	Nutrição experimental	2	2	2	0	1530	Panorama cultural da lit. Brasileira ii	3	1	3	1
624	Bromatologia	2	2	2	0	1531	Estudos gramaticais i	4	2	4	1
625	Nutrição e saúde pública	2	2	2	0	1532	Estudos literários i	4	2	4	0
626	Microbiologia e higiene dos alimentos	2	2	2	0	1533	Revisão gramatical e linguística	4	2	4	1
627	Fisiopatologia e dietoterapia i	2	2	2	1	1534	Normas técnicas i	4	2	4	1
628	Fisiopatologia e dietoterapia ii	1	1	1	1	1535	Produção da notícia	4	2	4	1
629	Educação nutricional	1	1	1	0	1536	Análise do discurso em textos jornalísticos	4	2	4	1
630	Ciência e tecnologia de alimentos	3	1	3	0	1537	Teoria da imagem	4	2	4	1
631	Dietética i	2	2	2	0	1538	Webjornalismo	4	2	4	1
632	Dietética ii	2	2	2	0	1539	Produção e revisão do texto jurídico	4	2	4	1
633	Aspectos nutricionais em educação física	2	2	2	1	1540	Pesquisa em letras i	4	2	4	1
634	Bioestatística e epidemiologia	2	2	2	0	1541	Jornalismo especializado	4	2	4	1
635	Avaliação nutricional	4	2	4	1	1542	Assessoria de imprensa	4	2	4	1
636	Gestão em unidades de alimentação e nutrição	4	2	4	1	1544	Trabalho de conclusão de curso i	4	2	4	1
637	Nutrição materno infantil	4	2	4	0	1545	Língua portuguesa: semântica e pragmática	4	2	4	1
638	Téc de base, conservação, preparo cocção ii	2	2	2	0	1546	Tradução de diálogos	4	2	4	1
639	Planejamento e engenharia de cardápios	2	2	2	1	1547	Prát. De tradução (esp/port) -texto jurídico	4	2	4	1
640	Cozinha internacional i	2	2	2	0	1548	Prát. De tradução (ing/port) -texto jurídico	4	2	4	1
641	Boas práticas na produção de alimentos	2	2	2	1	1549	Ciência, tecnologia e sociedade	3	1	3	0
642	Doçaria	1	1	1	0	1550	Matemática financeira	4	2	4	1
643	Gestão de alimentos e bebidas	2	2	2	1	1551	Estatística descritiva	4	2	4	0
644	Cozinha brasileira	2	2	2	0	1552	Cálculo com geometria analítica i	4	2	4	0

645	Serviços de salão, atendimento e eventos	2	2	2	0	1553	Cálculo com geometria analítica ii	2	2	2	0
646	Cozinha internacional iv	1	1	1	0	1554	Vetores e álgebra linear	2	2	2	0
647	Ética, sustentabilidade e meio ambiente	2	2	2	0	1555	Cálculo operacional	3	1	3	0
648	Empreendedorismo e desenvolvim. De negócios	2	2	2	1	1556	Cálculo numérico computacional	3	1	3	1
649	Metodologia científica	2	2	2	1	1558	Análise vetorial e de fourier	3	1	3	1
650	Gênômica nutricional	3	1	3	1	1559	Circuitos elétricos ii	3	1	3	1
651	Integração metabólica	2	2	2	1	1560	Eletricidade e magnetismo	4	2	4	1
652	Patologia geral	2	2	2	0	1561	Circuitos elétricos i	3	1	3	1
653	Nutrição e câncer	3	1	3	1	1563	Fenômenos de transporte	4	2	4	0
654	Psicologia jurídica	2	2	2	0	1564	Mecânica dos sólidos	4	2	4	1
655	Psicologia médica i	2	2	2	0	1565	Conversão eletromecânica de energia	3	1	3	1
656	Psicologia médica ii	1	1	1	1	1566	Sistemas realimentados	3	1	3	1
657	Psicologia médica iii	1	1	1	0	1567	Sistemas digitais i	3	1	3	1
658	Psicologia médica iv	2	2	2	0	1568	Eletrônica de potência	4	2	4	1
659	Psiquiatria	2	2	2	0	1569	Sistemas de banco de dados	2	2	2	1
660	Clínica médica ii	4	2	4	1	1570	Medição de grandezas mecânicas	2	2	2	1
661	Clínica médica i	5	2	3	0	1571	Processos de fabricação metal-mecânica	3	1	3	1
662	Introdução à medicina	1	1	1	0	1572	Iniciação a zootecnia	1	1	1	1
663	Semiologia	4	2	4	1	1574	Zoologia e fauna silvestre aplicada	2	2	2	1
665	Ortopedia e traumatologia	1	1	1	0	1575	Botânica aplicada à zootecnia	2	2	2	1
666	Otorrinolaringologia	1	1	1	0	1576	Bromatologia animal	2	2	2	1
667	Oftalmologia	1	1	1	0	1577	Introdução à metod. Científica e da pesquisa	2	2	2	1
668	Neurocirurgia	2	2	2	1	1578	Bioclimatologia animal	2	2	2	1
669	Diagnóstico por imagem	2	2	2	1	1579	Etologia animal aplicado à zootecnia	2	2	2	1
670	Dermatologia	1	1	1	0	1581	Int técnicas experimentais produção animal	2	2	2	1
671	Neurologia	1	1	1	0	1584	Nutrição de não-ruminantes	3	1	3	1

672	Urologia	1	1	1	0	1585	Manejo reprodutivo dos animais domésticos	2	2	2	1
673	Estágio em tocoginecologia	3	1	3	0	1586	Boas práticas e bem estar animal	2	2	2	1
674	Estágio em pediatria	2	2	2	0	1587	Conservação alimentos volumosos p ruminantes	1	1	1	1
675	Pediatria	2	2	2	0	1588	Nutrição de ruminantes Exterior e	3	1	3	1
676	Ginecologia e obstetrícia	3	1	3	0	1589	judgamento de animais domésticos	2	2	2	1
677	Medicina de comunidade	4	2	4	0	1590	Apicultura	3	1	3	1
678	Epidemiologia	2	2	2	1	1591	Aquicultura	2	2	2	1
679	Canto i	1	1	1	0	1592	Técnicas de seminários Avaliação e tipificação de	1	1	1	1
680	Seminário do canto i	1	1	1	1	1593	carcaças	2	2	2	1
681	Canto ii	1	1	1	1	1594	Suinocultura	3	1	3	1
682	Canto iii	1	1	1	0	1595	Avicultura	3	1	3	1
683	Flauta transversal iii	1	1	1	1	1596	Equinocultura Criações alternativas	3	1	3	1
684	Contraponto ii	2	2	2	1	1597		2	2	2	1
685	Iniciação à composição i	2	2	2	1	1598	Ovinocaprinocultura	3	1	3	1
686	Canto v	1	1	1	0	1599	Bovinocultura de corte	3	1	3	1
687	Flauta transversal v	1	1	1	1	1600	Bovinocultura de leite	3	1	3	1
688	Processos e estruturas de análise musical i	1	1	1	1	1601	Trabalho de conclusão de curso	1	1	1	1
689	Canto vi	1	1	1	1	1602	Práticas expe did. Prof zootecnia-ruminantes	1	1	1	1
690	Flauta transversal vi	1	1	1	1	1603	Formulações de dietas	1	1	1	1
692	Canto vii	1	1	1	0	1604	Projetos zootécnicos	1	1	1	1
693	Composição i	2	2	2	1	1605	Direção de produção	1	1	1	1
694	Canto viii	1	1	1	1	1606	Montagem i	2	2	2	0
695	Projeto de pesquisa em música ii	2	2	2	1	1607	Laboratório de realização cinema de ficção	2	2	2	1
696	Flauta transversal i	1	1	1	0	1608	Desing sonoro ii	2	2	2	1
697	Seminário de flauta transversal i	1	1	1	1	1609	História e teoria do documentário	2	2	2	1
698	Piano i	1	1	1	0	1610	Distribuição e exibição	1	1	1	1
699	Seminário do piano i	1	1	1	1	1611	Efeitos sonoros	2	2	2	1
700	Piano ii	1	1	1	1	1612	Animação	2	2	2	1
701	Piano iii	1	1	1	0	1613	Comunicação e cultura	1	1	1	0
702	Piano v	1	1	1	1	1614	Perspectiva e sombras	2	2	2	0
703	Piano vi	1	1	1	1	1615	Representação gráfica e digital i	2	2	2	1

704	Piano vii	1	1	1	1	1616	Animatic	2	2	2	1
705	Violão i	1	1	1	0	1617	Pós-produção em animação	1	1	1	1
706	Seminário de violão i	1	1	1	1	1618	Stop motion	1	1	1	1
707	Violão ii	1	1	1	1	1619	Análise fílmica	4	2	4	1
708	Violão iii	1	1	1	0	1620	História da música i	1	1	1	0
709	Violão iv	1	1	1	0	1621	Treinamento auditivo iii	1	1	1	1
710	Violão v	1	1	1	1	1624	Percepção tridimensional	2	2	2	1
711	Violão vii	1	1	1	1	1625	Arte e cultura na américa latina	1	1	1	1
712	Violino i	1	1	1	0	1626	Artes visuais na educ. I - pré-estágio	2	2	2	1
713	Seminário de violino i	1	1	1	1	1627	Design de personagens	1	1	1	1
714	Violino ii	1	1	1	1	1628	Elab. De proj. P/ captação recursos e apoio	1	1	1	1
715	Violino iv	1	1	1	0	1629	Metod. Da pesquisa científica p/ audiovisual	4	2	4	1
716	Violino v	1	1	1	1	1630	Construções geométricas	2	2	2	0
717	Violino vii	1	1	1	1	1631	Design de autor	1	1	1	1
718	Projeto especial em música i	2	2	2	0	1632	Redes sociais aplicadas ao design	2	2	2	1
719	Treinamento auditivo i	2	2	2	1	1633	Séries para tv	1	1	1	1
720	Música e sociedade	2	2	2	0	1634	Roteiro ii	1	1	1	1
721	Semiótica geral	2	2	2	1	1635	Produção de audiovisuais para televisão	2	2	2	1
722	Semiótica musical	2	2	2	1	1636	Instalações prediais i	2	2	2	1
723	Música de câmara ii	1	1	1	1	1637	Construção civil i	2	2	2	1
724	Música de câmara iv	1	1	1	1	1638	Administração e empreendedorismo	2	2	2	1
725	Seminário do canto iii	1	1	1	1	1639	Tratamento de água e esgoto	3	1	3	1
726	Seminário do canto iv	1	1	1	1	1640	Arquitetura e urbanismo	2	2	2	1
727	Seminário do canto v	1	1	1	1	1642	Grandes estruturas	1	1	1	1
728	Seminário do canto viii	1	1	1	1	1643	Diagnóstico controle de impactos ambientais	2	2	2	1
729	Seminário de flauta transversal iii	1	1	1	1	1644	Patologia e recuperação das construções	1	1	1	1
730	Seminário de flauta transversal v	1	1	1	1	1645	Fundações e obras de contenção	3	1	3	1
731	Seminário de flauta transversal vi	1	1	1	1	1646	Projeto de edificações	1	1	1	1

732	Seminário do violino iii	1	1	1	1	1647	Pavimentação avançada	2	2	2	1
733	Seminário do violino v	1	1	1	1	1648	Desenho	1	1	1	0
734	Seminário do violino vii	1	1	1	1	1649	Desenho técnico i	2	2	2	0
735	Seminário do piano iii	1	1	1	0	1650	Representação gráfica i	2	2	2	0
736	Seminário do piano iv	1	1	1	1	1651	Desenho técnico ii	2	2	2	1
737	Seminário do piano v	1	1	1	1	1653	Desenho técnico	2	2	2	0
738	Seminário do piano vi	1	1	1	0	1655	Representação gráfica iii	2	2	2	0
739	Seminário do piano vii	1	1	1	1	1656	Eletrônica fundamental	6	2	4	1
740	Seminário de violão ii	1	1	1	1	1657	Sinais e sistemas lineares i	3	1	3	1
741	Seminário de violão iii	1	1	1	1	1658	Circuitos elétricos iii	2	2	2	1
742	Seminário de violão iv	1	1	1	1	1659	Informática industrial i	2	2	2	0
743	Seminário de violão v	1	1	1	1	1661	Cálculo 1	4	2	4	0
744	Seminário de violão vii	1	1	1	1	1663	Cálculo 3	6	2	4	0
745	Técnicas composicionais dos séculos xx e xxi - i	1	1	1	1	1664	Uso energético da madeira	4	2	4	1
746	Composição iii	2	2	2	1	1666	Equações diferenciais	4	2	4	0
747	Técnicas composicionais dos séculos xx e xxi - iii	1	1	1	1	1668	Sinais e sistemas lineares ii	3	1	3	1
748	Orquestração i	1	1	1	1	1669	Mecânica aplicada	4	2	4	1
749	Composição iv	2	2	2	1	1670	Eletrônica digital	4	2	4	0
750	Composição v	2	2	2	1	1671	Química da madeira	2	2	2	1
751	Música eletroacústica i	2	2	2	1	1672	Logística empresarial madeireira	2	2	2	1
752	Orquestração iii	1	1	1	1	1674	Estatística aplicada	4	2	4	0
753	Processos e estruturas de análise musical iii	1	1	1	1	1675	Confiabilidade	2	2	2	0
754	Composição vii	2	2	2	1	1676	Contabilidade e custos da produção	4	2	4	1
755	Composição viii	2	2	2	1	1677	Engenharia da qualidade 2	2	2	2	1
756	Harmonia i	1	1	1	1	1678	Ergonomia ii	1	1	1	1
757	Harmonia ii	1	1	1	1	1679	Princípios de marketing	2	2	2	1
758	Harmonia iii	1	1	1	0	1680	Pesquisa operacional 2	2	2	2	1
759	Etnomusicologia - introdução e métodos	3	1	3	1	1681	Seminários integradores	2	2	2	1
760	Musicologia i	3	1	3	1	1682	Biossegurança em laboratórios	2	2	2	1

761	Etnomusicologia latinoamericana	3	1	3	1	1683	Introdução a biologia e bioquímica	4	2	4	1
762	Musicologia iii	2	2	2	1	1685	Química ambiental	3	1	3	1
763	Apreciação e crítica musical iii	1	1	1	1	1686	Química inorgânica i	4	2	4	0
764	Produção cultural	1	1	1	1	1687	Farmacovigilância	2	2	2	1
765	Interpretação da música contemporânea	1	1	1	1	1688	Derivados cárneos	2	2	2	1
766	Prática de leitura a primeira vista	1	1	1	1	1689	Tecnologia de vinhos	2	2	2	1
767	Instrumento suplementar	1	1	1	0	1690	História da antiguidade oriental	4	2	4	0
768	Instrumento suplementar ii	1	1	1	0	1691	História moderna i	4	2	4	1
769	Arranjo ii	1	1	1	1	1692	História contemporânea i	4	2	4	1
770	Prática de mpb	1	1	1	1	1693	História econômica geral	4	2	4	1
771	Patologia clínica	2	2	2	0	1694	Seminário de história do brasil	4	2	4	1
772	Radiologia	1	1	1	0	1695	História medieval i	4	2	4	0
773	Semiologia	3	1	3	0	1696	Teorias da história i	4	2	4	0
774	Terapêutica veterinária	3	1	3	0	1697	História medieval ii	4	2	4	1
775	Clínica médica de pequenos animais i	3	1	3	0	1698	História do brasil i	4	2	4	1
776	Clínica médica de grandes animais i	4	2	4	1	1699	Teorias da história ii	4	2	4	1
777	Clínica cirúrgica i	3	1	3	0	1700	História da américa i	4	2	4	0
778	Toxicologia e plantas tóxicas	2	2	2	0	1701	História da américa ii	4	2	4	1
779	Clínica médica de pequenos animais ii	3	1	3	0	1702	História do brasil iii	4	2	4	0
780	Clínica médica de grandes animais ii	4	2	4	0	1703	História do rio grande do sul i	4	2	4	1
781	Clínica cirúrgica ii	3	1	3	0	1704	História do rio grande do sul ii	4	2	4	0
782	Terapêutica aplicada à clínica	3	1	3	1	1705	História geral do brasil	4	2	4	1
783	Patologia clínica aplicada	3	1	3	1	1706	História das ideias políticas e sociais	4	2	4	0
784	Ecologia das parasitoses	2	2	2	1	1707	Fundamentos da história	4	2	4	0
785	Controle do carrapato	1	1	1	1	1708	História contemporânea ii	4	2	4	1
786	Controle de verminose	1	1	1	1	1709	Introdução ao estudo de acervos	2	2	2	1
787	Ornitopatologia aplicada	1	1	1	1	1710	História dos movimentos sociais	4	2	4	1
788	Saneamento	2	2	2	0	1711	Seminários de história política	4	2	4	1

789	Imunologia veterinária	3	1	3	0	1712	Tópicos de teorias da história	4	2	4	1
790	Doenças parasitárias	4	2	4	0	1713	Pré-história	4	2	4	0
791	Doenças infecciosas	5	2	3	0	1714	Antropologia	4	2	4	0
792	Ornitopatologia	2	2	2	1	1715	Patrimônio arqueológico	2	2	2	1
793	Inspeção de leite e derivados	2	2	2	0	1717	Arqueologia ii	2	2	2	1
794	Inspeção de carnes e derivados	3	1	3	0	1718	Antropologia jurídica	2	2	2	0
795	Inspeção de pescados e derivados	2	2	2	0	1719	Pré-história geral i	4	2	4	1
796	Zoonoses adm.sanitária saúde pública	2	2	2	0	1720	Introdução à antropologia	4	2	4	0
797	Epidemiologia e ecologia	2	2	2	0	1721	Introdução à arqueologia	4	2	4	1
798	Virologia veterinária	2	2	2	1	1722	Família e parentesco	4	2	4	1
799	Doenças infecciosas de pequenos animais	2	2	2	1	1723	Patrimônio cultural	4	2	4	1
800	Saúde e bem estar animal	1	1	1	1	1724	Mitologia e ritual	4	2	4	1
801	Sanidade de aves ornamentais e silvestres	2	2	2	1	1725	Pré-história brasileira ii	4	2	4	1
802	Vacinologia veterinária	1	1	1	1	1726	Teoria arqueológica ii	4	2	4	1
803	Comportamento e bem-estar de cães e gatos	1	1	1	1	1727	Arqueologia histórica i	4	2	4	1
804	Higiene e profilaxia animal	2	2	2	1	1728	Antropologia rural	4	2	4	1
805	Ética profissional e veterinária legal	2	2	2	0	1729	Relatórios técnicos, pareceres, perícias i	4	2	4	1
806	Iniciação veterinária	2	2	2	1	1730	Arqueologia histórica ii	4	2	4	1
807	Patologia geral veterinária	4	2	4	0	1731	Etnoarqueologia	4	2	4	1
808	Patologia especial veterinária	4	2	4	0	1732	Antropologia da religião ii	4	2	4	1
809	Fisiopatologia da reprodução	5	2	3	0	1733	Estudos rurais iv	4	2	4	1
810	Obstetrícia e glândula mamária	2	2	2	0	1734	Seminário de antropologia iii	4	2	4	1
811	Unidade do cuidado de enfermagem i	5	2	3	0	1735	Seminário de arqueologia ii	4	2	4	1
812	Seminário de investigação	3	1	3	1	1736	Conservação de materiais arqueológicos	4	2	4	1
813	Unidade do cuidado de enfermagem ii	4	2	4	0	1737	Téc. Hig. E sanitár. No manuseio dos alimen.	2	2	2	1
814	Unidade do cuidado de enfermagem iii	4	2	4	0	1738	Procedimentos de front office	2	2	2	1

815	U. C. De enf. Iv a - adulto e família	4	2	4	0	1739	Ges. Ética resp. Soc. Emp. Hotel extra-hotel	2	2	2	1
816	U. C. De enf. Iv b - adulto e família	4	2	4	0	1740	Fund. Turismo, hospitalidade e hotelaria	2	2	2	1
817	U. C. De enf. V - gestão adulto e família	2	2	2	0	1741	Sis. Inf. Gest. Hote. Rest. Gest. Míd. Soc.	2	2	2	1
818	U. C. Enf. Vi - atenção básica materno inf.	2	2	2	0	1742	Operações em hotelaria	2	2	2	1
819	U. C. Enf. Vii - at. Básica gestão s.mental	2	2	2	0	1743	Gestão de efluentes, emissões e resíduos	2	2	2	1
820	Estágio em cirurgia geral	4	2	4	0	1744	Marketing sócio-ambiental e empreendedorismo	2	2	2	1
821	Clínica cirúrgica	2	2	2	0	1745	Trabalho de conclusão de curso	2	2	2	1
822	Anestesiologia	1	1	1	1	1746	Segurança viária	2	2	2	1
824	Patologia geral	3	1	3	1	1747	Transporte ii - passageiros	2	2	2	1
825	Patologia especial	3	1	3	0	1748	Tecnologia dos transportes terrestres	1	1	1	1
826	Bases da técnica cirúrgica e da anestesia	1	1	1	0	1749	Mobilidade urbana	1	1	1	1
827	Orientação de monografia	6	2	4	1	1750	Transporte não motorizado	2	2	2	1
828	Sociologia e ação comunitária	3	1	3	1	1751	Transporte e meio ambiente	2	2	2	1
829	Sociologia	2	2	2	0	1752	Orientação para o projeto interdisciplinar	1	1	1	1
830	Introdução à ciência política	2	2	2	1	1753	Introdução ao sistema de transporte	1	1	1	1
831	Introdução as ciências sociais	4	2	4	1	1754	Modelos de gestão	3	1	3	0
832	Sociologia i	4	2	4	1	1755	Fundamentos de marketing	1	1	1	1
833	Ciência política i	4	2	4	0	1756	Informática básica	2	2	2	1
834	Fundamentos de sociologia	4	2	4	1	1757	Técnicas comunicação científica empresarial	1	1	1	1
835	Metodologia da pesquisa social ii	4	2	4	1	1758	Cálculo e estatística aplicada	2	2	2	1
836	Fundamentos de ciências sociais i	2	2	2	1	1759	Ética e cidadania	1	1	1	1
837	Fundamentos de ciências sociais ii	2	2	2	1	1760	Engenharia de tráfego	2	2	2	1
838	Análise de políticas públicas	4	2	4	1	1761	Logística i	3	1	3	1
839	Teoria do estado, política e direito	2	2	2	0	1762	Legislação de trânsito	2	2	2	1

840	Sociologia jurídica	2	2	2	0	1763	Infraestrutura dos transportes terrestres i	3	1	3	1
841	Sociologia	4	2	4	1	1765	Planejamento estratégico	1	1	1	1
842	Introdução engenharia agrícola	1	1	1	1	1766	Língua espanhola ii para hotelaria	4	2	4	1
843	Introdução a engenharia industrial madeireira	2	2	2	1	1767	Bebidas e harmonização Tec. Cozinha: reg, intern, orie, e contemp	2	2	2	1
844	Propriedades físicas e mecânicas da madeira	2	2	2	0	1768	Lazer recr aplic a espaços hot e extra-hot	3	1	3	1
848	Mecânica dos solos	3	1	3	0	1769	Planejamento e gestão de pousadas	2	2	2	1
850	Materiais de construção	3	1	3	1	1770	Gestão ambiental de portos e hidrovias	2	2	2	1
851	Máquinas agrícolas i	2	2	2	0	1771	Política ambiental brasileira	2	2	2	1
852	Máquinas agrícolas ii	2	2	2	1	1772	Mercosul, fronteira e meio ambiente	2	2	2	1
854	Técnica das construções	2	2	2	1	1773	Gestão de serviços	2	2	2	1
855	Estruturas concreto armado i	2	2	2	1	1775	Legislação turística	4	2	4	1
857	Máquinas e transformadores elétricos	2	2	2	1	1776	Adm. Financeira e orçamentária no turismo	4	2	4	0
859	Projeto de elementos de máquinas	2	2	2	1	1777	Direito e legislação social	4	2	4	1
860	Máquinas agrícolas iii	2	2	2	1	1778	Teoria geral da administração	2	2	2	1
861	Máquinas agrícolas iv	2	2	2	1	1779	Pesquisa em administração i	4	2	4	1
862	Drenagem	2	2	2	0	1780	Sociologia das organizações	4	2	4	1
863	Obras em terra	3	1	3	1	1781	Administração contemporânea	4	2	4	1
866	Operações agroindustriais i	2	2	2	1	1782	Instituições de direito público e privado	4	2	4	1
867	Operações agroindustriais ii	2	2	2	1	1783	Gestão ambiental	4	2	4	1
868	Engenharia de process.agroindustri al i	3	1	3	1	1784	Contabilidade geral	3	1	3	0
869	Engenharia de process.agroindustri al ii	2	2	2	1	1785	Legislação e ética profissional	2	2	2	1
870	Energização rural i	2	2	2	1	1786	Gestão da cadeia de suprimentos	2	1	2	0
871	Energização rural ii	2	2	2	1	1787		3	1	3	0

872	Projeto agroindustrial	1	1	1	1	1788	Análise organizacional	4	2	4	1
873	Conforto ambiental para edif.agrícolas	2	2	2	1	1789	Administração de recursos humanos	4	2	4	1
874	Projetos de edificações agrícolas	1	1	1	1	1790	Contabilidade gerencial	2	2	2	1
875	Agricultura de precisão	3	1	3	1	1791	Planejamento empresarial	4	2	4	1
876	Introdução a pesquisa científica e engenharia	2	2	2	0	1792	Tópicos em administração pública	4	2	4	1
877	Estruturas i	2	2	2	0	1793	Logística empresarial	3	1	3	0
878	Estruturas ii	3	1	3	0	1794	Administração de custos	4	2	4	0
879	Produtos de adesão e colagem	2	2	2	1	1795	Desenvolvimento de recursos humanos	4	2	4	1
881	Estruturas iii	2	2	2	0	1796	Administração de marketing i	3	1	3	0
882	Introdução à engenharia civil	1	1	1	1	1797	Administração produção e operações i	4	2	4	0
883	Eletrotécnica	2	2	2	0	1798	Administração de marketing ii	4	2	4	1
884	Secagem da madeira	2	2	2	1	1799	Administração produção e operações ii	4	2	4	1
885	Segurança do trabalho na ind madeireira	1	1	1	1	1800	Gestão da qualidade	3	1	3	0
886	Controle e automação industrial	1	1	1	1	1801	Sistemas de informação e decisão gerencial	4	2	4	1
887	Projeto de indústrias madeireiras	2	2	2	1	1802	Monografia em administração	4	2	4	1
889	Legislação e ética profissional	3	1	3	1	1803	Seminário em administração	2	2	2	1
890	Macroscopia da madeira	1	1	1	1	1804	Agronegócio	4	2	4	1
891	Fundamentos de cultivos agrícolas	2	2	2	1	1805	Administração de operações e serviços	4	2	4	1
892	Mecânica aplicada à engenharia	2	2	2	0	1806	Comércio exterior	2	2	2	1
893	Introd à engenharia sanitária e ambiental	1	1	1	1	1807	Administração financeira	3	1	3	0
894	Serrarias e beneficiamento de madeiras	2	2	2	1	1808	Empreendedorismo	2	2	2	0
895	Resíduos na indústria de base madeireira	2	2	2	1	1809	Introdução à administração	4	2	4	0
897	Mecânica aplicada i	2	2	2	0	1810	Direito público e legislação	4	2	4	1
898	Geologia e solos ii	2	2	2	1	1811	Formação do brasil e do estado brasileiro	4	2	4	1
900	Química ambiental	2	2	2	1	1812	Elaboração trab. Acad. Redação doc. Oficiais	4	2	4	1

904	Gerenciamento e tratamento resíduos sólidos	2	2	2	1	1813	Administração financeira e orçamento público	4	2	4	1
905	Sistema de abastecimento tratamento de água	2	2	2	1	1814	Gestão materiais e patrimônio setor público	3	1	3	1
906	Análise instrumental aplicada à esa	2	2	2	1	1815	Gestão de pessoas no setor público Si e decisões gerenciais no setor público	4	2	4	1
907	Parasitologia	2	2	2	1	1816	Seminários em gestão pública	4	2	4	1
908	Engenharia civil e qualidade ambiental	2	2	2	1	1817	Proj. Polít. Desenvolvimento local regional	4	2	4	1
909	Produção e propriedades do papel	2	2	2	1	1818	Fundamentos históricos e teóricos do turismo	2	2	2	1
910	Ecotoxicologia	1	1	1	1	1819	Gastronomia	2	2	2	1
911	Licenciamento ambiental	2	2	2	1	1820	Sociologia do turismo	4	2	4	1
912	Esgotamento sanitário e tratam. De efluentes	2	2	2	1	1821	Psicologia do turismo	4	2	4	1
913	Bioenergia	2	2	2	1	1822	Políticas públicas, planejamento e o turismo	2	2	2	1
914	Projeto integrado (tcc)	1	1	1	1	1823	Gestão de meios de hospedagem	2	2	2	1
915	Engenharia de segurança	2	2	2	1	1824	Pesquisa em turismo ii	2	2	2	1
916	Direito ambiental	2	2	2	0	1825	Turismo e lazer	2	2	2	1
917	Isostática	2	2	2	1	1826	Turismo e patrimônio cultural	4	2	4	1
918	Topografia aplicada e geoprocessamento	2	2	2	1	1827	Turismo e impacto ambiental	4	2	4	1
920	Introdução à eng. De contole e automação	4	2	4	1	1828	Turismo e comunicação	4	2	4	1
921	Introdução à engenharia eletrônica	4	2	4	1	1829	Viagem e alteridade	4	2	4	1
923	Geologia aplicada ii	1	1	1	1	1830	Gestão do ecoturismo	2	2	2	1
924	Resistência dos materiais ii	3	1	3	1	1831	Elaboração de roteiros turísticos	2	2	2	1
925	Topografia aplicada a eng. Ambiental	2	2	2	1	1832	Alimentos e bebidas	2	2	2	1
926	Materiais de construção i	3	1	3	1	1833	Turismo rural	2	2	2	1
927	Economia	2	2	2	1	1834	Psicologia das organizações	3	1	3	0
928	História da música i	2	2	2	0	1835	Comportamento organizacional	3	1	3	0
929	Teorias da arte	2	2	2	1	1836	Pesquisa em administração ii	4	2	4	1
930	História da arte brasileira i	2	2	2	1	1837					

## APÊNDICE D – Conjuntos de dados das grades curriculares

Cada registro da tabela informa o semestre no qual a disciplina deve ser cursada, relativamente ao curso a que o aluno está matriculado. A exceção é o semestre "12", que na realidade corresponde às disciplinas optativas para o respectivo curso.

Curso	Disciplina	Semestre									
0	2	1	21	1469	3	58	747	5	87	1664	12
0	3	2	22	485	3	58	748	3	87	1666	4
0	4	3	22	488	2	58	749	6	87	1671	3
0	90	3	22	489	3	58	750	7	87	1672	9
0	105	1	22	490	4	58	751	7	88	311	1
0	106	9	22	491	7	58	752	12	88	312	1
0	167	1	22	497	8	58	753	7	88	313	1
0	187	2	22	498	6	58	754	9	88	314	3
0	194	12	22	499	8	58	755	10	88	315	3
0	210	1	22	500	3	58	756	3	88	316	5
0	333	1	22	501	4	58	758	5	88	317	7
0	334	2	22	502	8	58	764	3	88	318	8
0	362	2	22	503	5	58	765	12	88	322	5
0	404	4	22	505	6	58	766	12	88	323	6
0	405	6	22	506	2	58	769	12	88	324	5
0	406	8	22	508	6	58	770	12	88	325	3
0	407	9	22	509	7	58	928	1	88	326	5
0	408	9	22	510	7	58	940	3	88	327	7
0	410	12	22	511	4	58	948	5	88	328	1
0	413	12	22	512	12	59	294	1	88	329	3
0	414	3	22	516	12	59	297	3	88	520	4
0	415	2	22	517	12	59	303	5	88	527	1
0	417	5	22	520	12	59	309	1	88	528	2
0	419	8	22	521	1	59	688	5	88	952	5
0	420	12	22	522	2	59	695	7	88	1469	5
0	422	2	22	523	3	59	720	12	89	319	1
0	424	12	22	524	4	59	753	7	89	320	2
0	425	12	22	525	5	59	758	5	89	321	1
0	426	12	22	526	5	59	759	1	89	527	2
0	427	12	22	529	6	59	760	1	89	528	1
0	428	5	22	530	1	59	761	3	89	561	1
0	429	6	22	531	12	59	762	3	89	1507	1
0	430	8	22	533	12	59	763	12	90	11	3
0	431	8	22	1469	8	59	764	12	90	213	2
0	432	8	23	485	3	59	928	1	90	257	4
0	433	7	23	488	2	59	940	3	90	944	3
0	435	12	23	489	3	59	948	5	90	947	4
0	436	12	23	490	4	60	294	1	90	1115	2

0	437	1	23	491	7	60	720	1	90	1118	6
0	438	4	23	497	8	60	1620	1	90	1119	6
0	439	4	23	498	6	61	171	3	90	1121	2
0	440	5	23	499	8	61	172	4	90	1122	2
0	441	6	23	503	5	61	173	5	90	1123	4
0	442	7	23	505	6	61	180	3	90	1124	4
0	443	7	23	506	2	61	183	2	90	1125	6
0	444	7	23	510	7	61	184	12	90	1126	6
0	445	8	23	511	4	61	185	7	90	1127	6
0	446	12	23	512	12	61	186	3	90	1128	8
0	447	12	23	514	2	61	188	1	90	1129	6
0	448	12	23	515	12	61	190	1	90	1461	12
0	449	12	23	516	12	61	191	1	90	1705	4
0	450	6	23	520	12	61	192	5	90	1720	2
0	453	5	23	521	1	61	193	3	91	594	6
0	454	7	23	522	2	61	195	2	91	1111	6
0	455	9	23	523	3	61	197	6	91	1112	6
0	456	12	23	524	4	61	199	8	91	1113	6
0	457	12	23	525	5	61	200	7	91	1808	6
0	458	12	23	526	5	61	201	7	92	167	2
0	459	12	23	529	6	61	204	12	92	383	1
0	460	3	23	530	1	61	211	6	92	592	2
0	461	12	23	531	12	61	527	3	92	606	12
0	462	12	23	532	1	61	528	1	92	608	12
0	464	2	23	533	12	61	1469	8	92	609	12
0	465	3	23	534	12	61	1661	2	92	610	3
0	466	4	23	1469	3	61	1663	4	92	611	2
0	467	5	24	494	3	61	1666	5	92	612	2
0	468	9	24	528	1	62	171	4	92	613	4
0	480	3	24	834	1	62	172	7	92	614	4
0	481	4	24	1015	1	62	173	8	92	615	5
0	482	5	24	1016	1	62	180	3	92	616	2
0	483	6	24	1017	3	62	184	12	92	1112	4
0	484	12	24	1018	3	62	185	9	92	1683	1
0	851	4	24	1019	5	62	186	3	92	1688	12
0	1180	12	24	1020	5	62	188	1	92	1689	12
0	1288	6	24	1023	1	62	190	1	93	618	2
0	1648	1	24	1024	3	62	191	1	93	638	2
1	654	1	24	1031	3	62	192	5	93	639	2
1	839	1	24	1032	12	62	193	5	93	640	2
1	840	1	24	1033	12	62	195	4	93	641	2
1	1066	1	24	1034	12	62	197	7	93	642	4
1	1217	5	24	1035	12	62	199	10	93	643	4
1	1218	6	24	1036	12	62	200	8	93	644	4
1	1219	3	24	1037	12	62	211	7	93	645	4
1	1220	4	25	494	3	62	528	4	93	646	4
1	1221	5	25	528	1	62	1469	8	93	647	4

1	1222	2	25	834	1	62	1661	2	93	648	5
1	1223	3	25	1015	1	62	1663	4	93	649	12
1	1224	4	25	1016	1	62	1666	6	94	1149	2
1	1225	4	25	1017	3	63	182	4	94	1150	3
1	1226	5	25	1018	3	63	208	3	94	1151	2
1	1227	5	25	1019	5	63	829	3	94	1156	2
1	1229	12	25	1020	5	63	1022	4	94	1157	1
1	1230	6	25	1023	1	63	1395	3	94	1158	1
1	1231	5	25	1024	3	63	1396	4	94	1161	3
1	1232	5	25	1030	7	63	1397	8	94	1163	4
1	1233	2	25	1031	3	63	1398	6	94	1181	1
1	1234	4	25	1032	12	63	1399	3	94	1182	3
1	1235	6	25	1033	12	63	1400	6	94	1183	3
1	1236	3	25	1034	12	63	1401	7	94	1184	2
1	1237	12	25	1035	12	63	1404	1	94	1185	3
1	1238	12	25	1036	12	63	1405	3	94	1186	4
1	1239	4	25	1037	12	63	1406	2	94	1187	4
1	1240	3	26	834	1	63	1408	3	94	1188	4
1	1241	6	26	1015	1	63	1409	7	94	1189	4
1	1242	1	26	1016	1	63	1410	4	94	1190	5
1	1243	2	26	1017	3	63	1411	2	94	1191	6
1	1244	3	26	1018	3	63	1418	1	94	1192	12
1	1245	4	26	1019	5	63	1420	12	94	1202	12
1	1246	6	26	1020	5	63	1426	4	94	1205	1
1	1247	12	26	1025	1	63	1429	8	94	1206	1
1	1248	12	26	1027	5	63	1430	6	94	1207	2
1	1249	2	26	1028	7	63	1431	6	95	1141	1
1	1250	3	26	1029	7	63	1433	7	95	1142	4
1	1251	6	26	1031	3	63	1434	5	95	1143	1
1	1252	2	26	1032	12	63	1437	1	95	1146	2
1	1253	1	26	1033	12	63	1438	1	95	1147	5
1	1254	12	26	1034	12	63	1439	2	95	1148	4
1	1255	4	26	1035	12	63	1440	2	95	1149	4
1	1718	1	26	1036	12	63	1441	3	95	1151	3
2	12	2	26	1037	12	63	1442	4	95	1152	7
2	13	3	27	834	1	63	1443	4	95	1153	5
2	20	1	27	1015	1	63	1444	5	95	1154	6
2	37	2	27	1016	1	63	1445	5	95	1159	1
2	65	2	27	1017	3	63	1446	5	95	1160	4
2	71	1	27	1018	3	63	1447	7	95	1161	5
2	72	1	27	1019	5	63	1448	7	95	1162	6
2	73	2	27	1020	5	63	1449	7	95	1163	6
2	89	3	27	1025	1	63	1450	8	95	1164	2
2	836	1	27	1027	5	63	1451	12	95	1165	1
2	837	2	27	1028	7	63	1452	12	95	1166	2
2	1021	5	27	1029	7	63	1661	2	95	1167	3
2	1038	3	27	1030	7	64	171	2	95	1168	3

2	1039	1	27	1031	3	64	172	3	95	1169	6
2	1040	2	27	1032	12	64	173	4	95	1170	9
2	1041	4	27	1033	12	64	182	2	95	1171	6
2	1042	4	27	1034	12	64	208	2	95	1172	8
2	1043	5	27	1035	12	64	1022	3	95	1173	8
2	1044	6	27	1036	12	64	1394	1	95	1174	9
2	1045	4	27	1037	12	64	1395	4	95	1175	8
2	1046	5	28	212	6	64	1396	5	95	1176	9
2	1047	6	28	214	1	64	1397	7	95	1177	10
2	1048	7	28	219	5	64	1399	12	95	1178	10
2	1049	8	28	221	5	64	1400	8	95	1179	12
2	1050	6	28	234	1	64	1402	3	95	1180	10
2	1051	8	28	235	3	64	1403	12	95	1203	12
2	1052	5	28	238	2	64	1405	3	95	1205	2
2	1053	6	28	494	3	64	1406	5	95	1209	6
2	1054	7	28	527	1	64	1407	2	95	1210	7
2	1055	9	28	528	2	64	1408	4	95	1211	3
2	1056	7	28	937	1	64	1410	5	95	1212	4
2	1057	3	28	938	3	64	1418	1	95	1214	12
2	1058	3	28	939	7	64	1419	1	95	1215	12
2	1059	5	28	942	5	64	1421	5	95	1216	12
2	1060	6	28	943	7	64	1422	4	95	1281	4
2	1061	7	28	1614	3	64	1426	5	95	1552	1
2	1062	8	28	1624	3	64	1427	3	95	1553	2
2	1063	9	28	1625	3	64	1428	7	95	1554	1
2	1064	8	28	1626	3	64	1430	6	95	1555	3
3	14	2	28	1630	1	64	1431	6	95	1563	3
3	15	3	29	294	1	64	1432	7	96	88	1
3	16	4	29	297	3	64	1434	7	96	361	2
3	35	3	29	298	3	64	1435	12	96	364	1
3	36	5	29	299	3	64	1436	12	96	1086	1
3	63	1	29	300	4	64	1437	1	96	1088	1
3	64	2	29	301	5	64	1469	12	96	1089	3
3	83	1	29	302	5	64	1661	1	96	1090	3
3	85	2	29	303	7	64	1663	3	96	1091	3
3	97	3	29	304	7	64	1666	4	96	1092	3
3	165	3	29	305	7	65	1009	9	96	1093	3
3	202	1	29	306	8	66	1	12	96	1094	3
3	358	1	29	307	9	66	2	3	96	1095	5
3	361	2	29	308	10	66	9	7	96	1096	5
3	400	3	29	309	1	66	10	5	96	1097	5
3	401	4	29	310	9	66	21	3	96	1098	5
3	402	7	29	527	1	66	38	3	96	1099	5
3	403	9	29	758	6	66	39	5	96	1100	5
3	452	4	29	928	1	66	42	5	96	1101	6
3	472	3	29	940	3	66	44	12	96	1102	7
3	473	4	29	941	4	66	45	12	96	1103	7

3	474	6	30	294	1	66	60	4	96	1104	7
3	475	6	30	295	5	66	75	12	96	1105	7
3	476	6	30	297	3	66	92	5	96	1106	7
3	477	7	30	298	3	66	93	7	96	1107	1
3	478	3	30	299	3	66	94	7	96	1108	1
3	479	6	30	300	3	66	95	7	96	1425	12
3	771	5	30	301	5	66	98	4	97	22	2
3	772	5	30	302	5	66	99	5	97	25	3
3	773	4	30	303	7	66	100	6	97	32	12
3	774	5	30	304	7	66	103	9	97	57	3
3	775	7	30	305	5	66	104	12	97	58	4
3	776	7	30	306	7	66	116	5	97	74	3
3	777	7	30	307	7	66	166	1	97	76	1
3	778	7	30	308	8	66	202	2	97	77	1
3	779	8	30	309	1	66	210	1	97	80	2
3	780	8	30	310	7	66	382	12	97	81	2
3	781	8	30	494	3	66	383	1	97	97	4
3	782	12	30	527	1	66	519	1	97	105	1
3	783	12	30	758	7	66	1007	7	97	187	2
3	784	12	30	928	1	66	1008	9	97	210	1
3	785	12	30	940	3	67	1	12	97	358	2
3	786	12	30	941	5	67	2	3	97	361	3
3	787	12	31	294	1	67	9	3	97	383	1
3	788	4	31	295	5	67	10	5	97	400	4
3	789	5	31	297	3	67	34	3	97	401	5
3	790	6	31	298	3	67	38	4	97	402	6
3	791	6	31	299	3	67	39	12	97	403	7
3	792	7	31	300	3	67	42	6	97	421	7
3	793	9	31	301	5	67	44	12	97	423	5
3	794	9	31	302	5	67	45	12	97	452	6
3	795	9	31	303	7	67	59	3	97	467	3
3	796	9	31	304	7	67	60	3	97	469	2
3	797	5	31	305	5	67	61	5	97	473	5
3	798	12	31	306	7	67	75	12	97	480	4
3	799	12	31	307	7	67	88	1	97	484	12
3	800	12	31	308	8	67	92	5	97	804	5
3	801	12	31	309	1	67	93	12	97	1413	1
3	802	12	31	310	7	67	98	5	97	1572	1
3	803	12	31	494	3	67	99	6	97	1574	2
3	805	9	31	527	1	67	100	7	97	1575	3
3	806	1	31	758	7	67	103	8	97	1576	3
3	807	4	31	928	1	67	115	3	97	1577	3
3	808	5	31	940	3	67	116	5	97	1578	4
3	809	8	31	941	5	67	117	12	97	1579	4
3	810	9	32	294	1	67	166	1	97	1581	4
4	36	5	32	295	5	67	202	5	97	1584	5
4	771	5	32	297	3	67	210	1	97	1585	5

4	772	5	32	298	3	67	382	12	97	1586	6
4	774	5	32	299	3	67	383	1	97	1587	6
4	789	5	32	300	3	67	519	1	97	1588	6
4	797	5	32	301	5	67	800	12	97	1589	8
4	808	5	32	302	5	67	803	12	97	1590	7
5	361	2	32	303	7	67	1010	1	97	1591	7
5	668	7	32	304	7	68	1	12	97	1592	7
5	673	10	32	305	5	68	2	3	97	1593	9
5	674	11	32	306	7	68	8	7	97	1594	8
5	820	11	32	307	7	68	42	5	97	1595	8
5	822	9	32	308	8	68	44	12	97	1596	8
6	26	1	32	309	1	68	45	12	97	1597	8
6	27	2	32	310	7	68	49	5	97	1598	9
6	28	4	32	494	3	68	54	9	97	1599	9
6	30	5	32	527	1	68	60	3	97	1600	9
6	33	6	32	758	7	68	71	2	97	1601	10
6	50	2	32	928	1	68	75	12	97	1602	12
6	51	3	32	940	3	68	92	5	97	1603	7
6	52	3	32	941	5	68	94	7	97	1604	9
6	59	3	33	294	1	68	98	4	98	936	2
6	82	1	33	295	5	68	99	5	98	1114	2
6	83	1	33	297	3	68	100	6	98	1117	2
6	84	2	33	298	3	68	103	8	98	1130	2
6	85	2	33	299	3	68	104	12	98	1131	6
6	86	3	33	300	3	68	107	7	98	1132	6
6	112	4	33	301	5	68	108	7	98	1133	12
6	361	2	33	302	5	68	145	7	98	1134	2
6	366	1	33	303	7	68	166	1	98	1135	4
6	655	1	33	304	7	68	202	2	98	1136	4
6	656	3	33	305	5	68	210	1	98	1137	4
6	657	5	33	306	7	68	382	12	98	1138	6
6	658	7	33	307	7	68	383	1	98	1139	12
6	659	8	33	308	8	68	493	1	98	1140	12
6	660	7	33	309	1	68	495	7	98	1736	12
6	661	6	33	310	7	68	496	9	99	832	1
6	662	1	33	494	3	68	519	12	99	833	4
6	663	3	33	527	1	68	528	3	99	1707	1
6	665	8	33	758	7	68	1469	3	99	1720	1
6	666	8	33	928	1	69	1	12	99	1721	1
6	667	8	33	940	3	69	2	3	99	1722	4
6	668	12	33	941	5	69	8	7	99	1723	4
6	669	6	34	161	5	69	9	3	99	1724	4
6	670	8	34	168	5	69	10	5	99	1727	2
6	671	8	34	169	7	69	34	3	99	1728	4
6	672	8	34	170	4	69	38	3	99	1729	6
6	675	5	34	171	1	69	39	12	99	1732	12
6	676	5	34	172	2	69	42	6	99	1733	12

6	677	4	34	173	3	69	44	12	99	1734	12
6	678	3	34	174	4	69	45	12	100	832	1
6	821	6	34	175	1	69	49	5	100	1707	1
6	822	12	34	176	12	69	54	1	100	1719	12
6	824	4	34	177	7	69	59	3	100	1720	1
6	825	5	34	178	5	69	60	4	100	1721	1
6	826	5	34	180	2	69	61	5	100	1723	4
6	1228	8	34	183	1	69	71	2	100	1724	4
7	96	1	34	186	2	69	75	12	100	1725	5
7	137	1	34	331	1	69	88	1	100	1726	4
7	146	8	34	487	8	69	92	5	100	1727	2
7	163	5	34	527	3	69	98	5	100	1730	6
7	164	3	34	528	1	69	99	6	100	1731	5
7	182	1	34	1469	8	69	100	7	100	1735	12
7	187	3	34	1661	1	69	103	8	100	1736	12
7	208	2	34	1663	3	69	107	12	101	171	1
7	211	4	34	1666	4	69	108	12	101	172	2
7	353	1	35	494	2	69	115	3	101	173	3
7	398	9	35	527	3	69	116	5	101	182	2
7	399	10	35	528	1	69	117	12	101	208	2
7	400	7	35	1469	2	69	145	8	101	353	1
7	415	3	35	1690	1	69	166	1	101	897	3
7	417	6	35	1691	5	69	202	5	101	1258	1
7	434	5	35	1692	7	69	210	1	101	1260	3
7	451	5	35	1695	3	69	382	12	101	1261	3
7	471	6	35	1696	3	69	383	1	101	1264	5
7	842	1	35	1697	4	69	396	12	101	1265	5
7	848	9	35	1698	5	69	493	1	101	1266	5
7	850	5	35	1699	4	69	495	7	101	1267	5
7	851	6	35	1700	5	69	496	9	101	1268	7
7	852	7	35	1701	6	69	519	1	101	1269	1
7	854	9	35	1702	7	69	528	3	101	1270	3
7	855	7	35	1703	6	69	800	12	101	1272	5
7	857	8	35	1704	7	69	803	12	101	1273	7
7	859	7	35	1706	12	69	1010	1	101	1274	3
7	860	8	35	1707	1	69	1469	3	101	1275	7
7	861	9	35	1708	8	70	105	12	101	1276	12
7	862	9	35	1709	12	70	167	1	101	1281	5
7	863	10	35	1710	12	70	182	2	101	1306	2
7	866	6	35	1711	12	70	187	3	101	1424	1
7	867	7	35	1712	12	70	340	3	101	1469	12
7	868	7	35	1713	1	70	342	3	101	1549	5
7	869	8	35	1714	3	70	352	1	101	1661	1
7	870	9	36	494	12	70	385	2	101	1663	3
7	871	10	36	527	12	70	392	1	102	55	5
7	872	10	36	1120	3	70	593	3	102	110	1
7	873	9	36	1517	1	70	594	5	102	111	3

7	874	10	36	1690	1	70	595	3	102	171	2
7	875	12	36	1692	7	70	596	7	102	172	3
7	876	12	36	1694	12	70	597	12	102	173	4
7	877	4	36	1695	3	70	598	12	102	174	5
7	878	5	36	1696	3	70	599	1	102	182	1
7	881	6	36	1697	4	70	600	5	102	208	2
7	883	7	36	1698	5	70	601	5	102	211	5
7	891	3	36	1699	4	70	602	5	102	353	1
7	892	4	36	1700	4	70	603	5	102	395	3
7	1171	7	36	1702	7	70	604	7	102	409	7
7	1260	5	36	1703	6	70	605	7	102	417	6
7	1281	5	36	1704	7	70	606	12	102	862	7
7	1288	8	36	1706	12	70	608	12	102	876	1
7	1424	1	36	1707	1	70	1112	12	102	892	5
7	1649	2	36	1708	8	70	1166	3	102	893	1
7	1651	3	36	1709	1	70	1653	1	102	897	4
7	1661	1	36	1710	12	70	1661	1	102	898	3
7	1663	3	36	1711	12	71	96	12	102	900	5
7	1666	4	36	1712	12	71	144	1	102	904	7
8	545	12	36	1713	1	71	171	2	102	905	7
8	550	12	36	1714	4	71	172	3	102	906	7
8	557	12	36	1717	12	71	173	4	102	907	12
8	573	5	37	118	3	71	174	5	102	910	7
8	575	12	37	119	3	71	180	2	102	911	7
8	579	12	37	120	8	71	182	1	102	912	8
8	583	12	37	124	1	71	187	2	102	913	9
8	585	12	37	125	1	71	330	4	102	914	9
9	62	1	37	126	3	71	332	12	102	915	9
9	537	1	37	128	12	71	335	3	102	916	9
9	538	1	37	129	12	71	338	5	102	925	7
9	541	3	37	130	5	71	339	5	102	971	3
9	543	5	37	131	3	71	340	4	102	1171	6
9	544	3	37	132	5	71	342	5	102	1184	3
9	545	4	37	133	5	71	343	7	102	1186	5
9	547	3	37	134	9	71	344	8	102	1260	4
9	548	7	37	135	5	71	345	12	102	1263	5
9	552	5	37	136	1	71	346	1	102	1424	1
9	553	7	37	159	10	71	357	6	102	1563	5
9	555	12	37	527	4	71	361	7	102	1661	1
9	556	7	37	528	1	71	385	3	102	1663	3
9	557	12	37	1322	3	71	386	5	102	1666	4
9	559	2	38	118	3	71	388	12	103	171	2
9	560	12	38	119	3	71	391	7	103	172	3
9	566	3	38	120	7	71	394	7	103	173	4
9	567	5	38	121	4	71	1011	8	103	182	1
9	569	2	38	124	1	71	1413	1	103	187	3
9	570	3	38	125	1	71	1661	1	103	208	2

9	571	1	38	126	3	71	1666	3	103	211	4
9	572	3	38	128	12	71	1686	2	103	353	1
9	573	1	38	129	7	71	1808	3	103	848	6
9	574	12	38	130	5	72	144	5	103	855	7
9	577	1	38	131	3	72	171	2	103	863	9
9	578	4	38	132	5	72	172	3	103	882	1
9	581	5	38	133	5	72	173	4	103	883	5
9	582	2	38	134	5	72	174	5	103	897	3
9	583	12	38	135	5	72	180	2	103	908	1
9	584	12	38	136	1	72	182	1	103	917	4
9	585	12	38	138	7	72	187	2	103	918	4
9	586	7	38	139	5	72	332	12	103	923	5
9	587	1	38	140	12	72	335	3	103	924	6
9	588	12	38	141	12	72	338	5	103	926	5
9	589	12	38	147	12	72	339	12	103	927	5
9	590	12	38	148	12	72	340	4	103	996	9
9	633	3	38	149	12	72	344	8	103	1151	3
10	62	2	38	159	6	72	345	12	103	1162	5
10	528	1	38	494	4	72	346	1	103	1281	5
10	536	12	38	527	4	72	357	12	103	1306	3
10	539	1	38	528	1	72	385	3	103	1413	12
10	540	3	38	1322	3	72	386	7	103	1424	1
10	541	4	38	1522	1	72	388	12	103	1636	6
10	543	4	39	119	5	72	391	7	103	1637	7
10	545	2	39	120	6	72	493	1	103	1638	7
10	549	5	39	121	4	72	527	2	103	1639	7
10	550	6	39	125	2	72	528	1	103	1640	7
10	551	6	39	126	3	72	1012	5	103	1642	12
10	554	7	39	128	12	72	1026	5	103	1643	9
10	558	3	39	134	4	72	1469	4	103	1644	9
10	559	1	39	142	2	72	1661	1	103	1645	9
10	562	1	39	147	3	72	1666	3	103	1646	9
10	564	2	39	151	4	72	1686	2	103	1647	12
10	565	4	39	153	5	73	46	6	103	1661	1
10	566	4	39	154	6	73	144	2	103	1663	3
10	568	4	39	155	6	73	171	2	103	1666	4
10	569	5	39	156	6	73	172	3	104	171	2
10	570	6	39	157	6	73	173	4	104	172	3
10	572	2	39	158	6	73	180	2	104	173	4
10	573	3	39	159	8	73	182	1	104	182	1
10	574	12	39	160	12	73	187	3	104	208	2
10	575	1	39	841	2	73	330	4	104	330	2
10	578	7	39	1482	1	73	332	5	104	353	1
10	579	3	39	1551	1	73	335	3	104	848	5
10	580	3	40	1415	5	73	338	5	104	850	5
10	581	4	41	827	12	73	339	5	104	897	3
10	582	5	41	835	12	73	340	4	104	916	7

10	586	6	42	1714	1	73	342	5	104	971	3
10	588	12	43	527	3	73	344	6	104	1145	1
10	589	12	43	1458	5	73	345	12	104	1171	7
10	591	6	43	1465	1	73	354	4	104	1260	5
10	1469	8	43	1478	5	73	355	6	104	1262	4
11	62	2	43	1479	7	73	356	6	104	1277	3
11	540	3	43	1480	7	73	357	6	104	1278	5
11	541	4	43	1481	4	73	385	3	104	1279	3
11	545	2	43	1490	3	73	386	5	104	1280	1
11	547	5	43	1498	3	73	388	12	104	1281	4
11	549	6	43	1499	3	73	392	2	104	1282	3
11	550	7	43	1501	12	73	1026	12	104	1285	5
11	551	7	43	1518	2	73	1653	6	104	1286	5
11	558	3	43	1519	1	73	1661	1	104	1288	7
11	559	1	43	1520	1	73	1666	3	104	1289	7
11	564	2	43	1521	1	73	1686	2	104	1290	7
11	565	4	43	1525	5	74	830	1	104	1291	7
11	566	6	43	1527	5	74	1067	1	104	1292	9
11	567	12	44	527	3	74	1068	2	104	1293	9
11	569	6	44	528	1	74	1316	1	104	1294	9
11	572	2	44	1466	1	74	1354	12	104	1295	9
11	575	1	44	1467	3	74	1551	3	104	1296	12
11	578	7	44	1473	5	74	1778	1	104	1424	1
11	580	3	44	1474	7	74	1779	1	104	1661	1
11	581	4	44	1475	5	74	1780	2	104	1663	3
11	582	5	44	1476	7	74	1781	2	105	1141	1
11	584	12	44	1477	4	74	1782	3	105	1144	1
11	585	12	44	1498	3	74	1784	6	105	1146	2
11	589	12	44	1499	3	74	1785	2	105	1147	5
12	258	9	44	1501	12	74	1786	4	105	1148	4
12	259	1	44	1518	2	74	1787	4	105	1149	4
12	260	1	44	1519	1	74	1789	4	105	1150	5
12	261	2	44	1520	1	74	1790	3	105	1151	3
12	262	2	44	1521	1	74	1791	4	105	1152	5
12	263	1	44	1525	5	74	1792	5	105	1153	5
12	264	2	44	1526	12	74	1793	5	105	1159	1
12	265	3	44	1527	5	74	1794	4	105	1161	5
12	266	1	45	527	3	74	1795	5	105	1162	6
12	267	2	45	528	1	74	1796	6	105	1163	6
12	268	3	45	1465	12	74	1797	6	105	1164	2
12	269	4	45	1493	3	74	1798	7	105	1165	1
12	270	1	45	1498	3	74	1799	7	105	1166	2
12	271	2	45	1499	3	74	1800	6	105	1167	3
12	272	3	45	1501	12	74	1801	7	105	1168	3
12	273	4	45	1516	12	74	1802	9	105	1169	6
12	274	5	45	1518	2	74	1803	8	105	1170	7
12	275	6	45	1519	1	74	1805	12	105	1193	7

12	276	1	45	1520	1	74	1806	12	105	1194	6
12	277	3	45	1521	1	74	1807	7	105	1195	7
12	278	5	45	1523	12	74	1835	1	105	1196	7
12	279	6	45	1524	12	74	1836	6	105	1197	9
12	280	8	45	1525	5	74	1837	8	105	1198	9
12	281	8	45	1526	12	75	830	1	105	1199	9
12	282	9	45	1527	5	75	1067	1	105	1200	10
12	283	1	45	1528	12	75	1068	2	105	1201	8
12	284	2	46	1474	7	75	1316	6	105	1205	2
12	285	3	46	1476	7	75	1354	12	105	1210	7
12	286	4	47	527	3	75	1551	3	105	1211	3
12	287	5	47	528	1	75	1778	1	105	1212	4
12	288	6	47	1459	7	75	1779	1	105	1213	8
12	289	4	47	1460	9	75	1780	1	105	1285	5
12	290	5	47	1464	1	75	1781	2	105	1552	1
12	291	7	47	1468	3	75	1782	2	105	1553	2
12	292	9	47	1470	5	75	1784	2	105	1554	1
12	293	12	47	1471	4	75	1785	3	105	1555	3
12	986	2	47	1472	7	75	1786	3	105	1563	3
12	987	9	47	1498	3	75	1787	3	106	1347	2
12	988	4	47	1499	3	75	1788	3	106	1348	2
12	989	4	47	1501	12	75	1789	4	106	1349	2
12	990	5	47	1516	12	75	1790	4	106	1350	2
12	991	8	47	1518	2	75	1791	4	106	1357	2
12	992	7	47	1519	1	75	1792	4	106	1363	2
12	993	8	47	1520	1	75	1793	4	106	1364	2
12	994	7	47	1521	1	75	1794	5	106	1365	3
12	995	6	47	1525	5	75	1795	5	106	1366	3
12	996	7	47	1526	12	75	1796	5	106	1367	4
12	997	3	47	1527	5	75	1797	5	106	1368	4
12	998	4	47	1545	12	75	1798	6	106	1369	4
12	999	5	48	527	3	75	1799	6	106	1370	4
12	1000	6	48	528	1	75	1800	6	106	1371	12
12	1001	7	48	1469	5	75	1801	7	106	1372	12
12	1002	8	48	1483	1	75	1802	9	106	1373	12
12	1003	12	48	1484	3	75	1803	8	107	171	2
12	1004	3	48	1485	5	75	1804	12	107	172	3
12	1005	4	48	1486	7	75	1805	12	107	173	4
12	1006	5	48	1487	5	75	1806	12	107	182	1
12	1151	3	48	1488	7	75	1807	7	107	187	3
13	24	4	48	1491	1	75	1835	1	107	208	2
13	26	2	48	1498	3	75	1836	6	107	211	5
13	27	3	48	1499	3	75	1837	8	107	353	2
13	40	2	48	1516	12	76	1067	1	107	1262	6
13	41	2	48	1518	3	76	1068	2	107	1297	1
13	78	1	48	1519	1	76	1355	12	107	1298	1
13	83	1	48	1520	1	76	1551	3	107	1299	2

13	85	2	48	1521	1	76	1778	1	107	1300	1
13	101	1	48	1523	12	76	1779	1	107	1301	5
13	102	3	48	1525	5	76	1780	2	107	1302	5
13	122	6	48	1527	5	76	1781	2	107	1303	7
13	360	1	48	1528	12	76	1782	3	107	1304	7
13	361	2	48	1529	5	76	1783	3	107	1305	7
13	620	5	48	1530	3	76	1784	6	107	1306	6
13	621	3	49	1413	12	76	1785	2	107	1355	5
13	622	12	49	1453	12	76	1786	4	107	1440	4
13	623	12	49	1454	12	76	1787	4	107	1549	4
13	624	2	49	1469	12	76	1789	4	107	1650	1
13	625	3	49	1489	12	76	1790	3	107	1655	3
13	626	4	49	1490	12	76	1791	4	107	1661	1
13	627	5	49	1492	1	76	1792	5	107	1663	3
13	628	6	49	1493	1	76	1793	5	107	1666	4
13	629	5	49	1497	5	76	1794	4	107	1669	4
13	630	3	49	1498	3	76	1795	5	107	1674	5
13	631	3	49	1508	7	76	1796	6	107	1675	5
13	632	4	49	1518	12	76	1797	6	107	1676	7
13	634	1	49	1519	12	76	1799	7	107	1677	7
13	635	4	49	1527	12	76	1800	6	107	1678	7
13	636	4	49	1531	1	76	1801	7	107	1679	10
13	637	6	49	1532	1	76	1802	9	107	1680	7
13	650	12	49	1533	3	76	1803	8	108	833	2
13	651	12	49	1534	3	76	1806	12	108	1240	1
13	652	4	49	1539	5	76	1807	7	108	1308	2
13	653	12	49	1540	5	76	1835	1	108	1309	7
13	828	5	49	1544	7	76	1836	6	108	1320	4
13	1333	5	50	246	1	76	1837	8	108	1321	1
14	23	2	50	1466	1	77	1067	1	108	1322	1
14	24	3	50	1467	3	77	1068	2	108	1323	3
14	40	2	50	1468	12	77	1355	12	108	1324	3
14	48	2	50	1469	12	77	1551	3	108	1325	4
14	78	1	50	1473	5	77	1778	1	108	1326	5
14	79	1	50	1475	12	77	1779	1	108	1327	5
14	109	3	50	1492	1	77	1780	1	108	1328	5
14	362	1	50	1493	1	77	1781	2	108	1330	7
14	652	3	50	1497	6	77	1782	2	108	1331	7
14	811	1	50	1498	3	77	1783	2	108	1332	7
14	812	9	50	1500	12	77	1784	2	108	1335	12
14	813	2	50	1508	7	77	1785	3	108	1336	12
14	814	3	50	1510	7	77	1786	3	108	1337	12
14	815	4	50	1519	12	77	1787	3	108	1464	12
14	816	5	50	1531	1	77	1788	3	108	1468	12
14	817	6	50	1532	1	77	1789	4	109	1321	1
14	818	7	50	1545	5	77	1790	4	109	1322	1
14	819	8	50	1546	12	77	1791	4	109	1323	3

15	214	1	50	1548	5	77	1792	4	109	1324	3
15	216	4	51	246	1	77	1793	4	109	1464	12
15	217	4	51	1464	1	77	1794	5	109	1468	12
15	218	4	51	1472	7	77	1795	5	110	171	1
15	222	12	51	1492	1	77	1796	5	110	172	3
15	929	1	51	1493	1	77	1797	5	110	353	1
15	930	5	51	1497	6	77	1799	6	110	920	1
15	931	12	51	1500	12	77	1800	6	110	1413	1
15	932	7	51	1508	7	77	1801	7	110	1552	1
15	933	3	51	1509	7	77	1802	9	110	1553	2
15	934	12	51	1519	12	77	1803	8	110	1554	2
15	936	2	51	1531	1	77	1804	12	110	1555	3
15	937	1	51	1532	1	77	1805	12	110	1556	4
16	214	1	51	1545	5	77	1806	12	110	1558	4
16	216	4	51	1546	12	77	1807	7	110	1559	3
16	217	4	51	1547	5	77	1835	1	110	1560	2
16	218	4	52	227	12	77	1836	6	110	1561	2
16	222	12	52	1469	12	77	1837	8	110	1563	5
16	929	1	52	1492	1	78	123	12	110	1564	3
16	930	5	52	1494	1	78	1075	2	110	1565	6
16	931	12	52	1495	1	78	1337	5	110	1566	6
16	932	7	52	1496	1	78	1468	4	110	1568	6
16	933	3	52	1502	6	78	1551	3	110	1569	6
16	934	12	52	1503	5	78	1715	12	110	1570	6
16	936	2	52	1504	5	78	1776	8	110	1571	6
16	937	1	52	1505	5	78	1777	5	110	1649	1
17	212	3	52	1506	12	78	1820	8	110	1656	4
17	214	1	52	1511	7	78	1821	3	110	1657	4
17	220	7	52	1512	7	78	1822	3	110	1659	4
17	225	12	52	1513	7	78	1824	7	110	1668	5
17	228	12	52	1532	1	78	1825	7	110	1670	3
17	229	1	52	1535	3	78	1826	5	110	1674	3
17	230	1	52	1536	3	78	1827	5	111	171	1
17	231	2	52	1537	3	78	1828	7	111	172	3
17	234	1	52	1538	12	78	1829	7	111	353	1
17	235	12	52	1541	12	78	1830	12	111	921	1
17	236	3	52	1542	12	78	1831	12	111	1413	1
17	237	3	52	1613	12	78	1832	12	111	1552	1
17	240	4	53	294	1	78	1833	12	111	1553	2
17	241	12	53	297	3	78	1834	12	111	1554	2
17	243	5	53	309	3	79	123	12	111	1555	3
17	244	5	53	679	1	79	1075	2	111	1556	4
17	245	5	53	680	1	79	1337	12	111	1558	4
17	248	5	53	681	2	79	1468	4	111	1559	3
17	249	6	53	682	3	79	1551	3	111	1560	2
17	250	7	53	686	5	79	1715	12	111	1561	2
17	254	12	53	688	5	79	1776	8	111	1563	5

17	949	3	53	689	6	79	1777	5	111	1564	3
17	950	1	53	692	7	79	1820	8	111	1565	6
17	954	3	53	694	8	79	1821	3	111	1566	6
17	956	4	53	718	12	79	1822	3	111	1567	6
17	1014	12	53	719	1	79	1824	7	111	1568	6
17	1256	6	53	720	1	79	1825	7	111	1649	1
17	1615	1	53	722	12	79	1826	5	111	1656	4
17	1627	12	53	723	3	79	1827	5	111	1657	4
17	1631	12	53	724	5	79	1828	7	111	1658	4
18	212	3	53	725	3	79	1829	7	111	1670	5
18	214	1	53	726	4	79	1830	12	111	1674	3
18	215	2	53	727	5	79	1831	12	112	11	4
18	220	7	53	728	8	79	1832	12	112	29	2
18	225	12	53	753	7	79	1833	12	112	53	4
18	228	12	53	756	3	79	1834	12	112	56	4
18	231	2	53	764	3	80	123	12	112	87	2
18	232	2	53	766	12	80	1075	1	112	88	1
18	236	12	53	768	12	80	1456	1	112	167	1
18	237	3	53	769	12	80	1468	4	112	210	1
18	238	2	53	770	12	80	1551	3	112	330	2
18	239	4	53	928	1	80	1714	1	112	353	1
18	240	4	53	940	3	80	1775	1	112	361	4
18	241	12	53	948	5	80	1776	6	112	368	2
18	242	12	53	1621	3	80	1777	8	112	369	2
18	243	5	54	294	1	80	1819	1	112	370	4
18	251	6	54	297	3	80	1820	2	112	371	6
18	252	7	54	309	1	80	1821	3	112	372	6
18	253	12	54	683	3	80	1822	3	112	373	6
18	254	12	54	687	5	80	1823	3	112	374	6
18	949	3	54	690	6	80	1824	7	112	375	6
18	953	2	54	695	7	80	1825	8	112	376	12
18	954	3	54	696	1	81	831	1	112	377	12
18	955	4	54	697	1	81	1065	1	112	378	12
18	956	4	54	720	1	81	1068	7	112	381	12
18	1013	6	54	723	3	81	1069	1	112	392	2
18	1014	12	54	729	3	81	1071	3	112	599	4
18	1256	6	54	730	5	81	1073	3	112	600	6
18	1627	12	54	731	6	81	1074	1	112	1038	4
18	1631	12	54	753	7	81	1076	5	112	1681	12
18	1632	12	54	756	3	81	1077	5	112	1682	12
19	105	1	54	764	3	81	1078	5	112	1687	12
19	161	4	54	767	12	81	1079	3	113	23	2
19	162	5	54	768	12	81	1080	5	113	29	2
19	171	1	54	928	1	81	1081	7	113	31	4
19	172	2	54	940	3	81	1082	12	113	113	2
19	173	3	55	294	1	81	1083	7	113	566	1
19	174	4	55	297	3	81	1084	8	113	572	4

19	182	2	55	309	1	81	1085	5	113	1375	2
19	187	3	55	688	5	81	1323	3	113	1376	2
19	208	2	55	712	1	81	1469	12	113	1377	2
19	211	5	55	713	1	81	1693	3	113	1378	3
19	438	7	55	714	2	81	1796	6	113	1379	3
19	957	1	55	715	4	81	1809	1	113	1381	4
19	958	2	55	716	5	82	224	1	113	1382	4
19	959	2	55	717	7	82	225	1	113	1383	4
19	960	12	55	720	1	82	255	12	113	1384	5
19	961	6	55	722	12	82	950	1	113	1385	4
19	962	7	55	732	3	83	223	1	113	1386	12
19	963	6	55	733	5	83	225	1	113	1387	12
19	964	7	55	734	7	83	226	5	113	1388	2
19	965	7	55	756	3	83	227	1	113	1389	3
19	966	12	55	758	5	83	233	5	113	1390	3
19	967	8	55	764	3	83	247	1	113	1391	6
19	968	5	55	765	12	83	256	12	113	1392	12
19	969	6	55	770	12	83	950	12	113	1393	12
19	972	4	55	928	1	83	951	5	114	1316	1
19	973	3	55	940	3	83	1469	12	114	1317	1
19	974	3	55	948	5	83	1605	3	114	1329	2
19	975	4	56	294	1	83	1606	3	114	1354	4
19	976	5	56	297	3	83	1607	3	114	1355	4
19	977	6	56	309	1	83	1609	3	114	1358	4
19	978	7	56	688	5	83	1610	7	114	1359	5
19	979	8	56	695	7	83	1612	12	114	1360	5
19	980	8	56	698	1	83	1613	5	114	1361	5
19	981	8	56	699	1	83	1619	7	114	1362	5
19	982	12	56	700	2	83	1628	12	114	1374	5
19	983	12	56	701	3	83	1633	12	114	1754	1
19	984	5	56	702	5	83	1634	3	114	1784	5
19	1414	1	56	703	6	83	1635	12	114	1786	1
19	1661	1	56	704	7	84	214	1	114	1787	4
19	1663	3	56	719	12	84	224	1	114	1793	3
19	1666	4	56	720	1	84	225	1	114	1794	4
20	485	3	56	723	3	84	227	1	114	1796	3
20	486	12	56	735	3	84	234	1	114	1800	4
20	488	2	56	736	4	84	247	1	114	1807	3
20	489	3	56	737	5	84	253	6	114	1835	1
20	490	4	56	738	6	84	256	12	114	1836	3
20	491	7	56	739	7	84	946	12	115	1310	1
20	497	8	56	753	7	84	950	12	115	1311	1
20	498	6	56	756	3	84	1608	4	115	1312	1
20	499	8	56	757	4	84	1610	12	115	1313	1
20	500	3	56	758	5	84	1611	5	115	1314	1
20	502	8	56	764	3	84	1616	5	115	1342	3
20	503	5	56	765	12	84	1617	5	115	1343	3

20	504	7	56	766	12	84	1618	5	115	1344	3
20	506	2	56	770	12	84	1619	5	115	1345	4
20	507	5	56	928	1	84	1627	3	115	1346	4
20	509	7	56	940	3	84	1629	7	115	1355	12
20	510	7	56	948	5	84	1633	12	116	1746	4
20	511	4	57	294	1	85	1551	2	116	1747	4
20	512	12	57	297	3	86	838	1	116	1748	4
20	516	12	57	309	1	86	1550	1	116	1749	4
20	517	12	57	688	5	86	1551	2	116	1750	4
20	518	1	57	695	7	86	1809	1	116	1751	4
20	520	12	57	705	1	86	1810	1	116	1752	4
20	521	1	57	706	1	86	1811	1	116	1753	1
20	522	2	57	707	2	86	1812	1	116	1754	1
20	523	3	57	708	3	86	1813	3	116	1755	1
20	524	4	57	709	4	86	1814	3	116	1756	1
20	525	5	57	710	5	86	1815	3	116	1757	1
20	526	5	57	711	7	86	1816	3	116	1758	1
20	529	6	57	719	12	86	1817	3	116	1759	1
20	530	1	57	720	1	86	1818	4	116	1760	2
20	531	12	57	722	12	87	96	1	116	1761	2
20	1469	8	57	723	3	87	171	2	116	1762	2
21	485	3	57	724	5	87	172	3	116	1763	2
21	486	12	57	740	2	87	173	4	116	1765	2
21	488	2	57	741	3	87	182	1	116	1800	2
21	489	3	57	742	4	87	187	4	117	1342	3
21	490	4	57	743	5	87	208	2	117	1344	3
21	491	7	57	744	7	87	352	1	117	1345	4
21	497	8	57	753	7	87	829	9	117	1346	4
21	498	6	57	756	3	87	843	1	117	1743	4
21	499	8	57	758	5	87	844	5	117	1744	4
21	503	5	57	764	3	87	877	4	117	1745	5
21	504	7	57	765	12	87	878	5	117	1771	12
21	506	2	57	766	12	87	879	7	117	1772	12
21	510	7	57	767	12	87	881	6	117	1773	12
21	511	4	57	768	12	87	884	7	118	1455	3
21	512	12	57	769	12	87	885	7	118	1737	1
21	513	1	57	928	1	87	886	7	118	1738	1
21	514	2	57	940	3	87	887	9	118	1739	1
21	515	12	57	948	5	87	889	9	118	1740	1
21	516	12	58	294	1	87	890	12	118	1741	1
21	518	1	58	297	3	87	892	3	118	1742	12
21	520	12	58	303	2	87	894	7	118	1766	3
21	521	1	58	309	1	87	895	7	118	1767	3
21	522	2	58	684	5	87	909	9	118	1768	3
21	523	3	58	685	1	87	1213	5	118	1769	3
21	524	4	58	688	5	87	1260	6	118	1770	12
21	525	5	58	693	3	87	1281	5	119	171	2

21	526	5	58	695	9	87	1302	9	119	352	1
21	529	6	58	720	1	87	1440	5	119	392	2
21	530	1	58	721	12	87	1650	1	119	1661	2
21	531	12	58	722	12	87	1655	3	119	1685	2
21	532	1	58	745	3	87	1661	1	119	1686	2
21	534	12	58	746	5	87	1663	3			

## APÊNDICE E – Conjuntos de dados das unidades e salas de aula

O campo "Unidade" contém a unidade onde a sala de aula se localiza e o campo "Cap" contém a quantidade máxima de alunos que a sala de aula pode acomodar.

Sala	Unidade	Cap									
0	0	66	65	1	28	130	7	50	195	23	13
1	0	65	66	1	43	131	7	50	196	24	25
2	0	66	67	2	20	132	7	50	197	24	30
3	0	66	68	2	31	133	7	50	198	25	97
4	0	58	69	2	23	134	8	30	199	25	60
5	0	62	70	2	36	135	8	38	200	26	60
6	0	60	71	2	52	136	8	40	201	26	80
7	0	62	72	2	50	137	8	90	202	27	70
8	0	64	73	2	60	138	8	35	203	27	45
9	0	48	74	2	83	139	8	40	204	28	20
10	0	60	75	2	16	140	8	100	205	29	80
11	0	50	76	2	25	141	9	35	206	30	26
12	0	50	77	2	8	142	9	40	207	31	60
13	0	50	78	3	53	143	9	40	208	31	25
14	0	50	79	3	69	144	9	40	209	31	30
15	0	50	80	3	69	145	9	40	210	31	50
16	0	52	81	3	41	146	9	40	211	31	30
17	0	55	82	3	55	147	10	30	212	31	35
18	0	55	83	3	42	148	10	30	213	31	30
19	0	50	84	3	40	149	10	40	214	31	30
20	0	50	85	3	35	150	10	9	215	31	30
21	0	50	86	3	57	151	10	24	216	31	45
22	0	50	87	3	30	152	10	30	217	31	40
23	0	50	88	3	34	153	11	65	218	32	70
24	0	50	89	4	63	154	11	72	219	32	70
25	0	50	90	4	140	155	11	65	220	32	70
26	0	50	91	4	51	156	11	119	221	32	40
27	0	50	92	4	53	157	11	65	222	32	40
28	0	50	93	4	60	158	12	67	223	32	43
29	0	50	94	4	50	159	12	64	224	32	43
30	0	50	95	4	46	160	12	55	225	32	40
31	0	50	96	4	50	161	12	100	226	33	40
32	0	50	97	4	40	162	13	12	227	33	60
33	0	50	98	4	40	163	13	48	228	33	40
34	0	50	99	4	50	164	13	20	229	33	60
35	0	50	100	4	20	165	13	20	230	33	40
36	0	50	101	4	50	166	14	30	231	33	60
37	0	100	102	4	60	167	14	33	232	34	42
38	0	50	103	4	60	168	14	30	233	34	43
39	0	50	104	4	63	169	14	39	234	34	46

40	0	50	105	4	33	170	15	40	235	34	47
41	0	50	106	4	18	171	15	53	236	34	60
42	0	50	107	5	68	172	15	65	237	35	100
43	1	42	108	5	50	173	15	22	238	35	50
44	1	98	109	5	50	174	16	60	239	35	50
45	1	52	110	5	50	175	16	40	240	35	50
46	1	53	111	5	46	176	16	55	241	35	50
47	1	50	112	5	51	177	16	80	242	36	70
48	1	70	113	5	50	178	17	80	243	36	70
49	1	63	114	5	50	179	17	60	244	36	60
50	1	60	115	5	50	180	17	27	245	37	71
51	1	25	116	5	50	181	18	50	246	37	120
52	1	42	117	5	50	182	18	50	247	38	45
53	1	59	118	5	45	183	18	50	248	38	33
54	1	44	119	6	42	184	19	40	249	39	55
55	1	50	120	6	60	185	19	45	250	40	25
56	1	82	121	6	61	186	19	36	251	41	70
57	1	55	122	6	50	187	20	71	252	42	63
58	1	84	123	6	100	188	20	45	253	43	40
59	1	30	124	6	22	189	20	40	254	44	70
60	1	20	125	6	40	190	21	40	255	45	50
61	1	35	126	6	47	191	21	55	256	46	50
62	1	12	127	7	50	192	22	36	257	47	32
63	1	43	128	7	50	193	22	54			
64	1	10	129	7	50	194	23	64			