

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**Problema de Alocação de Salas e a Otimização dos  
Espaços no Centro de Tecnologia da UFSM**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Elijeane dos Santos Sales**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2015**

# **PROBLEMA DE ALOCAÇÃO DE SALAS E A OTIMIZAÇÃO DOS ESPAÇOS NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFSM**

**por**

**Elijeane dos Santos Sales**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Administração, Área de Estratégia e Competitividade, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Administração**.

**Orientador: Prof. Dr. Felipe Martins Müller**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2015**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Sociais e Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Administração**

A comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**PROBLEMA DE ALOCAÇÃO DE SALAS E A OTIMIZAÇÃO  
DOS ESPAÇOS NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFSM**

elaborada por  
**Elijeane dos Santos Sales**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Administração**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

.....  
**Felipe Martins Müller, Dr. (PPGA/UFSM)**  
(Presidente/orientador)

.....  
**Vinícius Jacques Garcia, Dr. (PPGEP/UFSM)**

.....  
**Eugênio de Oliveira Simonetto, Dr. (PPGA/UFSM)**

Santa Maria, 26 de março de 2015

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradecer a Deus por ter feito escolhas por mim que não necessariamente seriam as que eu teria feito, mas que no final mostraram ser o melhor caminho.

Agradecer aos meus pais, irmãos e família pelo apoio, a minha hijita Mabellè por ser uma alegria nos momentos mais adversos. E as minhas amigas por me ajudarem a manter-me sã nesta intensa trajetória.

Porém, sem o auxílio técnico de algumas pessoas este trabalho não teria sido o mesmo por isso, meu agradecimento especial a Ana Laura por ser sempre tão gentil e prestativa e me fornecer todos os dados e informações relevantes para esta pesquisa, se não fosse pela sua contribuição não teríamos atingido este resultado.

Ao Alberto e Artur por me ensinarem o básico do CPLEX e do ZIMPL respectivamente, sem os tutoriais de vocês eu certamente não teria conseguido rodar meus dados, então muitíssimo obrigada.

Ao meu excelentíssimo orientador Professor Felipe Müller por primeiramente acreditar em mim e me confiar esta tarefa e por ser um exemplo de dedicação e comprometimento e uma inspiração para mim.

Aos professores Eugênio Simonetto e Vinícius Jacques, membros da banca, pelas contribuições extremamente oportunas para o melhor desenvolvimento deste estudo.

Aos meus colegas do mestrado por essa jornada curta, porém extremamente significativa e aos colegas da disciplina de Otimização Combinatória pela parceria nos momentos desafiantes.

A professora Vânia Costa por me abrir as portas do seu grupo de pesquisa e permitir que eu também trilhasse a linha de comportamento organizacional.

À CAPES por proporcionar o apoio financeiro necessário para me deixar mais tranquila.

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Administração  
Universidade Federal de Santa Maria

### **Problema de Alocação de Salas e a Otimização dos Espaços no Centro de Tecnologia da UFSM**

AUTORA: ELIJEANE DOS SANTOS SALES

ORIENTADOR: FELIPE MARTINS MÜLLER

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 26 de março de 2015.

Todo início de semestre letivo as instituições de ensino superior enfrentam o mesmo dilema: o de alocar disciplinas às salas de aula respeitando determinadas restrições. Esse problema é conhecido como *Classroom Assignment Problem* ou Problema de Alocação de Salas (PAS) e consiste na alocação de disciplinas, com horários já estabelecidos, a salas de aulas considerando-se a capacidade da sala e as necessidades dos docentes e discentes. Esse processo, geralmente, é resolvido pelas instituições de ensino manualmente o que além de levar vários dias para ser concluído muitas vezes não garante a alocação eficiente dos espaços. Tal situação também é a enfrentada pelo Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) que devido à crescente demanda e expansão da Instituição precisa se adaptar para alocar eficientemente os espaços disponíveis. Atualmente, o Centro conta com 14 cursos de graduação alocados em três prédios que dispõem de 47 salas, efetivamente utilizadas, com capacidades que variam entre 25 e 50 alunos. Sendo assim, este estudo se propôs a desenvolver uma nova configuração para a alocação de salas de aula do Centro de Tecnologia da UFSM a fim de tornar mais eficiente o uso dos espaços. Para tanto o trabalho teve como aporte metodológico os preceitos da pesquisa operacional de modo que foi desenvolvido um modelo matemático para representar o problema. Foram utilizados como referência os dados das disciplinas ofertadas no primeiro e segundo semestre de 2014. De modo geral, os resultados encontrados foram ao encontro dos objetivos propostos de otimizar os espaços e também demonstraram algumas inconformidades como entre o número de vagas ofertadas pelas disciplinas e as capacidades das salas. Ademais, sugere-se que novos estudos sejam realizados, em especial com o uso de metaheurísticas, a fim de testar a qualidade das soluções apresentadas.

**Palavras-chave:** Problema de Alocação de Salas (*Classroom assignment*). Otimização Combinatória. Pesquisa Operacional. Instituição Universitária.

## **ABSTRACT**

Master's Dissertation  
Administration Post-Graduation Program  
Universidade Federal de Santa Maria

### **Classroom Assignment Problem and the Optimization of the spaces at the Tecnology Center of UFSM**

AUTHOR: ELJEANE DOS SANTOS SALES  
ADVISOR: FELIPE MARTINS MÜLLER

Place and date: Santa Maria, 26 de março de 2015.

Every beginning of semester higher education institutions face the same dilemma: to assign courses to classrooms keeping up certain restrictions. This problem is known as Classroom Assignment Problem or Rooms Allocation Problem and consists of allocating courses, with schedules established, at classrooms considering the room capacity and the needs of teachers and students. This process usually is solved manually by the institutions, which can take several days to complete, besides it is hard work and often does not guarantee the efficient allocation of spaces. This reality is also faced by the Technology Center of the Federal University of Santa Maria that due to increasing demand and expansion of the institution needs to adapt to efficiently allocate the available spaces. Currently, the center has 14 undergraduate courses divided into three buildings that have 47 rooms, effectively used, with capacities ranging between 25 and 50 students. Thereby, the aim of this study is to propose a new configuration for the allocation of classrooms in the Technology Center at the Federal University of Santa Maria in order to make the most efficient use of space. Therefore, the study has the support of the precepts of operational research so that a mathematical model was developed to represent the problem. Were used as reference the courses offered in the first and second half of 2014 and from these databases built were coded in ZIMPL and implemented with CPLEX. Because of the problem size, it was decided to split the databases on weekdays and shifts (morning and afternoon) totaling 20 instances. Overall, the results meets the proposed objectives to optimize the spaces and also demonstrated some nonconformities as between the number of vacancies offered by the disciplines and capabilities of rooms. In addition, it was found that there is some imbalance in the supply of disciplines as the days and timeslots, which consequently leads to difficulties for classrooms assignment. Furthermore, it is suggested that further studies are conducted, especially with the use of metaheuristics in order to test the quality of these solutions.

**Keywords:** Classroom Assignment Problem. Combinatorial Optimization. Operational Research. Higher Education Institution

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - <i>Time Slots</i> Dia/Semestre/Turno .....	60
Tabela 2 - Resultados Computacionais.....	61

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Subdivisões do <i>Timetabling</i> .....	19
Figura 2 - Problema de Designação (adaptado Hillier &Lieberman, 2013).....	25
Figura 3 - Cursos de Graduação e Pós-Graduação no CT.....	38
Figura 4 - Processo de Designação das Salas .....	42
Figura 5 - Processo de construção de modelos em PO.....	47
Figura 6 - Restrições Essenciais e de Qualidade .....	51
Figura 7- Disciplinas ofertadas por curso no SIE.....	56
Figura 8- Arquivo Salas Disponíveis.....	59
Figura 9- Arquivos Disciplinas Dia/Semestre/Turno .....	59
Figura 10 - Matriz de Distância.....	59
Figura 11- Arquivo ZPL.....	60
Figura 12 - Segunda-feira manhã 1ºsem/2014:comparativo entre a alocação atual x proposta	65
Figura 13 - Terça-feira manhã 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta...	66
Figura 14 - Quarta-feira manhã 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta.	68
Figura 15 - Quinta-feira manhã 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta.	69
Figura 16 - Sexta-feira manhã 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta...	70
Figura 17- Segunda-feira tarde 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta..	72
Figura 18 – Terça-feira tarde 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta.....	73
Figura 19- Quarta-feira tarde 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta.....	74
Figura 20 – Quinta-feira tarde 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta...	76
Figura 21 – Sexta-feira tarde 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta.....	77
Figura 22 –Segunda-feira manhã 2ºsem/2014:comparativo entre a alocação atual x proposta	79
Figura 23 – Terça-feira manhã 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta..	80
Figura 24 – Quarta-feira manhã 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta	81
Figura 25- Quinta-feira manhã 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta..	83
Figura 26 – Sexta-feira manhã 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta ..	84
Figura 27 – Segunda-feira tarde 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta	86
Figura 28 – Terça-feira tarde 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta.....	87
Figura 29- Quarta-feira tarde 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta.....	88
Figura 30 – Quinta-feira tarde 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta...	90
Figura 31 – Sexta-feira tarde 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta.....	91



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Métodos metaheurísticos e autores .....	26
Quadro 2 - Resumo com os principais estudos apontados .....	35
Quadro 3 - Distribuição das salas e capacidades no CT.....	40
Quadro 4 - Disciplinas disponíveis no 1º e 2º Semestre de 2014.....	57
Quadro 5- Taxa de Salas Ocupadas e Livres.....	92
Quadro 6 - Configuração sugerida para a segunda-feira de manhã 1º semestre/2015 .....	104
Quadro 7 - Configuração sugerida para a terça-feira de manhã 1º semestre/2015.....	105
Quadro 8 - Configuração sugerida para quarta-feira de manhã 1º semestre/2015 .....	106
Quadro 9 - Configuração sugerida para quinta-feira de manhã 1º semestre/2015 .....	107
Quadro 10 - Configuração sugerida para a sexta-feira de manhã 1º semestre/2015 .....	108
Quadro 11 - Configuração sugerida para a segunda-feira de tarde 1º semestre/2015.....	109
Quadro 12 - Configuração sugerida para a terça-feira de tarde 1º semestre/2015 .....	110
Quadro 13 - Configuração sugerida para a quarta-feira de tarde 1º semestre/2015 .....	111
Quadro 14 - Configuração sugerida para a quinta-feira de tarde 1º semestre/2015 .....	112
Quadro 15 - Configuração sugerida para a sexta-feira de tarde 1º semestre/2015.....	113
Quadro 16 - Referências sexta manhã 1º semestre/2014.....	114
Quadro 17 - Modelo/ Arquivo <i>.zpl</i> .....	115
Quadro 18 - 1º Semestre/2014 Manhã.....	116
Quadro 19 - 1º Semestre/2014 Tarde .....	117
Quadro 20 - 2º Semestre/2014 Manhã.....	118
Quadro 21 - 2º Semestre/2014 Tarde .....	119

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PAS – Problema de Alocação de Salas  
CT- Centro de Tecnologia  
UFSM- Universidade Federal de Santa Maria  
EC - Engenharia Civil  
EE -Engenharia Elétrica  
EM -Engenharia Mecânica  
EQ - Engenharia Química  
CC -Ciência da Computação  
AU- Arquitetura e Urbanismo  
ESA - Engenharia Sanitária e Ambiental  
ECA -Engenharia de Controle e Automação  
EA - Engenharia Acústica  
EC -Engenharia de Computação  
EP -Engenharia de Produção  
SI - Sistema de Informação  
PPGEA - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental  
PPGEC- Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
PPGEE - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica  
PPGEP -Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos  
PPGEP -Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção  
PPGI - Programa de Pós-Graduação em Informática  
DAU – Departamento de Arquitetura e Urbanismo  
DESP- Departamento de Eletromecânica e Sistemas de Potência  
DELC- Departamento de Eletrônica e Computação  
DEM- Departamento de Engenharia Mecânica  
DPS- Departamento de Produção e Sistemas  
DEQ- Departamento de Engenharia Química  
DESA- Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental  
DECC- Departamento de Estruturas e Construção Civil  
DEPG- Departamento de Expressão Gráfica  
DPEE- Departamento de Processamento e Engenharia Elétrica  
DTRP- Departamento de Transportes

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 Justificativa .....	13
1.2 Objetivos.....	16
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
2.1.Timetabling .....	17
2.2 <i>Classroom Assignment</i> – Problema de Alocação de Salas .....	19
2.3 Complexidade Computacional .....	20
2.4 Otimização Combinatória e Programação Linear .....	22
2.5 Problema de Designação .....	23
2.6 Heurísticas e Metaheurísticas.....	25
2.7 Trabalhos na Área .....	27
2.8 Tomada de Decisão .....	36
<b>3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA</b> .....	<b>38</b>
3.1 Histórico Centro de Tecnologia (CT) .....	38
3.2 O Problema de Alocação de Salas no Centro de Tecnologia .....	41
3.3 Escopo do PAS no CT: problema e requisitos .....	43
<b>4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>45</b>
4.1 Método em Pesquisa Operacional.....	45
4.2 Aplicação da Abordagem de PO ao Estudo .....	47
4.2.1 Etapa 1 – Definição do Problema .....	47
4.2.2 Etapa 2 – Formulação e Construção do Modelo Inicial .....	48
4.2.3 Etapa 3 - Desenvolver um procedimento computacional (Solução do Modelo).....	48
4.2.5 Etapa 5 – Implementação do Modelo .....	48
<b>5. MODELO MATEMÁTICO PROPOSTO</b> .....	<b>50</b>
5.1 Contexto do Modelo .....	50
5.2. Construção do Modelo Matemático.....	51
<b>6. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO (Análise dos Resultados)</b> .....	<b>56</b>
6.1. Coleta de Informações.....	56
6.2. Trajetória de Adaptação do Modelo/Testes Iniciais.....	58
6.3. Construção das Instâncias .....	58
6.4. Execução do Modelo.....	61
6.5. Inconformidades .....	62

<b>6.6. Particularidades do Problema no CT-UFSM .....</b>	<b>62</b>
<b>6.7. Soluções Propostas.....</b>	<b>63</b>
6.7.1 1º Semestre: segunda- feira manhã.....	63
6.7.2 1º Semestre: terça- feira manhã .....	64
6.7.3 1º Semestre: quarta- feira manhã.....	67
6.7.4 1º Semestre: quinta- feira manhã.....	67
6.7.5 1º Semestre: sexta- feira manhã.....	67
6.7.6 1º Semestre: segunda- feira tarde .....	71
6.7.7 1º Semestre: terça- feira tarde.....	71
6.7.8 1º Semestre: quarta- feira tarde.....	71
6.7.9 1º Semestre: quinta- feira tarde.....	75
6.7.10. 1º Semestre: sexta- feira tarde .....	75
6.7.11 2º Semestre: segunda-feira manhã.....	78
6.7.12 2º Semestre: terça-feira manhã .....	78
6.7.13 2º Semestre: quarta-feira manhã.....	78
6.7.14 2º Semestre: quinta-feira manhã.....	82
6.7.15 2º Semestre: sexta-feira manhã.....	82
6.7.16 2º Semestre: segunda-feira tarde .....	85
6.7.17 2º Semestre: terça-feira tarde.....	85
6.7.18 2º Semestre: quarta-feira tarde .....	85
6.7.19 2º Semestre: quinta-feira tarde .....	89
6.7.20 2º Semestre: sexta-feira tarde .....	89
<b>6.8. Validação dos Resultados .....</b>	<b>92</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>94</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE A - Alocação de Salas 1º Semestre/2015.....</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE B – Geração dos Arquivos.....</b>	<b>114</b>
<b>APÊNDICE C – Resumo das Soluções Propostas .....</b>	<b>116</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento expressivo, nos últimos anos, da oferta de novos cursos universitários nas instituições de ensino tem provocado um necessário processo de adaptação por parte das mesmas a fim de ajustar suas estruturas (instalações) às necessidades vigentes. Nesse processo de ajuste surgem diversos problemas especialmente os de *timetabling* como: combinar o quadro de horários, alocar professores e distribuir salas de aula respeitando as demandas e também as restrições de disponibilidade de cada curso.

Dentre essas atividades destaca-se a distribuição de salas nos cursos universitários realizada no início de cada semestre letivo em muitas instituições universitárias pelo mundo (MARTÍNEZ-ALFARO & FLORES-TERÁN, 1998, SUBRAMANIAN, MEDEIROS, FORMIGA & SOUZA, 2011). No qual a partir da oferta de disciplinas disponibilizadas pelos departamentos de ensino deve ocorrer sua alocação em salas de aula de modo que contente tanto ao corpo docente quanto o discente, respeitando as restrições de infraestrutura.

Esta designação é conhecida como Problema de Alocação de Salas (PAS) ou *Classroom Assignment Problem* e consiste em alocar aulas, com horários de início e término previamente programados, a um número fixo de salas (CARTER & LAPORTE, 1996; SCHAERF, 1999; SOUZA, MARTINS & ARAÚJO, 2002a). O PAS considera que existem horários pré-estabelecidos de início e término das aulas e um conjunto de salas onde ocorrerão as aulas. Assim, o problema incide em determinar uma alocação das turmas em salas de aula de forma que requisitos considerados “essenciais” sejam acatados, tornando a solução viável (SILVA & SILVA, 2010). Para Souza et al. (2002a) a alocação de salas é tratada ou como parte integrante do problema de programação de cursos (*course timetabling*) ou como um problema derivado dele (*classroom assignment*) (BARDADY, 1996).

Contudo, embora haja um grande avanço computacional, muitas instituições, ainda realizam a designação de salas de aula manualmente, o que além de gerar reclamações por parte dos professores, torna o processo oneroso, árduo e demorado, podendo levar vários dias para ser concluído (MARTÍNEZ-ALFARO & FLORES-TERÁN, 1998; SOUZA et al., 2002a, 2002b; SUBRAMANIAN, MEDEIROS, CABRAL E SOUZA, 2006; SUBRAMANIAN et al., 2011). Além disso, com o aumento do número de cursos e alunos nas Instituições esse problema torna-se cada vez mais complexo, uma vez que há certa escassez de salas de aula. Para Silva (2005) por se tratar de um problema altamente combinatório, e com o aumento de turmas nas instituições de ensino, a resolução manual desse problema pode demandar muito tempo e esforço por parte dos responsáveis e, mesmo feito assim, não se tem a garantia de que seja

obtida uma solução que otimize a utilização do espaço. Para Souza et al. (2002a; 2002b) em função de situações como essa, uma atenção especial vem sendo dada à automação desse problema.

Atualmente, o Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) tem enfrentado situação semelhante, onde o aumento significativo do número de cursos disponibilizados pelo Centro (hoje 14 cursos de Graduação) tem contribuído para o aumento da oferta de disciplinas e conseqüentemente a demanda por salas. No Centro a designação das salas é feita manualmente e ocorre no início de cada semestre letivo, contudo a cada ano a complexidade do problema aumenta em virtude do incremento do número de alunos e de disciplinas disponibilizadas pelos cursos.

Sendo assim, este estudo se propôs a desenvolver uma nova configuração para a alocação de salas de aula do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria a fim de tornar mais eficiente o uso dos espaços com o apoio de modelos matemáticos computacionais.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: apresentação dos objetivos, seguido de uma revisão bibliográfica contendo as principais discussões sobre o Problema de Alocação de Salas, descrição do problema – O caso do Centro de Tecnologia da UFSM-, metodologia aplicada, modelo matemático proposto e conseqüente implementação do modelo e as considerações finais.

## **1.1 Justificativa**

O problema de alocação de salas (PAS) é uma realidade que as instituições acadêmicas enfrentam no início de cada semestre letivo. Entretanto, esse problema até então simples de designação, passa a aumentar sua complexidade a partir do incremento do tamanho das instituições de ensino quanto aos cursos e turmas disponíveis.

Em geral, parte significativa das instituições de ensino ainda resolve esse problema manualmente, o que torna o processo demorado podendo levar vários dias para ser finalizado. Soma-se ainda o contexto vigente, “onde há escassez de salas de aula devido às demandas elevadas que surgem naturalmente com o crescimento do número de cursos e alunos das instituições” (SUBRAMANIAN et al. 2006, p.1).

A solução manual do problema além de ser uma tarefa difícil que pode levar vários dias para ser concluída, ainda requer a designação de um ou mais funcionários para completar o trabalho de modo que atenda às necessidades da instituição. Todavia, a responsabilidade desses

encarregados vai além da escolha da sala na qual a disciplina deverá ser ministrada, envolve também a utilização dos espaços eficientemente para as restrições de uso das salas (tamanho, número de carteiras) e dos requisitos (materiais, aparelhos eletrônicos, tipo de mobiliário) que cada disciplina solicita/necessita.

Em virtude da complexidade de resolução do problema, a resolução de forma manual pode ser ineficiente em função do não atendimento de todas as restrições essenciais. Ademais, a má alocação das salas pode causar insatisfação por parte dos usuários (BURKE & VARLEY, 1997). Segundo Filho (2008, p.1) “a alocação não eficiente de espaço e recursos pode resultar em custos operacionais, transtornos logísticos e insatisfação”.

Assim, desenvolver o problema computacionalmente poderia propiciar tanto ganhos de tempo como também de eficiência e de manutenção de conhecimento, pois a partir das técnicas poderia se prever a alocação das salas com maior precisão bem como prever novas configurações, podendo disponibilizar essas informações para um maior número de pessoas. Mooney et al. (1996), em estudo realizado na Universidade de Purdue, demonstrou que a experiência com um sistema computacional pode ser muito proveitosa para que os mais novos possam entender o PAS, pois observou-se na Universidade onde ocorreu o estudo que os novos encarregados de resolver o problema de designação não detinham o ponto de vista histórico e relacionamento com o corpo docente necessário como aqueles que realizavam a tarefa previamente, servindo, assim, o sistema como um aporte para a tomada decisão.

O PAS é um problema clássico de otimização combinatória pertencente à classe NP-*hard*/NP-Difícil (EVEN, ITAI & SHAMIR, 1976; CARTER & TOVEY, 1992), em que a determinação da solução ótima do problema, em um período de tempo aceitável, não é uma tarefa simples. Uma vez que os métodos exatos empregados na resolução de problemas desta classe, chegam a consumir tempos de ordem exponencial, sendo assim, a utilização exclusiva de algoritmos exatos se tornaria quase inviável (SUBRAMANIAN et al., 2011).

Em decorrência disso, faz-se necessário a busca por outras técnicas na tentativa de se obter uma solução de qualidade, isto é, próxima à solução ótima e em tempos computacionais baixos. As técnicas heurísticas, de modo geral, possuem essa característica, e as metaheurísticas as mais indicadas por serem capazes de escapar de ótimos locais (SOUZA et al., 2002a, 2002b; SUBRAMANIAN et al., 2006; SILVA & SILVA, 2010; SUBRAMANIAN et al., 2011). De acordo Müller (1993, p.8) um problema de otimização NP-difícil “sugere que não é sempre possível encontrar a solução ótima de uma maneira rápida, todavia, ainda é possível o uso de algoritmos aproximados (algoritmos heurísticos) para encontrar soluções que, provavelmente, são próximas da ótima”.

Contudo, embora diversos autores tenham tratado sobre este problema de designação, não existe um consenso ou modelo único para sua representação uma vez que o problema difere de acordo com os requisitos e necessidades de cada Instituição, apesar da semelhança entre elas. Alguns autores, recentemente, têm tratado problemas desta natureza por meio de técnicas heurísticas, em especial, as metaheurísticas, além de outros métodos de resolução como programação baseada em restrições e da metodologia AHP (*analytic hierarquic process*) e também programação linear como serão explicitados na revisão bibliográfica na Seção 2.

Porém, estudos que associem o PAS à tomada de decisão ou que sirvam como suporte a ela são incipientes, mesmo sua resolução podendo servir como alicerce para uma tomada de decisão mais consciente. Logo, este estudo visa proporcionar alternativas para a alocação de salas a fim de possibilitar um apoio para a tomada de decisão dos gestores do Centro de Tecnologia.



## 1.2 Objetivos

Objetivo Geral:

Propor uma nova configuração para a alocação de salas de aula do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria a fim de tornar mais eficiente o uso dos espaços com o apoio de modelos matemáticos computacionais.

Objetivos Específicos:

- Definir quais as restrições essenciais e não essenciais (qualidade) do Centro de Tecnologia da UFSM;
- Promover a resolução computacional como um suporte para a tomada de decisão gerencial.
- Comparar e analisar as novas soluções com a original para identificar se as mesmas apresentam melhorias;
- Otimizar a distribuição do espaço físico do Centro de Tecnologia da UFSM;
- Compreender a dinâmica do *timetabling* do CT;
- Identificar possibilidades de melhoria na grade de disciplinas/salas;

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados os temas que norteiam este trabalho e embasam a proposta a ser desenvolvida. Nas duas primeiras seções apresenta-se o *timetabling* e suas ramificações, em especial o *course timetabling*, onde está inserido o *ClassRoom Assignment Problem*. Na Seção 2.3 uma breve explanação sobre complexidade computacional e na Seção 2.4 otimização combinatória, enquanto que na Seção 2.5 trata-se do problema de designação, e na Seção 2.6 uma breve revisão sobre heurísticas e metaheurísticas. Para finalizar na Seção 2.7 apresentam-se trabalhos desenvolvidos nos últimos anos sobre o tema e na Seção 2.8 uma breve abordagem da tomada de decisão.

### 2.1. Timetabling

O problema de *timetabling*, na literatura da pesquisa operacional, consiste na alocação horária de recursos. Para Qu, Burke, McCollum, Merlot & Lee (2008) esse tipo de problema surge em diversas formas como *educational timetabling*, *nurse scheduling*, *sports timetabling*, assim como *transportation timetabling*.

Para Burke, Petrovic & Qu (2006) um problema genérico de *timetabling* inclui a programação de certo número de eventos (exames, cursos, encontros) em um limitado número de períodos de tempo, enquanto satisfaz, tanto quanto possível, o maior número de restrições requeridas (POULSEN, 2012).

Todavia, apesar da diversidade de problemas de *timetabling* um dos que mais tem recebido atenção de estudos é o *educational timetabling*, uma vez que é uma das tarefas mais importantes e que mais tempo consomem nas instituições acadêmicas (QU et al., 2008). Segundo Schaerf (1999, p. 1) este tipo de problema de *timetabling* “consiste no agendamento de uma sequência de aulas entre professores e alunos em um período prefixado de tempo (tipicamente a semana) satisfazendo um conjunto de restrições de vários tipos”.

Nas últimas décadas muitos pesquisadores têm se dedicado ao estudo desse *timetabling* como Carter & Laporte (1996), Schaerf (1999), Burke, Kingston e de Werra (2004). Para Dimopoulou e Miliotis (2001, p.201) os problemas de *timetabling* tem atraído o contínuo interesse dos pesquisadores principalmente “porque eles fornecem a oportunidade de testar métodos de soluções combinatórias em formulações que representam difíceis problemas práticos”.

Uma das características que se salienta sobre este tipo de problema é que apesar de se tratar de um quadro de horários para as instituições de ensino ele varia de país para país, uma vez que os sistemas acadêmicos variam bastante entre as nações. Isso inclusive justificaria o porquê de este tema vir sendo amplamente estudado na pesquisa operacional nos últimos 25 anos (ALVAREZ-VALDES, CRESPO & TAMARIT, 2002).

De acordo com Schaerf (1999) o problema de *timetabling* pode ser classificado em três principais classes:

***School Timetabling***: programação semanal dos horários de todas as turmas da escola, evitando que os professores e as turmas tenham duas aulas no mesmo horário.

***Course Timetabling***: programação semanal de horários de disciplinas para todos os períodos dos cursos universitários, minimizando sobreposição de disciplinas nos cursos que tem estudantes em comum.

***Examination Timetabling***: problemas de exames para cursos universitários em que se busca evitar sobreposições de datas e exames de disciplinas que possuem estudantes em comum e também distanciar as datas dos exames dos estudantes o máximo possível.

Para o problema deste trabalho a ênfase será o *University Course Timetabling* que “consiste no agendamento de um conjunto de disciplinas com um número delimitado de salas e períodos de tempo” (SCHAERF, 1999, p.100). Dimopoulou & Miliotis (2001) definem o *Course Timetabling* como a alocação de um conjunto de disciplinas oferecidas pela universidade em períodos de tempo a salas de modo que nenhum professor, aluno ou sala seja usada mais de uma vez por período e que a capacidade da sala não seja excedida.

Alvarez-Valdes, Crespo & Tamarit (2002, p.512) salientam que a atribuição dos horários, espaços, disciplinas deve satisfazer as restrições materiais assim como outras condições relacionadas em como cada universidade quer organizar seu ensino. A maior dificuldade nesse tipo de problema é “relacionada ao próprio tamanho do problema, pois envolve um grande número de estudantes, professores, disciplinas e salas ligadas de várias maneiras pelos objetivos e condições”.

Ademais, o *University Timetabling* pode ser descrito em outros subproblemas como: *Course Timetabling*; *Class-Teacher Timetabling*; *Student Scheduling*; *Teacher Assignment e Classroom Assignment* (CARTER & LAPORTE, 1996) como demonstrado na Figura 1. Neste

contexto o *Classroom Assignment* aparece como um subproblema do *Course Timetabling* e consiste no agendamento de disciplinas a salas dado um horário já estabelecido.

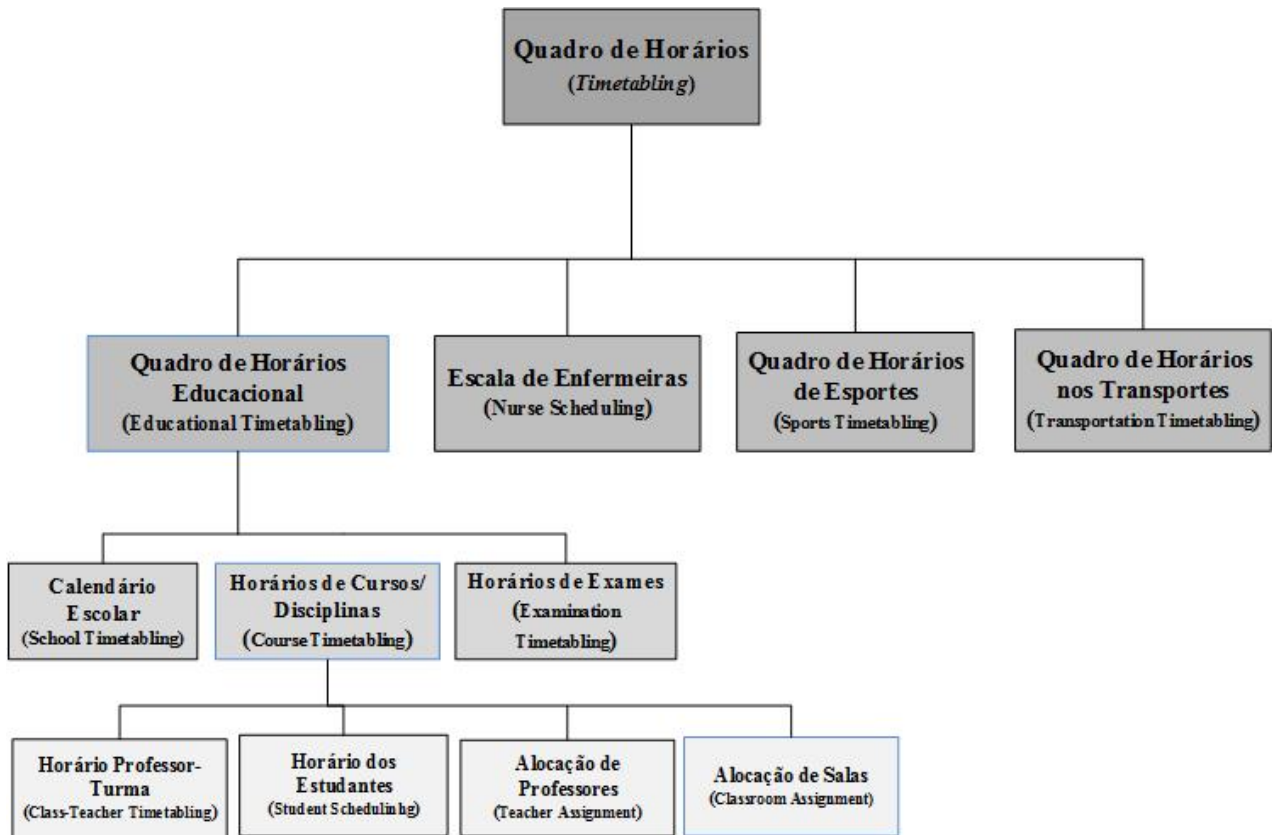


Figura 1- Subdivisões do *Timetabling*

Fonte: Elaborado pela autora baseado em Carter e Laporte (1996), Schaerf (1999) e Qu, Burke, McCollum, Merlot e Lee (2008)

## 2.2 Classroom Assignment – Problema de Alocação de Salas

O Problema de Alocação de Salas (PAS) ou *Classroom Assignment Problem* consiste em alocar aulas, com horários de início e término previamente programados, a um número fixo de salas (CARTER & LAPORTE, 1996; SCHAERF, 1999; SOUZA et al., 2002a). O problema considera que existem horários pré-estabelecidos de início e término das aulas e um conjunto de salas onde ocorrerão as aulas. Assim, o problema incide em determinar uma alocação das turmas em salas de aula de forma que requisitos considerados “essenciais” sejam acatados, tornando a solução viável (SILVA & SILVA, 2010).

Contudo, o aumento do número de disciplinas ofertadas bem como o incremento do número de estudantes nas instituições acadêmicas tem tornado esse processo de distribuição cada vez mais complexo, uma vez que a infraestrutura das Universidades muitas vezes não

acompanha esse crescimento, bem como se aumentam às restrições e condições de uso das salas como a capacidade e a necessidade de determinado equipamento.

Soma-se a isso o fato de que, embora haja um grande avanço computacional, muitas instituições, ainda realizam a alocação de salas de aula manualmente, o que pode gerar tanto reclamações por parte dos professores como tornar o processo demorado, podendo levar vários dias para ser concluído (MARTÍNEZ-ALFARO & FLORES-TERÁN, 1998; SOUZA et al., 2002; SUBRAMANIAN et al., 2006; SUBRAMANIAN et al., 2011). Para Silva (2005) por se tratar de um problema altamente combinatório, e com o aumento de turmas nas instituições de ensino, a resolução manual desse problema pode demandar muito tempo e esforço por parte dos responsáveis e, mesmo feito assim, não se tem a garantia de que seja obtida uma solução que otimize a utilização do espaço. Para Carter & Tovey (1992) esse problema de alocação de salas matematicamente se assemelha como a alocação de quartos de hotéis, horários de navios, agendamento de tarefas em máquinas com diferentes capacidades e a atribuição de portões do aeroporto para voos.

Para Souza et al. (2002a) em virtude dessa complexidade uma atenção especial vem sendo dada à automação desse problema. Porém, o PAS é um problema clássico de otimização combinatória pertencente à classe NP-Difícil (EVEN & SHAMIR, 1976; CARTER & TOVEY, 1992), em que a determinação da solução ótima do problema, em um período de tempo aceitável, não é uma tarefa simples. Para Müller (1993, p.8) um problema de otimização NP-difícil “sugere que não é sempre possível encontrar a solução ótima de uma maneira rápida, entretanto, ainda é possível o uso de algoritmos aproximados”.

Em decorrência disso tem-se recorrido a outras técnicas na tentativa de se obter uma solução de qualidade, como as técnicas heurísticas, no entanto as metaheurísticas tem se mostrado mais indicadas por serem capazes de escapar de ótimos locais (SOUZA et al., 2002; SUBRAMANIAN et al., 2006; SILVA & SILVA, 2010; SUBRAMANIAN et al., 2011;).

### **2.3 Complexidade Computacional**

Como salientado, anteriormente, o Problema de Alocação de Salas (PAS) é um problema clássico de otimização combinatória pertencente à classe NP-*hard*/NP-Difícil (EVEN & SHAMIR, 1976; CARTER & TOVEY, 1992) no qual determinar uma solução ótima do problema, em um período de tempo cabível, pode ser uma tarefa complexa.

De acordo com Colin (2007, p.395) o grau de dificuldade com que se resolve um problema é medido pela complexidade computacional de sua solução, medida essa que também serve para avaliar a qualidade dos algoritmos. Logo a complexidade computacional pode ser definida como “uma medida de tempo de solução, da memória necessária ou de qualquer outra unidade que analise a utilização de um determinado algoritmo”. Geralmente, a medida mais comum para se avaliar algoritmos é a complexidade em tempo do algoritmo.

A Teoria da Complexidade torna possível a “classificação eficiente da classe em que o problema de otimização combinatória se encontra, podendo determinar o grau de dificuldade para resolução do problema” (FILHO, 2008, p.9). Os problemas de otimização segundo a teoria da complexidade computacional (GAREY e JOHNSON, 1979) podem ser classificados a partir de sua complexidade em P, NP, NP-difícil (*hard*) e NP-completo (*complete*) (BURIOL, 2000). Aqueles problemas pertencentes à classe P são ditos tratáveis computacionalmente, já os demais são considerados intratáveis, isto é, o número de computações executadas no melhor algoritmo conhecido cresce exponencialmente em função do tamanho da instância. Para Müller (1993, p.5) “a classe P consiste de todos os problemas para os quais são conhecidos algoritmos com tempo polinomial. Essencialmente, a classe NP é o conjunto de problemas para os quais foram encontrados algoritmos de tempo exponencial”.

- Problemas da Classe P (*Polynomial Time*): - são os problemas cujos algoritmos conhecidos fornecem soluções que podem ser obtidas por meio de uma função polinomial de n (tamanho de entrada). Problemas P são considerados de fácil solução, e os algoritmos mais eficientes pertencem a essa classe. (COLIN, 2007; GOODRICH e TAMASSIA, 2004)
- Problemas da Classe NP (*NonDeterministic Polynomial Time*) – são problemas cujos algoritmos de solução conhecidos são baseados em enumeração. De maneira geral, o número de combinações possíveis é significativamente grande, fazendo com que os algoritmos enumerativos não consigam resolver problemas com um grande número de entradas em tempo hábil. São denominados algoritmos de tempo exponencial. (COLIN, 2007; GOODRICH e TAMASSIA, 2004)
- Problemas NP - Completos: são considerados os mais difíceis da classe NP. São problemas pertencentes à interseção das classes NP e NP-difícil.
- Problemas NP- Difíceis: os problemas de otimização cujos problemas de decisão correspondentes são NP- completos são denominados NP-difíceis. (COLIN, 2007)

Ainda segundo Colin (2007, p.399) quando se sabe que um problema de otimização é NP-difícil, “tem-se a certeza de que nem sempre a solução ótima será encontrada em tempo hábil”. Como exemplos deste tipo de problema tem-se o problema do caixeiro viajante, problema geral de roteamento de veículos, problema de particionamento, problema de número cromático em grafos, problema da mochila e o Problema de Alocação de Salas, entre outros (FILHO, 2008).

## **2.4 Otimização Combinatória e Programação Linear**

A denominação otimização combinatória é um ramo da matemática e da ciência da computação que analisa problemas de otimização em conjuntos, geralmente, dentro de um limite de tempo (CORDENONSI, 2008). Um problema de otimização é um problema para o qual se tem diferentes soluções possíveis. Segundo Goldbarg e Luna (2005) para muitos problemas de otimização, a obtenção de algoritmos eficientes é difícil. Assim, uma alternativa é a modelagem desses problemas, facilitando a obtenção de algoritmos mais eficientes. Os modelos são representações simplificadas que preservam para determinadas situações uma equivalência da realidade, tornando os problemas mais claros. Para a resolução de problemas e Otimização Combinatória pode-se considerar várias técnicas, como: Algoritmos Exatos; Algoritmos heurísticos; Metaheurísticas; Algoritmos aproximativos; Programação linear (PL) e Programação inteira (PI).

A programação linear consiste na “alocação ótima de recursos escassos para a realização de atividades” (COLIN, 2007, p.5). Andrade (2011, p.26) elucida que os problemas de alocação de recursos “tratam da atribuição e distribuição de recursos entre as diversas tarefas ou atividades que devem ser realizadas.” Logo, busca-se encontrar a melhor distribuição possível dos recursos entre as tarefas/atividades de modo a atingir um valor ótimo do objetivo firmado.

Como característica para resolver os problemas de otimização a partir da Programação Linear segue-se um modelo geral, conforme elucida Colin (2007):

- As variáveis as quais se tem poder para ajustar, isto é, variáveis de decisão;
- Os parâmetros, que são variáveis as quais não se pode alterar;
- A função-objetivo, que define e mensura o principal objetivo;
- As restrições que combinam variáveis e parâmetros para estabelecer regras, relações e limites do modelo;

- Uma “montagem” ou modelo que contempla parâmetros, variáveis, função-objetivo e restrições e que representa o problema real em análise utilizando somente funções lineares.

Para se ter noção da importância desta ferramenta, Andrade (2011) salienta que ela tem sido utilizada em vários problemas de gestão, como: organização de transportes, determinação de políticas de estoques, estudos de fluxos de caixa e investimentos, estudos de sistemas de informações, além dos problemas de produção e de mistura de componentes. Também pode ser expressa pelo custo de operações industriais, tempo gasto para execução de certas atividades, lucro atingido com a venda de produtos. (MOREIRA, 2007).

## 2.5 Problema de Designação

O Problema de Designação (PD) é um problema clássico de Otimização Combinatória, em Pesquisa Operacional, e um tipo especial de problema de programação linear no qual os designados estão sendo indicados para a realização de tarefas. Envolve a distribuição de pessoas para realizar determinadas tarefas, pessoas a lugares, de tarefas a máquinas bem como a designação de máquinas, veículos, fábricas ou até mesmo períodos a serem deslocados para tarefas entre outros (SALOMÃO, 2005; MOREIRA, 2007, HILLIER & LIEBERMAN, 2013).

Segundo Salomão (2005, p.27) “uma das primeiras aplicações do PD deve-se a Balachandran (1976), que estudou o problema de atribuir tarefas em uma rede de computadores”. Desde este primeiro estudo muitos outros casos foram desenvolvidos na literatura como:

- Problema de alocação de salas de aula (Luan e Yao, 1996);
- Problema de roteamento de veículos (Baker e Sheasby, 1999);
- Problema de carregamento de caminhões (Pigatti, 2003) entre outros.

Para Hillier & Lieberman (2013) Os problemas de designação precisam satisfazer determinadas hipóteses a fim de estabelecer essas relações, tais como:

- O número de designados e o número de tarefas deve ser o mesmo (representado por  $n$ );
- Atribui-se a cada designado somente *uma* tarefa;
- Cada tarefa deve ser realizada por *um* designado;
- Existe um custo associado ao designado  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) executando a tarefa ( $j = 1, 2, \dots, n$ );
- O objetivo é determinar todas as  $n$  designações que devem ser feitas para minimizar o custo total.



Ainda de acordo com Hillier & Lieberman (2013) a representação matemática para o problema da designação utiliza das seguintes variáveis de decisão:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se o designado } i \text{ realiza a tarefa } j \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Para  $i=1,2,\dots,n$  e  $j=1,2,\dots,n$ . Assim, cada  $x_{ij}$  é uma variável binária (0;1) que pode representar decisões do tipo sim ou não. Deste modo, a formulação do problema de designação corresponde a:

Minimizar

$$cZ = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij}, \quad (1)$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \text{para } i= 1,2 \dots m \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \quad \text{para } j= 1,2 \dots n, \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \text{para todo } i \text{ e } j \quad (4)$$

( $x_{ij}$  binário, para todo  $i$  e  $j$ ).

Onde o primeiro conjunto de restrições funcionais especifica (2) que cada designado deve realizar exatamente uma tarefa, ao passo que o segundo conjunto (3) requer que cada tarefa seja realizada exatamente por um designado.

Essa demonstração também pode ser expressa ao se considerar os exemplos citados por Hillier & Lieberman (2013), Andrade (2007) e Salomão (2005) e ilustrada na Figura 2 no qual  $n$  designados devem ser alocados a  $n$  tarefas. Onde cada designado  $i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) alocado a uma tarefa  $j$  ( $j=1, 2, \dots, n$ ) tem um custo  $C_{ij}$ , e o objetivo assim é designar para cada tarefa um designado adequado, de modo a minimizar o custo total.

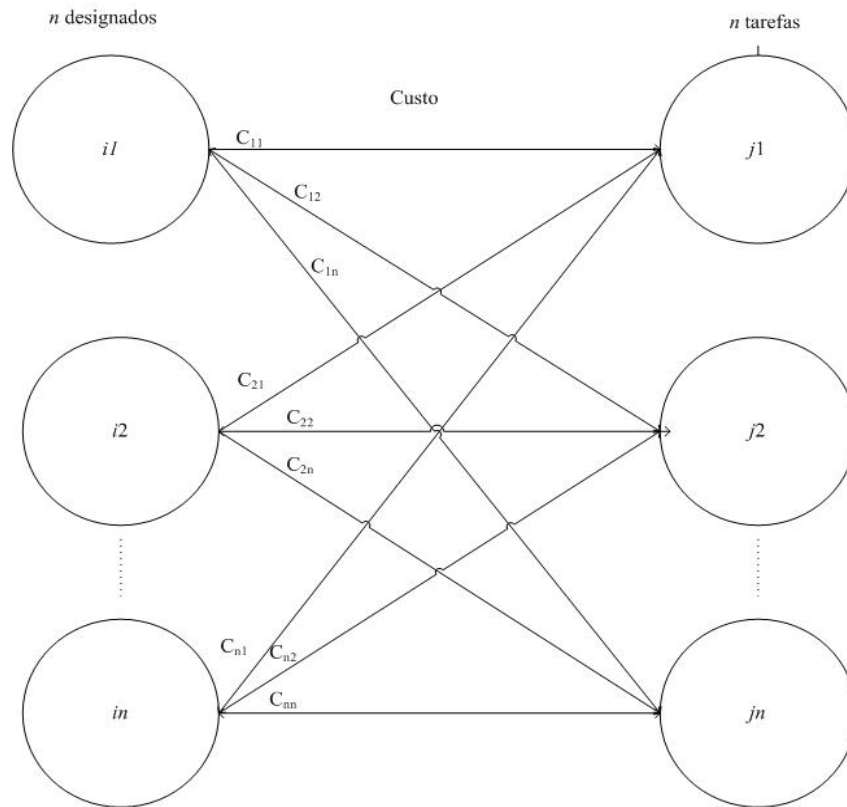


Figura 2 - Problema de Designação (adaptado Hillier & Lieberman, 2013).

Nota-se que como o problema de designação serve para distribuir conjunto de  $n$  agentes para um conjunto de  $n$  tarefas este se aplica a realidade do PAS, uma vez que o problema consiste em designar disciplinas, com horários pré-estabelecido, a uma determinada sala (espaço).

## 2.6 Heurísticas e Metaheurísticas

Os Problemas de *timetabling* possuem características que geralmente os impedem de serem resolvidos com métodos exatos devido sua complexidade, como explicitado anteriormente, assim uma das vertentes para resolução desse tipo de problema é o uso de métodos heurísticos e metaheurísticos. Para Colin (2007) as heurísticas são bastante úteis para os problemas difíceis que não são resolvidos apropriadamente com as metodologias otimizantes tradicionais como os problemas combinatórios que tem séries restrições em termos de complexidade computacional.

Entende-se por método heurístico o procedimento que provavelmente encontrará uma excelente solução viável, mas não necessariamente uma solução ótima, para o problema específico em questão (HILLIER & LIEBERMAN, 2013). Heurísticas não garantem a otimalidade da solução para problema ao qual elas são aplicadas, porém podem fornecer uma

solução que se encontra pelo menos próxima da ótima (COLIN, 2007; HILLIER & LIEBERMAN, 2013).

O procedimento, normalmente, é um algoritmo iterativo completo em que cada interação envolve a condução da procura de uma nova solução que poderia ser a melhor solução encontrada previamente, assim quando o algoritmo termina após o tempo razoável, a solução por ele fornecida é a melhor que foi encontrada durante aquela interação (HILLIER & LIEBERMAN, 2013). Entretanto, com o intuito de desviar dos ótimos locais foram desenvolvidas as metaheurísticas, que se trata:

De um processo iterativo ou de refinamento de soluções do problema que organiza e direciona a heurística pela combinação de diferentes conceitos, podendo manipular uma solução completa, incompleta ou um conjunto de soluções, tentando evitar parada prematura em ótimo local através de mecanismos que permitem escapar do mesmo [...] tendo como objetivo explorar características de boas soluções e até novas regiões promissoras, saindo de um ótimo local (VIEIRA, 2006, p.15).

Logo, uma característica essencial da metaheurística é sua capacidade de escapar de um ótimo local e após atingir (ou quase atingir) um ótimo global, diversas técnicas podem executar essa fuga de diferentes maneiras (HILLIER e LIEBERMAN, 2013). Dentre as principais metaheurísticas existentes na literatura, destacam-se:

<b>Metaheurística</b>	<b>Autor</b>
Algoritmos Genéticos	Goldberg, 1989
Algoritmos Meméticos	Moscato, 1989
<i>Ant Colony Systems</i> (Colônia de Formigas)	Dorigo, 1992
<i>Simulated Annealing</i>	Kirkpatrick, Gellati & Vecchi, 1983
<i>Tabu Search</i> (Busca Tabu)	Glover, 1986
<i>GRASP (Greedy Randomized Adaptive Procedure)</i>	Feo & Resende, 1994
<i>Variable Neighborhood Search (VNS)</i> e <i>Variable Neighborhood Descent (VND)</i>	Mladenovic e Hansen, 1997, 1999

Quadro 1 - Métodos metaheurísticos e autores

Dentre as metaheurísticas que tem sido aplicada no problema de alocação de salas destacam-se principalmente o uso de *Simulated Annealing* (MARTINEZ-ALFARO & FLORES-TERÁN, 1998; SOUZA et al., 2002a; KRIPKA & KRIPKA, 2010) e Busca Tabu (SCHAERF, 1999; HERNÁNDEZ-DÍAZ et al., 2006; SUBRAMANIAN et al., 2011), além da Colônia de Formigas (PEREIRA, KLIPPEL & JUNIOR, 2003).

## 2.7 Trabalhos na Área

Nos últimos anos o Problema de Alocação de Salas (PAS) tem sido bastante estudado tanto em âmbito nacional como internacional. De modo geral, os estudos apresentados procuram demonstrar a aplicação do PAS dentro de um contexto específico, universidades, e também apresentar sugestões de algoritmos que possam melhorar a resolução do problema.

Dentre os trabalhos precursores destaca-se o de Carter & Laporte (1996) em que se buscou apontar os diferentes tipos de problemas de *timetabling* educacionais, distinguindo entre *high schools* e *university* e posteriormente os caracterizando nos subproblemas: *Course Timetabling*; *Class-Teacher Timetabling*; *Student Scheduling*; *Teacher Assignment* e *Classroom Assignment*.

Martínez-Alfaro, Minero, Alanís & Leal (1996) desenvolveram o PAS para o Instituto Tecnológico e de Estudos Superiores de Monterrey no México (ITESM) onde deveriam alocar aproximadamente 2500 aulas/disciplinas para 182 salas. Para resolver o problema os autores utilizaram a metaheurística *Simulated Annealing*, já que em virtude da complexidade do problema seria difícil encontrar uma resolução somente com o uso das técnicas convencionais de otimização. Enquanto, Waterer (1995) desenvolveu um modelo de programação linear inteira zero-um para o PAS na Universidade de Auckland da Nova Zelândia.

Mooney, Rardin, Parmenter (1996) trabalharam com o *Classroom Assignment* na Universidade de Purdue nos Estados Unidos com o suporte do sistema CHRONOS, desenvolvido na própria Instituição, onde o problema consistia na distribuição de 3000 disciplinas para 268 salas. Uma das razões que motivou o estudo pelos autores foi a iminência da perda (saída/aposentadoria) dos responsáveis por executar a tarefa e o fato de que os novos responsáveis ainda não tinham a mesma perspectiva e *know-how* das especificidades que esta tarefa requer.

Contudo, devido à complexidade do problema, dois anos mais tarde Martínez-Alfaro e Flores-Téran (1998) voltaram investir no problema do ITESM a fim de estabelecer uma nova resolução para o PAS que agora possuía mais de 3000 aulas para serem distribuídas em 198 salas. Neste caso os responsáveis pela designação demoravam cerca de quatro meses para concluir a tarefa antes do início de cada semestre letivo. Dentre as restrições estabelecidas estavam que o tamanho da sala deveria ser suficiente para acomodar a turma de modo que não sobre muitos assentos desocupados e a distância entre a sala de aula e o departamento que detém a disciplina deveria ser menor possível. Para tanto se utilizou metaheurística *Simulated Annealing*, com a auxílio computacional obteve-se vários benefícios como: o uso mais eficiente

das salas do que o realizado manualmente e maior disponibilidade de tempo para os responsáveis por executar essa tarefa, além disso reduziu-se o tempo de construção da resolução, uma vez que o anterior, manual, demorava em torno de 4 meses permitindo-o ser construído próximo ao início do semestre.

Abdennadher, Saft & Will (2000) apresentaram um protótipo de resolução chamado *Room Plan* a partir do uso da programação baseada em restrições (CLP- *Constraint Logic Programming*) para a Universidade de Munique na Alemanha, que dispõe de diferentes prédios, dentre os quais o maior possui 40 salas. No caso da Universidade de Munique o PAS era realizado em duas fases: na primeira cada departamento monta a sua grade de horários (*timetabling*) sem considerar a disponibilidade das salas, destaca-se que a maioria dos departamentos da Universidade ainda realizava este procedimento manualmente, com exceção do departamento de ciência da computação que realizava a tarefa com o auxílio de um sistema. Na segunda, os cursos (disciplinas/aulas) deveriam ser alocados entre as salas, mas depois de coletadas a grade de horários de todos os departamentos e desejos (preferências) dos professores, montando, assim, o plano final.

Os autores, ainda, abordaram a definição das restrições como sendo *hard* aquelas que precisariam ser satisfeitas e *soft* aquelas que poderiam ser violadas, mas que deveriam ser satisfeitas tanto quanto possível. Tal representação é necessária uma vez nem todas as especificações podem ser satisfeitas devido ao número disponível de salas.

Dentre as restrições que deveriam ser atendidas pelo modelo estão:

- a) A restrição sobreposição de ocupação diz que a ocupação de tempo de uma sala pelos cursos não deve se sobrepor;
- b) A restrição de exigência de assentos diz que quantos assentos um curso exige;
- c) A preferências dos professores: 1) restrição de sala vinculada ao horário do curso para a sala; 2) restrição de prédio designado para um horário do curso para um determinado prédio; 3) restrição de equipamentos restringe o horário do curso para ser designado para uma sala com certo equipamento técnico.

Fizzano & Swanson (2000) trabalharam com o problema de alocação de salas na Universidade de Puget Sound em Tacoma, WA (EUA) com o objetivo de minimizar o número de salas utilizadas. A principal restrição obedecida pelos autores foi a de que duas aulas não podem ser designadas para a mesma sala no mesmo horário e dia da semana. Para isso, foi desenvolvido um algoritmo que produziu uma resolução próxima da ótima. Com o estudo observou-se que a universidade não estava usando todas as salas eficientemente e também que

poderia melhorar a alocação das salas a partir do equilíbrio entre o tamanho das salas e das aulas (período de tempo).

Souza, Martins e Araújo (2002a) desenvolveram o PAS com o suporte da metaheurística *Tabu Search* (Busca Tabu/BT) e *Simulated Annealing*(SA) propondo uma metodologia que combinasse as duas técnicas no Instituto de Ciências e Biológicas (ICEB) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Para a designação foram consideradas 20 salas de aula para 250 turmas de disciplinas (matutino/vespertino/noturno) e assim como em outros casos supracitados os horários das salas das turmas são confeccionados previamente pelos departamentos, cabendo aos responsáveis pela geração do plano somente a alocação. A tarefa que é feita manualmente no início do semestre letivo, antes do começo das aulas, torna-se ainda mais complexa, pois existe o período de ajuste de matrícula após o começo das aulas o que acaba por interferir na configuração de algumas turmas (número de alunos aumento/diminuição) que conseqüentemente só consegue ser sanado já com o andamento das aulas o que causa muitos transtornos e insatisfação.

Sendo assim, os autores trabalharam com dois tipos de requisitos, semelhantes ao trazidos por Abdennadher et al. (2000), sendo requisitos essenciais aqueles que se não forem satisfeitos ocasionarão uma alocação inviável e requisitos não essenciais aqueles cujo atendimento é desejável, mas que caso não sejam atendidos não tornarão a solução (alocação) inviável.

Dentre as restrições abordadas no problema, estão:

- a) Em uma mesma sala e horário não pode haver mais de uma aula;
- b) Uma sala não pode receber uma turma cuja quantidade de alunos extrapole à sua capacidade;
- c) Sempre que possível alocar a uma mesma sala alunos de um mesmo curso e período;
- d) Se possível cada uma das salas deve ser deixada vazia em pelo menos um horário ao longo do dia de forma a favorecer a limpeza.

A partir da utilização do procedimento híbrido (SA e BT) os autores conseguiram produzir soluções finais melhores que as originais. Inclusive devido ao sucesso do experimento a Universidade adotou o sistema desenvolvido para a configuração do horário para o ano seguinte ao estudo.

No mesmo ano Souza, Martins, Araújo e Costa (2002b) voltaram a publicar sobre o PAS, mas desta vez com outra técnica de resolução: o Método de Pesquisa em Vizinhança

Variável (*Variable Neighborhood Search, VNS*). Como objeto de estudo manteve-se o Instituto de Ciências e Biológicas (ICEB) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e as restrições permaneceram-se praticamente as mesmas com acrescento de uma relacionada à destinação de salas que necessitem de recursos especiais. Mais uma vez a técnica de resolução aplicada mostrou-se melhor que a solução manual apresentada anteriormente.

Pereira, Klippel & Junior (2003) sugeriram o desenvolvimento do PAS no Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Vila Velha no Espírito Santo. O centro era composto por 30 salas de aula, 7 laboratórios de informática e 1 laboratório de Física no qual deveriam ser alocados 40 disciplinas nos turnos matutino e noturno. Para a resolução os autores sugerem a utilização da metaheurística Colônia de Formigas, de modo a evitar a ociosidade no uso das salas enquanto atendia as restrições: sobreposição de horários, adequação da capacidade da sala ao número de matriculados; e adequação dos recursos técnicos oferecidos pela sala às especificidades exigida pela disciplina.

Silva, Sampaio & Alvarenga (2005) por sua vez trataram o PAS a partir da apresentação de uma solução algorítmica com o uso da metaheurística *Simulated Annealing* para qual foram consideradas três instâncias testes: uma fictícia, uma baseada no caso simplificado da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e outra baseada no caso real do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas (ICEB) da Universidade Federal de Ouro Preto.

Balta, Arroyo & Andrade (2006) por sua vez aplicaram a metodologia AHP (*Analytic Hierarquic Process*) para o PAS na Universidade Candido Mendes em Campos dos Goyatacazes, RJ, onde o problema, também, era tratado manualmente por uma comissão responsável. O processo iniciava-se poucas semanas antes do começo do semestre letivo e partia dos dados provenientes da pré-matrícula. No total a Instituição possuía 55 salas que deveriam alocar disciplinas dos 11 cursos da Instituição. Com o uso do sistema os autores conseguiram otimizar a alocação das salas as distribuindo de uma melhor maneira.

Enquanto, Hernandez-Días, Guerrero, Caballero & Molina (2006) aplicaram a metaheurística *Tabu Search* (Busca Tabu) na Universidade Pablo de Olavide de Sevilla na Espanha para a distribuição de todos os espaços (escritórios, salas de aula) da Universidade com o intuito de minimizar as distâncias percorridas pelos frequentadores do Campus e para otimizar a distância entre os professores e suas salas (departamentos).

Subramanian, Medeiros, Cabral & Souza (2006) trataram do PAS no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba com o auxílio metaheurística *Tabu Search* (Busca Tabu). Com esse suporte computacional obteve-se um desempenho satisfatório onde

foram contempladas todas as restrições de viabilidade em relação à gerada manualmente que por sua vez não atendia a todas as restrições inclusive deixando de alocar algumas aulas.

No estudo desenvolvido por Filho (2008) foram apresentados três algoritmos heurísticos para a resolução do PAS – resolução sucessiva de problemas de designação, resolução sucessiva de problemas de designação com gargalo e a metaheurística Busca em Vizinhança Variável. O trabalho foi realizado na Universidade Estadual de Maringá (UEM) e consistia na alocação de 200 salas, para aulas teóricas, para as 2500 disciplinas/turmas ofertadas pelos 34 departamentos da instituição. A responsabilidade pela tarefa de configuração de alocação das salas estava a cargo da administração central da Universidade que recebia os horários pré-determinados previamente pelos departamentos, tal qual o caso do Instituto de Ciências e Biológicas (ICEB) da UFOP apresentado por Souza, Martins e Araújo (2002a).

Todavia, após a definição do plano eram realizados ajustes de matrícula o que acarretava na realocação causando transtornos. Dentre as restrições que precisavam ser atendidas na UEM, destacam-se:

- 1) Não pode haver mais de uma aula em uma mesma sala e horário; com exceção as turmas que tenham aula teórica, resultante da junção de turmas de aulas práticas;
- 2) A acessibilidade da turma em relação à sala de aula deve ser atendida quando houver um aluno com necessidades especiais na turma;
- 3) Uma sala não pode receber uma turma cuja quantidade de alunos seja excedente à sua capacidade, exceto àquelas disciplinas indicadas pela coordenação do curso;
- 4) Os cursos devem possuir uma área geográfica, isto é, que possam servir como referência para fazer o agrupamento das disciplinas/turmas;
- 5) Alocar turmas em salas numeradas conforme a ordem da turma na série do curso;
- 6) Agrupar todas as aulas semanais de uma turma preferencialmente em uma mesma sala de aula.

Com isso, o objetivo do estudo além de realizar a alocação de todas as disciplinas fornecidas pelos departamentos foi o de maximizar a concentração de alunos de uma mesmo curso em uma determinada área geográfica minimizando as distâncias percorridas por esses alunos. A respeito da resolução do problema o autor identificou que os três algoritmos apresentaram uma melhora significativa na qualidade da solução em comparação com a realizada manualmente.

Beyrouthy, Burke, Landa-Silva, McCollum, McMullan & Parkes (2009) optaram por uma abordagem diferente para tratar a distribuição dos espaços, no qual buscaram entender os



fatores que levavam e justificavam a baixa utilização dos espaços eficientemente, e também montar um método que fornecesse a melhor utilização dos espaços planejados. O objetivo seria maximizar a utilização das salas de uma instituição acadêmica incluindo as salas para conferências e seminários. Como base de dados foram utilizadas informações sobre a alocação de salas de uma Universidade em Sydney na Austrália.

Kripka & Kripka (2010, 2012, 2013) trabalham com os PAS na Universidade de Passo Fundo, RS e elaboraram um modelo para otimização do problema no qual se objetivou a minimização da distância total percorrida pelos alunos, no Instituto de Ciências Exatas e Geociências, a partir da distribuição das salas de aula, de forma que se mantivesse os alunos o mais próximo possível das suas respectivas unidades. No estudo foram considerados 38 salas de aula (distribuídas em 6 blocos) para serem dispostas entre 140 disciplinas, para isso, utilizaram a metaheurística *Simulated Annealing* e com ela obtiveram soluções factíveis melhores que as praticadas na ocasião.

Para a formulação do modelo de otimização os autores consideram as seguintes restrições essenciais:

- a) As aulas de duas disciplinas não podem ocorrer simultaneamente em uma mesma sala;
- b) A aula de uma disciplina não pode ocorrer em mais de uma sala concomitantemente;
- e
- c) A capacidade da sala deve ser maior ou igual ao número de alunos inscritos para a disciplina.

Os autores ainda trabalharam com uma restrição não-essencial referente a possibilidade de uma sobra de lugares na sala de aula frente ao número disponibilizado pela disciplina.

Silva & Silva (2010) desenvolveram uma resolução baseada no algoritmo de coloração de grafos e posteriormente nos métodos de busca local, porém neste caso os autores não especificaram qual IES ocorreu a análise, dando ênfase aos métodos matemáticos.

Subramanian, Medeiros, Formiga & Souza (2011) voltam a abordar o problema no Centro de Tecnologia (CT) de uma Instituição de Ensino Superior, no qual havia a disponibilidade de 28 salas (três tipos: com carteira; com mesa; com prancheta), distribuídas em seis diferentes blocos, entre 248 turmas. Foram consideradas como restrições:

- a) Duas ou mais aulas não podem ocorrer simultaneamente na mesma sala;
- b) Aulas de uma determinada turma não podem ser alocadas em mais de uma sala num mesmo período de tempo;

c) Aulas que necessitam de salas com mesa só podem ser alocadas em salas de seu respectivo tipo;

d) Aulas que necessitam de salas com prancheta não podem ser alocadas em salas do tipo carteira;

e) Aulas de uma determinada turma só devem ser alocadas em salas de capacidade maior ou igual à demanda de estudantes da mesma.

Quanto aos requisitos de qualidade (não essenciais), destacam-se: as aulas das disciplinas cuja frequência corresponde a dois dias semanais não devem ser alocadas em blocos distintos; as aulas a serem ministradas, preferencialmente em salas com carteiras, não devem ser alocadas em salas do tipo prancheta; todas as aulas devem ser alocadas; entre outros. Como método computacional foi utilizado a metaheurística *Tabu Search* (Busca Tabu) e a partir desta implementação houve um ganho em relação ao realizado manualmente, permitindo um aumento no ganho de eficiência por parte da gestão administrativa do CT quanto à mudança de horário de determinada turma e/ou na definição de horários para novas turmas, o que denotou um incremento no aproveitamento do conjunto de salas disponíveis.

Com base nessas referências acima apontadas apresenta-se o Quadro 2 como um resumo desses estudos com os principais métodos adotados.

<b>Autores</b>	<b>Objeto de Estudo</b>	<b>Técnica Adotada</b>	<b>Utilização Salas</b>	<b>Resultados Propostos</b>
<b>Martinez-Alfaro, Minero, Alanis e Leal (1996)</b>	Instituto Tecnológico e de Estudos Superiores de Monterrey no México (ITESM)	Metaheurística <i>Simulated Annealing</i>	182 salas para mais de 2500 aulas	-
<b>Mooney, Rardin, Parmenter (1996)</b>	Universidade de Purdue nos Estados Unidos	Sistema CHRONOS	3000 disciplinas para 268 salas	-
<b>Martínez-Alfaro e Flores-Téran (1998)</b>	Instituto Tecnológico e de Estudos Superiores de Monterrey no México (ITESM)	Metaheurística <i>Simulated Annealing</i>	198 salas para aproximadamente 3000 aulas	Uso mais eficiente dos espaços e ganho de tempo disponível para os e executores da tarefa.
<b>Abdennadher, Saft e Will (2000)</b>	Universidade de Munique, Alemanha	Programação baseada em restrições (CLP- <i>Constraint Logic Programming</i> )	40 salas – 1000 aulas	Gerou um resultado satisfatório em poucos minutos.
<b>Fizzano e Swanson (2000)</b>	Universidade de Puget Sound, Tacoma, WA (EUA)	Desenvolvimento de Algoritmo	51 salas alocadas na maioria entre 8h e 16h	29 -38 salas: 8h -18h 36-46 salas: 8h-16h
<b>Souza, Martins e Araújo (2002a)</b>	Instituto de Ciências e Biológicas (ICEB) da Universidade Federal de Ouro Preto, MG (UFOP)	Metaheurística <i>Tabu Search</i> (Busca Tabu/BT) e <i>Simulated Annealing</i> (SA)	20 salas para 250 turmas de disciplinas (matutino/vespertino/noturno)	As soluções finais foram melhores que as originais
<b>Souza, Martins, Araújo e Costa (2002b)</b>	Instituto de Ciências e Biológicas (ICEB) da Universidade Federal de Ouro Preto, MG (UFOP)	o Método de Pesquisa em Vizinhança <i>Variável</i> ( <i>Variable Neighborhood Search, VNS</i> )	20 salas para 250 turmas de disciplinas (matutino/vespertino/noturno)	As soluções finais foram melhores que as originais
<b>Pereira, Klippel e Junior (2003)</b>	Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Vila Velha, ES	Metaheurística Colônia de Formigas	30 salas de aula, 7 laboratórios de informática e 1 laboratório de Física	-
<b>Balta, Arroyo e Andrade (2006)</b>	Universidade Candido Mendes, Campos dos Goyatacazes, RJ	AHP ( <i>Analytic Hierarquic Process</i> )	55 salas para 11 cursos	-
<b>Subramanian, Medeiros, Cabral e Souza (2006)</b>	Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Paraíba	Metaheurística Busca Tabu	28 salas (carteira, mesa, prancheta) - 6 blocos	-

(continua)

<b>Autores</b>	<b>Objeto de Estudo</b>	<b>Técnica Adotada</b>	<b>Utilização Salas</b>	<b>Resultados Propostos</b>
<b>Filho (2008)</b>	Universidade Estadual de Maringá (UEM)	Resolução sucessiva de problemas de designação, resolução sucessiva de problemas de designação com gargalo e a metaheurística Busca em Vizinhança Variável	200 salas para aulas teóricas para ser designadas à 2500 disciplinas/turmas ofertadas pelos 34 departamentos da instituição	Os três algoritmos apresentaram uma melhora significativa na qualidade da solução em comparação com a realizada manualmente.
<b>Kripka e Kripka (2010) Kripka e Kripka (2012) Kripka e Kripka (2013)</b>	Universidade de Passo Fundo, RS	Metaheurística <i>Simulated Annealing</i>	38 salas (divididas em 6 blocos) para 140 disciplinas	As soluções encontradas foram melhores que as praticadas na ocasião.
<b>Sarin, Wang e Varadarajan (2010)</b>	Faculdade de Engenharia – Virginia Tech, Blacksburg, VA (EUA)	Programação Inteira – Bender’s Partitioning	158 salas para 1680 disciplinas distribuídas pelos 36 departamentos	Houve melhora na solução encontrada quando analisadas a distância percorrida pelos professores entre suas salas e as salas de aula.
<b>Subramanian, Medeiros, Formiga e Souza (2011)</b>	Centro de Tecnologia de uma IES	Metaheurística Busca Tabu	28 salas (carteira, mesa, prancheta) - 6 blocos para 248 turmas	Ganho na gestão administrativa do CT quanto à mudança de horário de determinada turma ou inclusive na definição de horários para novas turmas.
<b>Thongsanit (2014)</b>	Faculdade de Engenharia e Tecnologia Industrial na Universidade de Silpakor, Nakhon Pathom, Tailândia	Programação Linear Inteira-Excel Premium Solver	115 disciplinas para 13 salas	Com o solver o custo de alocação das salas foi reduzido para 27,920bath/semestre.
<b>Torres-Ovalle, Montoya-Torres, Quintero-Araújo, Sarmiento-Lepesqueur e Castilla-Luna(2014)</b>	Faculdade de Economia e Ciências Administrativas e Faculdade de Engenharia - Universidade de La Sabana, Colômbia	Modelo de programação binário e posteriormente heurística	276 disciplinas para 53 salas	Houve melhora na solução gerada com redução do custo operacional e aprimoramento dos níveis de utilização das salas.

Quadro 2 - Resumo com os principais estudos apontados

Nota-se que muitos dos estudos envolvendo o Problema de Alocação de Salas destinam-se a desenvolver métodos matemáticos e sistemas computacionais para sua resolução como mostrado no Quadro 2. Havendo poucas incidências com ênfase gerencial ou com destaque para a tomada de decisão dos gestores, apesar da resolução do problema ser vista como uma importante ferramenta para a tomada de decisão e gestão das Instituições acadêmicas. Deste modo, apresenta-se, a seguir, na Seção 2.8 uma breve introdução sobre a tomada de decisão e sua contribuição para o PAS.

## 2.8 Tomada de Decisão

O problema de alocação de salas assim como os demais problemas de *timetabling* são tipos de problema que para sua resolução são necessárias várias etapas de decisões, assim como após a sua finalização mais decisões poderão ser tomadas a partir dos resultados apresentados pela solução do problema.

A tomada de decisão segundo Lachtermarcher (2009, p.4) consiste no “processo de identificação de um problema ou de uma oportunidade e a seleção de uma linha de ação para resolvê-lo”. Goldberg e Luna (2005) a definem como o ato de selecionar, dentre várias decisões possíveis, a mais adequada para o alcance de certo objetivo. Vários fatores podem afetar a tomada de decisão, dentre os quais se destaca: tempo disponível para a tomada de decisão; a importância da decisão, o ambiente, agentes decisores entre outros.

Para Andrade (2011) as principais características do processo de tomada de decisão que tem importância na conceituação são: a) o processo de tomada de decisão é sequencial, isto é, decisões que abrangem um leque de aspectos do problema; b) é um processo complexo, trata-se de uma inter-relação entre pessoas, responsabilidades, comunicação e sistemas de informações; c) implica valores subjetivos, fatores intuitivos provenientes de experiência pessoal, d) é desenvolvido dentro de um ambiente institucional com regras que podem ou não ser definidas.

Dentro do contexto organizacional a tomada de decisão é um elemento estratégico que pode levar tanto ao sucesso como ao fracasso. Logo, recorrer a Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) como um aporte para decisão torna-se essencial, tendo em vista que com o auxílio desses sistemas é possível testar soluções. Segundo Goldberg e Luna (2005), através da utilização dos meios de processamento automático de dados, programas de programação matemática, pode-

se examinar inúmeras configurações viáveis do problema proposto pelo tomador de decisão e selecionar, dentro de vários critérios, as “melhores”.

Neste contexto, a programação matemática aparece fortemente direcionada ao apoio da tomada de decisão no gerenciamento de sistemas de grande porte, especialmente no que diz respeito ao tratamento de variáveis quantificáveis. Pois, essas técnicas permitem a modelagem de inter-relações entre variáveis que dificilmente seriam visíveis de forma intuitiva (GOLDBARG e LUNA, 2005).

Sendo assim, fica evidente que o processo de resolução do PAS não só se trata de um processo decisório como sua resolução pode servir de suporte para o mesmo. Uma vez que para a alocação de disciplinas várias decisões são tomadas como a preferência dos professores e com o suporte computacional várias alternativas podem ser testadas contribuindo, assim, para uma tomada de decisão gerencial mais consciente.

No próximo Capítulo apresenta-se a descrição do problema de alocação de salas no contexto do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria.

### 3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Esta seção está dividida em três Seções: 3.1 o histórico do Centro de Tecnologia, Seção 3.2. como é desenvolvido, atualmente, o problema de alocação de salas no Centro e Seção 3.3. um escopo para PAS no Centro de Tecnologia.

#### 3.1 Histórico Centro de Tecnologia (CT)

O Centro de Tecnologia teve sua origem no Centro Politécnico, na década de 60, fundado pela Associação Santamariense Pró-Ensino Superior (ASPES) e no mesmo período com a fundação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) passou integrar a instituição.

Atualmente, o CT conta com 12 Cursos de Graduação<sup>1</sup>: Engenharia Civil (EC), Engenharia Elétrica (EE), Engenharia Mecânica (EM), Engenharia Química (EQ), Ciência da Computação (CC), Arquitetura e Urbanismo (AU), Engenharia Sanitária e Ambiental (ESA), Engenharia de Controle e Automação (ECA), Engenharia Acústica (EA), Engenharia de Computação (EC), Engenharia de Produção (EP) e Sistema de Informação (SI); 6 Programas de Pós-Graduação: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos (PPGEP), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) e Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI), conforme a Figura 3:

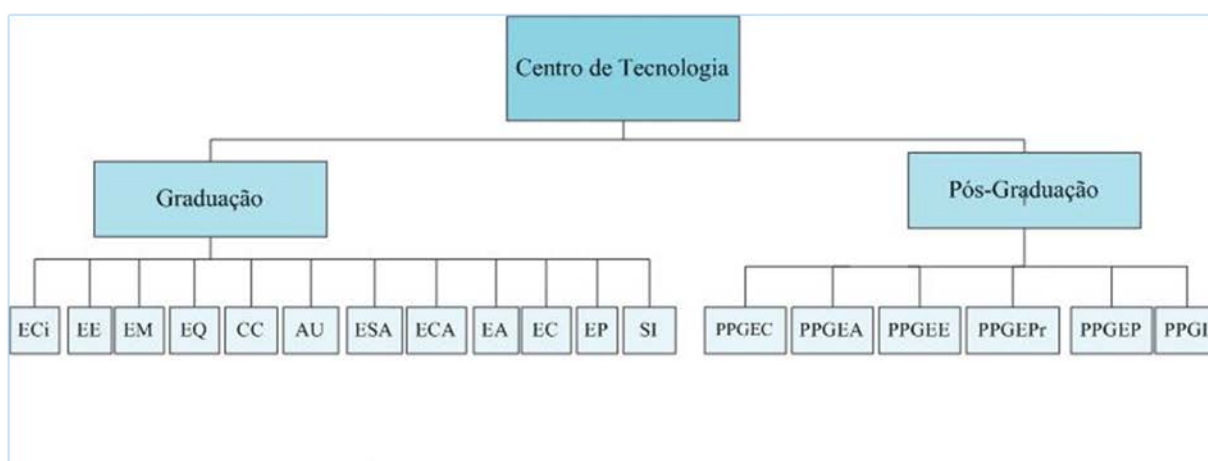


Figura 3 - Cursos de Graduação e Pós-Graduação no CT

<sup>1</sup> A partir deste ano dois novos cursos de graduação estão sendo ofertados: Engenharia Aeroespacial e Engenharia de Telecomunicações.

Também dispõe de 11 departamentos de ensino: Departamento de Arquitetura e Urbanismo(DAU), Departamento de Eletromecânica e Sistemas de Potência (DESP), Departamento de Eletrônica e Computação (DELC), Departamento de Engenharia Mecânica (DEM), Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas (DPS), Departamento de Engenharia Química (DEQ), Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA), Departamento de Estruturas e Construção Civil (DECC), Departamento de Expressão Gráfica (DEPG), Departamento de Processamento de Engenharia Elétrica (DPEE) e Departamento de Transportes (DTRP) que atendem aos cursos de Graduação e Pós-Graduação do Centro, além do Centro de Ciências Sociais e Humanas (CCSH), Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE) e o Centro de Ciências Rurais (CCR).

O CT conta com a estrutura física dos prédios 07 e 10 e os anexos A, B e C, além do prédio da Biblioteca Central (onde está sediado o Curso de Arquitetura e Urbanismo), o prédio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria – LACESM) e o prédio da Incubadora Tecnológica de Santa Maria (ITSM). Todavia, ressalta-se que para este estudo foram consideradas apenas as estruturas do prédio 07 e os anexos A e C.

De modo geral, a maioria das aulas ocorre no prédio 07 (principal) e nos anexos A e C porque no anexo B e prédio 10 estão localizados os laboratórios. Esses prédios contam com salas com capacidades que variam entre 25 e 50 alunos, conforme indicado pelo quadro 3, com mesas do tipo escolar (ME), mesa de desenho (MD – alta/baixa) e cadeiras de braço (CB), além de quadros do tipo verde (QV) ou branco (QB), todas as salas possuem equipamentos multimídia e a maioria possui ar-condicionado, apesar de algumas também terem ventiladores de teto. Os prédios contam ainda com três salas informatizadas (SI), mas que não foram incluídas neste trabalho porque os departamentos têm autonomia para reservas essas salas, logo, não sendo necessária sua alocação pela funcionária responsável.



	Sala	Lugares	Mesa	Quadro
Prédio Principal	203	30	MD Alta	QV
	206	45	MD Baixa	QV
	218	50	ME	QB
	219	40	ME	QV
	220	50	ME	QV
	221	40	ME	QV
	224	40	ME	QV
	235	50	ME	QV
	236	50	ME	QB
	315	40	ME	QV
	318	40	ME	QV
	320	40	ME	QV e QB
	323	40	ME	QV
	326	40	ME	QB
Anexo A	151	50	ME	QB
	152	50	ME	QB
	155	50	ME	QB
	160	50	ME	QB
	161	50	ME	QB
	164	50	ME	QB
	165	50	ME	QB
	251	50	ME	QB
	252	50	ME	QV
	255	50	ME	QB
	258	35	CB	QB
	259	30	ME	QB
	260	50	ME	QB
	262	50	ME	QB
	263	50	ME	QB
	266	50	ME	QB
	267	50	ME	QB
	357	30	ME	QV
359	30	ME	QV	
363	50	ME	QB	
364	50	ME	QB	
367	50	ME	QB	
368	50	ME	QB	
Anexo C	1107	50	ME	QB
	1110	25	MD Alta	QB
	1205	35	MD Baixa	QV
	1207	35	MD Baixa	QV
	1303	35	MD Baixa	QB
	1304	50	ME	QB
	1305	35	MD Baixa	QV
	1306	50	ME	QB
	1307	35	MD Baixa	QB
1309	40	ME	QB	

Quadro 3 - Distribuição das salas e capacidades no CT  
 Fonte: Centro de Tecnologia UFSM

Todas as aulas ministradas no CT são destinadas aos 12 cursos de graduação pertencentes ao Centro, entretanto as disciplinas denominadas básicas são ministradas no prédio do Centro de Ciências Naturais e Exatas. Porém, há casos em que essas disciplinas que deveriam ser ministradas nesse Centro são deslocadas para o CT devido a indisponibilidade de salas e a solicitação dos professores.

Logo, para este estudo foram considerados somente os Cursos de Graduação do Centro de Tecnologia, uma vez que os Cursos de Pós-Graduação têm salas próprias e consequente autonomia sobre elas. Além disso, apenas as salas de aula listadas na Tabela 1 foram avaliadas não sendo consideradas as disciplinas ministradas em laboratório e salas informatizadas.

### **3.2 O Problema de Alocação de Salas no Centro de Tecnologia**

Atualmente a designação de salas no Centro de Tecnologia ocorre duas vezes no ano (1º e 2º semestre), sendo realizada aproximadamente 3 semanas antes do início de cada semestre letivo. A responsabilidade da organização da distribuição das salas está a cargo de uma professora do Centro que executa esta função há mais de 10 anos manualmente, sem o auxílio de aparatos computacionais como *solver* ou outros métodos matemáticos. Sua tarefa consiste em buscar as disciplinas que serão ofertadas no semestre e alocar nas salas no Centro.

Esse processo de designação das salas inicia-se com a coleta das disciplinas disponíveis no semestre. A oferta de disciplinas é realizada pelos departamentos do CT o qual as envia para o Departamento de Registro e Controle Acadêmico (DERCA), já com seus respectivos horários definidos, para que possam ser inseridas e posteriormente disponibilizadas no Sistema de Informações Educacionais – *SIE* – da Universidade Federal de Santa Maria.

Uma vez que essas disciplinas, ofertadas pelos departamentos, passam a estar disponíveis no *SIE* começa o trabalho da montagem de um banco de dados contendo todas as disciplinas, horários, professores e cursos a qual serão disponibilizadas e a partir da conclusão desse banco de dados parte-se para a designação das disciplinas as salas. Ressalta-se que todo este processo de alocação sofre atualizações constantes durante sua montagem (indicado pelas setas auxiliares) como conforme expresso na Figura 4.

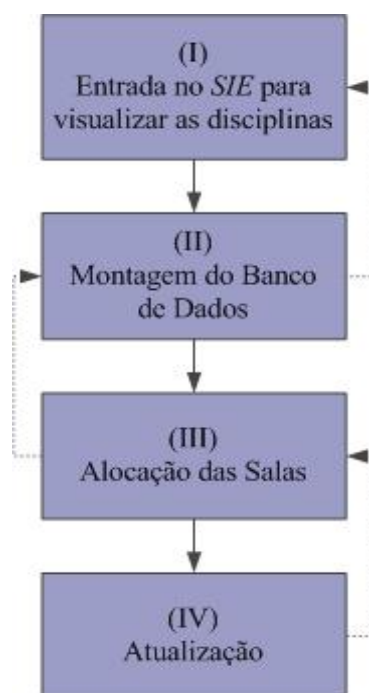


Figura 4 - Processo de Designação das Salas

**Etapa I** – Entrada no SIE para visualização das disciplinas – nesta etapa a responsável visualiza as disciplinas ofertadas pelos 11 departamentos do CT e também pelos outros departamentos que oferecem disciplinas aos cursos do Centro como: Departamento de Ciências Administrativas, Ciências Econômicas, Direito, Documentação e Letras Estrangeiras.

**Etapa II** – Montagem do Banco de Dados – a partir das informações coletadas no SIE é montado um banco de dados contendo as disciplinas com seus respectivos horários, turmas e professores correspondentes.

**Etapa III**– Alocação das Salas – nesta etapa é feita a distribuição das disciplinas entre as salas de modo que satisfaça à determinadas restrições e requisitos estabelecidos previamente. A configuração das disciplinas → sala geralmente segue o modelo utilizado no ano anterior (1º e 2º semestres) já que alguns dos horários das disciplinas não se alteram entre os semestres/ano e a responsável já tem o domínio da designação. E para cada sala é montada uma planilha onde fica a configuração de horário de cada disciplina alocada. Posteriormente, essas planilhas são colocadas nas portas das salas servindo como guias informativos.

**Etapa IV** – Atualização – após realizada a configuração da distribuição podem ocorrer mudanças, especialmente na primeira semana de aula, devido a solicitação de professores e até mesmo dos alunos.

### **3.3 Escopo do PAS no CT: problema e requisitos**

Conforme citado anteriormente o Problema de Alocação de Salas pode apresentar várias restrições como referentes à capacidade das salas, disponibilidade do professor, distância entre prédios e salas, tipos de quadro e tipos de mesa. No CT a prioridade do que deve ser atendido é dada pela responsável da tarefa de alocação, pois já detém o conhecimento das necessidades dos professores e disciplinas, conforme apresentado a seguir.

Antes, salienta-se que neste trabalho foi utilizado para definições das restrições o conceito apresentado por Souza et al. (2002a), que as distingue entre requisitos essenciais e não essenciais. O primeiro trata-se daqueles que se não forem satisfeitos ocasionarão uma alocação inviável e o segundo aqueles cujo atendimento é desejável, mas que caso não o sejam não tornarão a solução (alocação) inviável.

Sendo assim, atualmente, no CT a decisão para alocação de cada sala adota os seguintes requisitos essenciais e não essenciais:

#### **Requisitos Essenciais**

1. Alunos que requeiram acessibilidade devem ter suas disciplinas alocadas em salas do Anexo A e C e no máximo segundo andar do prédio principal (07);
2. Disciplinas que requeiram material específico devem ficar nas salas com esses materiais (Ex. sala 235);
3. Disciplinas que necessitem de mesas altas devem estar em salas com mesas desse tipo;
4. Disciplinas que necessitem de mesas baixas devem estar em salas com mesas correspondentes;
5. Disciplinas que necessitem de mesa escolar não devem ser alocadas em salas do tipo mesa de desenho alta.

#### **Requisitos Não Essenciais**

1. As salas devem estar próximas ao departamento correspondente ao professor;
2. Procura-se manter o professor a maior disponibilidade de períodos na mesma sala;
3. Sempre que possível alocar os alunos de um mesmo curso, turma em uma mesma sala;

4. Professores que solicitam salas com quadro branco não devem ficar em salas com quadro verde;
5. Professores que solicitam salas com quadro verde não devem ficar em salas com quadro branco;

Dentre esses requisitos destaca-se o primeiro não essencial que determina a proximidade das salas dos professores das salas de aula, pois é uma necessidade que visa minimizar o deslocamento dos docentes em virtude dos materiais extras que geralmente carregam e também porque no CT existe uma particularidade na qual todas as salas de aula devem ser chaveadas ao término de cada aula e ter a respectiva chave entregue na portaria, o que acarreta em perda de tempo para os docentes. Assim, busca-se facilitar para os professores de modo que eles não precisem se deslocar tanto com os materiais e também não percam muito tempo entre cada disciplina.

Observa-se que com esses requisitos (essenciais e não essenciais) o problema já demonstra certo grau de complexidade, por isso o suporte computacional pode auxiliar o trabalho da atual responsável com um panorama de uma solução que possa vir a melhorar (desenvolver) a atualmente adotada. Além disso, com esse suporte há a possibilidade de disseminar o conhecimento do problema de alocação de salas no CT para outros responsáveis, já que, atualmente, há somente um responsável pela tarefa.

Deste modo, este trabalho procurou desenvolver com o auxílio do suporte computacional uma nova configuração para o PAS no Centro de Tecnologia a fim de otimizar os espaços e atender ao maior número de requisitos, como explicitado anteriormente. Para tanto, seguiu-se a orientação adotada na pesquisa operacional para a resolução de problemas conforme apresentado no próximo Capítulo.

## 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este Capítulo está dividido em duas seções: Na Seção 4.1 apresenta-se uma breve abordagem da metodologia dos estudos em pesquisa operacional; e na Seção 4.2 a aplicação desta metodologia no presente estudo.

### 4.1 Método em Pesquisa Operacional

Em virtude das características do problema de alocação de salas (designação) o método de estudo abordado neste trabalho teve como alicerce as bases e preceitos desenvolvidos na Pesquisa Operacional (PO), em especial os de programação linear.

Para Hillier e Lieberman (2013, p.7) as “técnicas quantitativas, modelos matemáticos, formam a principal parte do que é conhecido como Pesquisa Operacional”. De acordo com Goldberg e Luna (2005) os modelos de PO são estruturados de forma lógica e amparados no ferramental matemático de representação, objetivando proporcionar melhores condições de funcionamento para os sistemas representados. Para Arenales et al. (2007) a pesquisa operacional e, em especial, a programação matemática trata de problemas de decisão e faz uso de modelos matemáticos que procuram representar o problema real.

Os modelos, ou representações ideais, são parte integrante da vida cotidiana. Assim, os modelos desempenham importante papel nas ciências e no mundo dos negócios. Os modelos matemáticos também são representações idealizadas, porém, são expressos com símbolos e expressões matemáticas. Logo, o modelo matemático de um problema de negócios é o sistema de equações e de expressões matemáticas relativas que descrevem sua essência (HILLIER & LIEBERMAN, 2013, p. 9).

Cabe ressaltar que essas representações matemáticas, apesar da semelhança, não são cópias fidedignas da realidade que descrevem, mas sim modelos que procuram retratá-la da melhor forma possível. Logo, não são possíveis aferições que garantam certeza absoluta aos resultados, mas sim soluções viáveis ao modelo que expressam. Para Hillier e Lieberman (2013) como o modelo idealizado não é uma representação exata do problema real, não pode existir nenhuma garantia de que a solução ótima para isso se comprovará como a melhor possível ou que poderia ser implementada para o problema real.

Como exemplos de modelos matemáticos estão os modelos de programação matemática (otimização matemática) dentre os quais: programação linear (otimização linear), programação linear inteira (otimização discreta), programação em redes (otimização em redes) e a

programação não-linear (ARENALLES et al., 2007). Entretanto, conforme explicitado anteriormente para este estudo adotou-se o modelo de programação linear.

A resolução de problemas por meio da abordagem da Pesquisa Operacional, por sua vez, pode ser definida a partir de cinco etapas: a) Definição do problema; b) Construção do modelo; c) Solução do modelo; d) Validação do modelo; e) Implementação da solução.

A definição do problema é onde ocorre a definição do escopo do problema, isto é, onde são identificados: a) descrição das alternativas de decisão; b) determinação do objetivo do estudo; c) especificação das limitações sob as quais o sistema de modelagem funciona (TAHA, 2008).

Na etapa de construção do modelo trata-se da tentativa de tradução e definição do problema em relações matemáticas, ou seja, busca-se construir um modelo matemático que represente a essência/dinâmica do problema. Para Hillier e Lieberman (2013) os modelos matemáticos podem descrever um problema de forma mais concisa, o que tende a tornar mais compreensível a estrutura geral do problema e ajuda a revelar importantes relacionamentos de causa-efeito.

Para a solução do modelo utiliza-se algoritmos de otimização bem-definidos enquanto que na validação do modelo verifica-se se o que foi proposto faz ou não o que diz fazer (TAHA, 2008). Por fim, a etapa de implementação da solução envolve a tradução dos resultados em instruções operacionais que serão emitidas para as pessoas que deverão administrar o sistema recomendado.

Goldbarg e Luna (2005) resumem o processo de modelagem em seis etapas, como ilustra a Figura 5, e para os autores o êxito do modelo de otimização depende da equação de sua tradução, isto é, sua formulação, pois nesta fase são definidos os tipos de variáveis, restrições do problema bem como as hipóteses de representação que orientarão a escolha e a possível utilização de modelos já existentes ou de técnicas de solução.

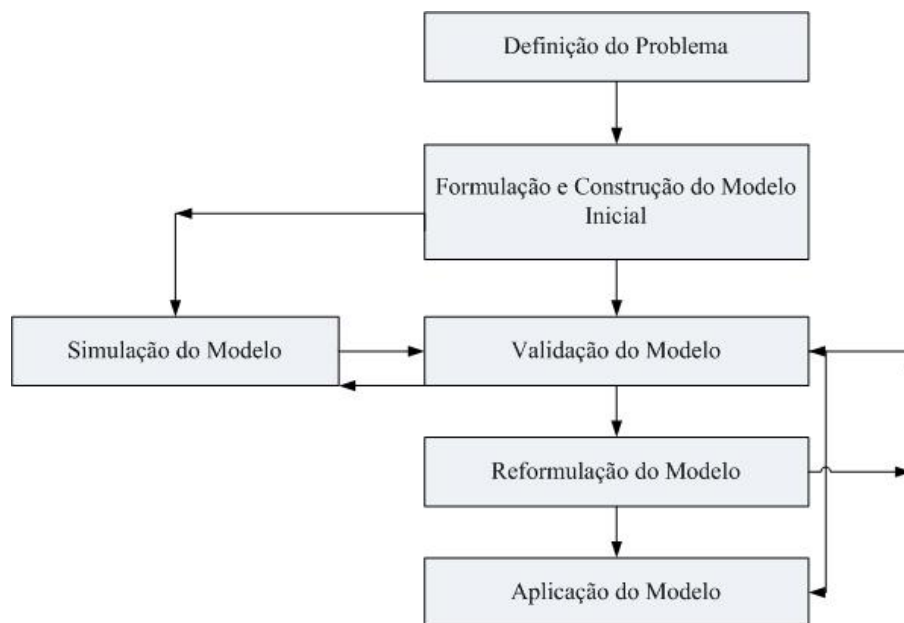


Figura 5 - Processo de construção de modelos em PO

Fonte Goldberg e Luna (2005)

Sendo assim, na próxima seção apresenta-se a adaptação dessa abordagem de pesquisa operacional para o presente estudo.

## 4.2 Aplicação da Abordagem de PO ao Estudo

Como explicitado anteriormente a abordagem de PO obedece a cinco etapas fundamentais: definição do problema, construção do modelo, solução do modelo, validação do modelo e implementação da solução (ARENALES et al., 2007). A seguir demonstra-se como ocorreu a adaptação desta abordagem ao estudo.

### 4.2.1 Etapa 1 – Definição do Problema

Este trabalho teve como linha norteadora a designação de  $i$  disciplinas ofertadas pelos cursos de graduação do Centro de Tecnologia da UFSM para  $j$  salas de aula disponíveis no mesmo centro em  $k$  períodos (*time slots*), visando otimizar a distribuição das disciplinas/salas de modo que se buscasse o uso mais eficiente dos espaços bem como se conseguisse atender o maior número de restrições e requisitos possíveis. Nesta fase também ocorreu a coleta de dados e informações como: salas disponíveis (capacidades, tipos de carteira/mesa), disciplinas ofertadas (horários, demanda dos professores) como demonstrado no Capítulo 3.



#### 4.2.2 Etapa 2 – Formulação e Construção do Modelo Inicial

Nesta etapa formulou-se o modelo matemático que orientou o estudo. Com uma função objetivo de minimização suas restrições almejavam: alocar cada disciplina em uma sala; designar disciplinas de desenho para salas de desenho equivalentes; minimizar a distância entre a sala dos professores e as salas de aula, manter a disciplina que tem mais de um período consecutivo no mesmo dia na mesma sala e respeitar a capacidade das salas. Arenales et al. (2007) destacam que um modelo matemático nem sempre é formulado de uma só vez, pois entre as fases podem ocorrer ciclos para a revisão do modelo, situação essa vivenciada neste trabalho como apresentado nos capítulos que seguem.

#### 4.2.3 Etapa 3 - Desenvolver um procedimento computacional (Solução do Modelo)

Utilizou como ferramenta auxiliar na modelagem, o software ZIMPL (<http://zimpl.zib.de>) que é capaz de gerar arquivos que são interpretados pela maioria dos solvers comerciais (ditos arquivos do tipo .lp). A resolução dos modelos foi feita pelo solver IBM ILOG CPLEX *Optimization* Studio 12.4. No total 20 arquivos .lp foram gerados representando os cinco dias da semana (segunda a sexta-feira), nos dois turnos (manhã e tarde) entre o primeiro e o segundo semestre de 2014 e além desses, mais 10 arquivos .lp foram gerados para o primeiro semestre de 2015. Esses arquivos foram executados em um desktop DELL equipado com processador Intel (R) Core (TM)i7-3770 CPU@ 3.40GHz e 8,00 GB de memória RAM e sistema operacional Windows 8 pro.

#### 4.2.4 Etapa 4- Validação do Modelo

Para a validação do modelo foram comparadas as resoluções propostas com as atualmente adotadas pelo CT. Além disso, os resultados propostos foram apresentados a responsável pela tarefa de designação do Centro [Ana Laura] para que a mesma pudesse comparar, verificar e analisar a aplicabilidade da solução.

#### 4.2.5 Etapa 5 – Implementação do Modelo

A partir dos testes feitos e da validação com o 1º e 2º Semestre de 2014 foi proposta uma resolução para o 1º Semestre de 2015, conforme o Apêndice A, que poderá servir como referência para a configuração da distribuição das salas do Centro de Tecnologia para o atual semestre.

Logo, seguindo essas cinco etapas tornou-se possível estabelecer uma nova configuração para o problema de alocação de salas do CT a partir dos dados obtidos de 2014. No Capítulo 5 e Capítulo 6 são apresentados detalhes do modelo que norteou esse estudo bem como as resoluções propostas.

## 5. MODELO MATEMÁTICO PROPOSTO

Neste Capítulo apresenta-se uma breve descrição do contexto do modelo proposto apontando algumas peculiaridades, assim como elucida o seu processo de construção e desenvolvimento a partir das características previamente discutidas.

### 5.1 Contexto do Modelo

A ideia do modelo é que um dado conjunto de disciplinas, com seus horários pré-estabelecidos, devem ser alocadas a um conjunto de salas, também conhecido, em um determinado período (*time slots*). O objetivo é fazer com que todas as disciplinas sejam designadas satisfazendo alguns critérios como o de proximidade entre o departamento de origem da disciplina e a sala de aula indicada. Este caso trata-se, portanto, de um Problema de Alocação Multi-índice onde se almeja alocar a disciplina, na sala, no horário pré-determinado a ela.

Conforme elucidam Al-Yakoob & Sherali (2006, p. 490) “os problemas de horários acadêmicos de disciplinas frequentemente admitem formulações multidimensionais de designações, no qual as soluções dependem de um intrincado ambiente de horários e do tamanho do problema em termos de números de variáveis e restrições”. Spieksma (2000) no capítulo *Multi Index Assignment Problems* reapresenta os modelos multi-índices para problemas de alocação (*multi index assignment problems* [MIAPs]), dentre os quais destaca-se o axial 3IAP (*index assignment problems*)

Como já discutido nos capítulos o PAS está dividido em restrições essenciais (*hard*) e não-essenciais/qualidade (*soft*) a primeira inviabiliza a solução e seu atendimento é fundamental, enquanto a segunda não a torna infactível, mas o atendimento à melhora. Por sua vez, a função objetivo, geralmente, é de minimização e visa reduzir determinado custo. Na Figura 6 descreve-se as restrições do caso apresentado neste trabalho.

Restrições Essenciais	Restrições de Qualidade
<input type="checkbox"/> E1. Toda disciplina deve ser alocada em cada período que ocupa	<input type="checkbox"/> Q1. As salas designadas devem estar próximas ao departamento de origem.
<input type="checkbox"/> E2. A sala pode ter no máximo 1 disciplina em 1 determinado time slot	<input type="checkbox"/> Q2. Procura-se manter o professor o maior tempo na mesma sala de aula.
<input type="checkbox"/> E3. A capacidade da sala deve ser maior/igual a oferta de vagas da disciplina	<input type="checkbox"/> Q3. Professores que desejem salas com quadro branco não devem ficar em salas com quadro verde
<input type="checkbox"/> E4. As disciplinas que requeiram mesas de desenho alta devem ficar nesse tipo de sala	<input type="checkbox"/> Q4. Professores que desejem salas com quadro verde não devem ficar em salas com quadro branco
<input type="checkbox"/> E5. As disciplinas que requeiram mesas de desenho baixa devem ficar nesse tipo de sala	

Figura 6 - Restrições Essenciais e de Qualidade

Fonte: elaborado pela autora

Apesar de bastante amplas essas restrições não incluem uma medida adotada todos os semestres que trata da acessibilidade. Ordinalmente alunos que necessitem de acessibilidade têm suas disciplinas alocadas para salas de fácil acesso, porém como se tratam de casos muito específicos não foram incluídos nessa alocação. A seguir discute-se o desenvolvimento do modelo proposto neste estudo.

## 5.2. Construção do Modelo Matemático

Considera-se que um conjunto de  $m$  disciplinas deva ser alocada a  $n$  salas de aula que tem à disposição  $k$  períodos (por exemplo ao considerar os horários de 7:30 às 13:30 pela manhã, equivaler-se-ia a 6 períodos por dia e 30 períodos na semana) com os horários de cada disciplina já conhecidos e não havendo intersecção entre os períodos da manhã e tarde este modelo representa a alocação das disciplinas em um turno podendo ser adaptado naturalmente para um dia ou para a semana inteira.

Assim, os conjuntos e parâmetros do modelo são definidos como:

- $m$  – representa a quantidade de disciplinas a serem alocadas.
- $n$  – representa a quantidade de salas disponíveis para alocação.
- $l$  – representa a quantidade de períodos (*slots*) de tempo disponíveis para alocação.
- $D$  – representa o conjunto das disciplinas  $i$  a serem alocadas.
- $S$  – representa o conjunto das salas  $j$  disponíveis para alocação.
- $P$  – representa o conjunto de períodos  $j$  disponíveis para alocação.
- $C_j$  – representa a capacidade, em termos de número de alunos, da sala  $j$ .

$R_j$  – representa o tipo de equipamento que está instalado na sala  $j$  (1 com quadro verde, 2 com quadro branco, 3 com mesas de desenho baixas, 4 com mesas de desenho altas, 6 com quadro verde e branco).

$P_i$  – representa o número de vagas solicitadas para a disciplina  $i$ .

$IS_i$  – representa o período de início da disciplina  $i$  (por exemplo se ele inicia na segunda-feira pela manhã às 9h 30 min, então  $IS_i = 3$ ).

$NS_i$  – representa o número de períodos da disciplina  $i$  (ela pode ser de 1, 2, 3, 4 ou 5 horas).

$SR_i$  – representa as necessidades especiais da disciplina  $i$ , por exemplo se ela necessita de mesa de desenho alta,  $SR_i = 4$ ).

$d_{ij}$  – representa a distância do departamento ao qual a disciplina  $i$  pertence e a sala  $j$ .

$OS_i$  – representa o conjunto dos períodos de tempo que a disciplina  $i$  ocupa, por exemplo se ele inicia na segunda-feira pela manhã às 9h 30 min e ocupa dois períodos, então  $OS_i = \{3,4\}$ ).

$VI$  – representa o conjunto dos pares  $(i, j)$ , ou seja (disciplina  $i$ , sala  $j$ ), para os quais a restrição de capacidade é respeitada, ou seja,  $(C_j - P_i \geq 0)$ .

$DDA$  – representa o conjunto das disciplinas  $i$  que necessitam de mesa de desenho alta, ou seja,  $SR_i = 4$ .

$DDB$  – representa o conjunto das disciplinas  $i$  que necessitam de mesa de desenho baixa, ou seja,  $SR_i = 3$ .

$SDA$  – representa o conjunto das salas  $j$  que possuem de mesa de desenho alta, ou seja,  $R_j = 4$ .

$SDB$  – representa o conjunto das salas  $j$  que possuem de mesa de desenho baixa, ou seja,  $R_j = 3$ .

$DP_k$  – representa o conjunto de disciplinas  $i$  que ocupam o período  $k$ , ou seja,  $(IS_i + NS_i - 1) \geq k$  e  $IS_i \leq k$ .

$DIH$  – representa o conjunto de disciplinas  $i$  que tem carga horária de 1 hora, por período de distribuição, ou seja,  $NS_i = 1$ .

$D2H$  – representa o conjunto de disciplinas  $i$  que tem carga horária de 2 horas, por período de distribuição, ou seja,  $NS_i = 2$ .

$D3H$  – representa o conjunto de disciplinas  $i$  que tem carga horária de 3 horas, por período de distribuição, ou seja,  $NS_i = 3$ .

$D4H$  – representa o conjunto de disciplinas  $i$  que tem carga horária de 4 horas, por período de distribuição, ou seja,  $NS_i = 4$ .

$D5H$  – representa o conjunto de disciplinas  $i$  que tem carga horária de 5 horas, por período de distribuição, ou seja,  $NS_i = 5$  (caso especial)

$x_{ijk}$  – representa a variável binária de decisão do problema, ou seja:

$$\begin{cases} x_{ijk} = 1, \text{ se a disciplina } i \text{ está alocada a sala } j \text{ no período } k \\ x_{ijk} = 0, \text{ caso contrário} \end{cases}$$

Deste modo, a função objetivo representada pela equação (1) busca minimizar o número de assentos vazios na sala (razão entre capacidade da sala e oferta de vagas da disciplina) somado a distância entre o departamento da disciplina e a sala alocada a ela, procurando otimizar a ocupação das salas bem como encurtando a distância percorrida pelos professores. Essa minimização do deslocamento trata-se, portanto, do atendimento de uma restrição de qualidade (Q1) tal como o realizado por Sarin et al. (2010) e Kripka & Kripka (2012).

$$\text{Min } \sum_{(i,j) \in VI} \sum_{k \in OS_i} ((C_j/P_i) + d_{ij}) * x_{ijk} \quad (1)$$

### Sujeito a

$$\sum_{j=1}^n x_{ijk} = 1, \forall i \in DP_K \text{ e } \forall k = 1, \dots, l \quad (2)$$

$$\sum_{j \in \{S \setminus SDA\}} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 1, \forall i \in \{D1H \setminus DDA\} \quad (3)$$

$$\sum_{j \in \{S \setminus SDA\}} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 2, \forall i \in \{D2H \setminus DDA\} \quad (4)$$

$$\sum_{j \in \{S \setminus SDA\}} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 3, \forall i \in \{D3H \setminus DDA\} \quad (5)$$

$$\sum_{j \in \{S \setminus SDA\}} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 4, \forall i \in \{D4H \setminus DDA\} \quad (6)$$

$$\sum_{j \in \{S \setminus SDA\}} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 5, \forall i \in \{D5H \setminus DDA\} \quad (7)$$

$$\sum_{j \in SDA} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 1, \forall i \in \{DIH \cap DDA\} \quad (8)$$

$$\sum_{j \in SDA} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 2, \forall i \in \{D2H \cap DDA\} \quad (9)$$

$$\sum_{j \in SDA} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 3, \forall i \in \{D3H \cap DDA\} \quad (10)$$

$$\sum_{j \in SDA} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 4, \forall i \in \{D4H \cap DDA\} \quad (11)$$

$$\sum_{j \in SDA} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 5, \forall i \in \{D5H \cap DDA\} \quad (12)$$

$$\sum_{j \in SDB} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 1, \forall i \in \{D1H \cap DDB\} \quad (13)$$

$$\sum_{j \in SDB} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 2, \forall i \in \{D2H \cap DDB\} \quad (14)$$

$$\sum_{j \in SDB} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 3, \forall i \in \{D3H \cap DDB\} \quad (15)$$

$$\sum_{j \in SDB} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 4, \forall i \in \{D4H \cap DDB\} \quad (16)$$

$$\sum_{j \in SDB} \sum_{k \in OS_i} x_{ijk} = 5, \forall i \in \{D5H \cap DDB\} \quad (17)$$

$$(C_j - P_i) * x_{ijk} \geq 0, \forall i = 1, \dots, m, \forall j = 1, \dots, n \text{ e } \forall k = 1, \dots, l \quad (18)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ijk} \leq 1, \forall j = 1, \dots, n \text{ e } \forall k = 1, \dots, l \quad (19)$$

$$x_{ij(IS_i)} = x_{ij(IS_{i+1})}, \forall i \in D2H \text{ e } \forall j = 1, \dots, n \quad (20)$$

$$x_{ij(IS_i)} = x_{ij(IS_{i+1})}, \forall i \in D3H \text{ e } \forall j = 1, \dots, n \quad (21)$$

$$x_{ij(IS_i)} = x_{ij(IS_{i+2})}, \forall i \in D3H \text{ e } \forall j = 1, \dots, n \quad (22)$$

$$x_{ij(IS_i)} = x_{ij(IS_{i+1})}, \forall i \in D4H \text{ e } \forall j = 1, \dots, n \quad (23)$$

$$x_{ij(IS_i)} = x_{ij(IS_{i+2})}, \forall i \in D4H \text{ e } \forall j = 1, \dots, n \quad (24)$$

$$x_{ij(IS_i)} = x_{ij(IS_{i+3})}, \forall i \in D4H \text{ e } \forall j = 1, \dots, n \quad (25)$$

$$x_{ij(IS_{i+1})} = x_{ij(IS_{i+2})}, \forall i \in D4H \text{ e } \forall j = 1, \dots, n \quad (26)$$

$$x_{ij(IS_i+1)} = x_{ij(IS_i+3)}, \forall i \in D4He \forall j = 1, \dots, n \quad (27)$$

$$x_{ij(IS_i+2)} = x_{ij(IS_i+3)}, \forall i \in D4He \forall j = 1, \dots, n \quad (28)$$

$$x_{ij(IS_i)} = x_{ij(IS_i+1)}, \forall i \in D5He \forall j = 1, \dots, n \quad (29)$$

$$x_{ij(IS_i)} = x_{ij(IS_i+2)}, \forall i \in D5He \forall j = 1, \dots, n \quad (30)$$

$$x_{ij(IS_i)} = x_{ij(IS_i+3)}, \forall i \in D5He \forall j = 1, \dots, n \quad (31)$$

$$x_{ij(IS_i)} = x_{ij(IS_i+4)}, \forall i \in D5He \forall j = 1, \dots, n \quad (32)$$

$$x_{ij(IS_i+1)} = x_{ij(IS_i+2)}, \forall i \in D5He \forall j = 1, \dots, n \quad (33)$$

$$x_{ij(IS_i+1)} = x_{ij(IS_i+3)}, \forall i \in D5He \forall j = 1, \dots, n \quad (34)$$

$$x_{ij(IS_i+1)} = x_{ij(IS_i+4)}, \forall i \in D5He \forall j = 1, \dots, n \quad (35)$$

$$x_{ij(IS_i+2)} = x_{ij(IS_i+3)}, \forall i \in D5He \forall j = 1, \dots, n \quad (36)$$

$$x_{ij(IS_i+2)} = x_{ij(IS_i+4)}, \forall i \in D5He \forall j = 1, \dots, n \quad (37)$$

$$x_{ij(IS_i+3)} = x_{ij(IS_i+4)}, \forall i \in D5He \forall j = 1, \dots, n \quad (38)$$

$$x_{ijk} \in \{0, 1\}, \forall i = 1, \dots, m, \forall j = 1, \dots, n \text{ e } \forall k = 1, \dots, l \quad (39)$$

O conjunto de restrições (2) indica que cada disciplina só pode estar alocada a uma única sala em cada período que ocupa, satisfazendo a restrição essencial E2. Já as equações (3) a (7) indicam que as disciplinas de 1h tem que ter um período de tempo alocada a ela, as de 2h dois períodos e assim por diante correspondendo a restrição essencial E1. Nota-se que se exclui desse conjunto de restrições as salas que contém o equipamento mesa de desenho alta, uma vez que elas só podem ser utilizadas pelas disciplinas que assim requeiram. Enquanto, as salas que contém mesa de desenho baixa, podem ser utilizadas por qualquer outra disciplina que não tenha como condição mesa de desenho alta. As restrições (8) a (12) são idênticas as restrições (3) a (7), todavia se restringem as salas que contém mesa de desenho alta e as disciplinas que necessitam desse equipamento, atendendo a restrição essencial E4. As equações (13) a (17) são semelhantes as restrições de (3) a (7), porém se limitam as salas que contém mesa de desenho baixa e as disciplinas que necessitam desse equipamento, correspondendo a restrição essencial E5.

A equação (18) representa que o número de vagas ofertadas pela disciplina não pode exceder a capacidade da sala, atendendo a restrição essencial E3. Enquanto, o conjunto de restrições restrição (19) indica que cada disciplina tem que ter um período alocado a ela, isso porquê o mínimo de tempo que uma disciplina ocupa é um período. A restrição (20) diz que se uma disciplina ocupa dois períodos eles devem ser consecutivos e estarem alocados na mesma sala. Os conjuntos (21) e (22) quando a disciplina ocupa três períodos, os conjuntos (23) a (28) quando a disciplina ocupa quatro períodos e os conjuntos (29) a (38) quando ela ocupa 5 períodos e dizem que eles devem ser consecutivos e estarem alocados na mesma sala. E finalmente, a restrição (39) define o domínio das variáveis de decisão.

Assim, este modelo visou atender ao objetivo desta pesquisa de otimizar os espaços no Centro de Tecnologia a partir do atendimento dessas restrições. Ressalta-se que este modelo foi adaptado para esta realidade particular porque como já mencionado apesar de haver muitos estudos na literatura nenhum caso é igual e cada problema tem a sua especificidade. Inclusive, um dos diferenciais dessa representação é a abordagem com cinco tipos de disciplinas/períodos (1h, 2h, 3h, 4h e 5h), considerando a restrição de que sendo a mesma disciplina eles devem ser alocados a mesma sala de aula.

Logo, no capítulo seguinte descreve-se o processo de implementação desse modelo para o problema de alocação de salas do Centro de Tecnologia da UFSM.



## 6. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO (Análise dos Resultados)

Neste capítulo apresenta-se o processo de implementação do modelo proposto no capítulo anterior a partir da coleta de dados, construção dos dados de entrada, testes realizados, instâncias geradas e análise das soluções.

### 6.1. Coleta de Informações

O Centro de Tecnologia da UFSM dispõe de 47 salas de aulas, sendo 8 específicas de desenho (2 mesa alta e 6 mesa baixa) e disciplinas ofertadas por 11 departamentos para atender a demanda dos 12<sup>2</sup> cursos de graduação do Centro.

Para a construção das instâncias foram coletados dados no sistema de informação utilizado pela instituição (SIE) sobre a oferta de disciplinas realizadas pelos departamentos oriundos do CT para os 12 cursos de graduação, como ilustra a Figura 7.

04/08/2014 - 14:46												Salas 2014-2 - por Curso.xls		4 de 40	
Código	Disciplina	Turma	C.	Dia	Início	Fim	T/P	Sala	Professor		V.Of				
EPG1001	DESENHO TÉCNICO PARA ENGENHARIA CIVIL I	12	302	TER	13:30	14:30	T	203	JULIANA PIPPI ANTONIAZZI		25				
EPG1001	DESENHO TÉCNICO PARA ENGENHARIA CIVIL I	12	302	TER	14:30	16:30	P	203	JULIANA PIPPI ANTONIAZZI		25				
EPG1002	DESENHO TÉCNICO PARA ENGENHARIA CIVIL II	10	302	SEG	16:30	17:30	T	206	BERNARDETE TRINDADE		40				
EPG1002	DESENHO TÉCNICO PARA ENGENHARIA CIVIL II	10	302	SEG	17:30	18:30	P	206	BERNARDETE TRINDADE		40				
EPG1002	DESENHO TÉCNICO PARA ENGENHARIA CIVIL II	10	302	QUI	10:30	12:30	P	206	BERNARDETE TRINDADE		40				
EPG1002	DESENHO TÉCNICO PARA ENGENHARIA CIVIL II	12	302	SEG	16:30	17:30	T	S/Sala	BERNARDETE TRINDADE		20				
EPG1002	DESENHO TÉCNICO PARA ENGENHARIA CIVIL II	12	302	SEG	17:30	18:30	P	S/Sala	BERNARDETE TRINDADE		20				
EPG1002	DESENHO TÉCNICO PARA ENGENHARIA CIVIL II	12	302	QUI	10:30	12:30	P	S/Sala	BERNARDETE TRINDADE		20				
EPG1003	GEOMETRIA DESCRITIVA PARA ENGENHARIA CIVIL	11	302	TER	08:30	09:30	T	1205	LUIZ CARLOS D'AVILA DE OLIVEIRA		25				
EPG1003	GEOMETRIA DESCRITIVA PARA ENGENHARIA CIVIL	11	302	TER	09:30	10:30	P	1205	LUIZ CARLOS D'AVILA DE OLIVEIRA		25				
EPG1003	GEOMETRIA DESCRITIVA PARA ENGENHARIA CIVIL	11	302	QUA	08:30	10:30	P	1205	LUIZ CARLOS D'AVILA DE OLIVEIRA		25				
EPG1003	GEOMETRIA DESCRITIVA PARA ENGENHARIA CIVIL	12	302	SEG	15:30	17:30	P	203	RAQUEL PETRY BRONDANI		25				
EPG1003	GEOMETRIA DESCRITIVA PARA ENGENHARIA CIVIL	12	302	QUI	10:30	11:30	T	203	RAQUEL PETRY BRONDANI		25				
EPG1003	GEOMETRIA DESCRITIVA PARA ENGENHARIA CIVIL	12	302	QUI	11:30	12:30	P	203	RAQUEL PETRY BRONDANI		25				
EPG1011	DESENHO DIGITAL PARA ENGENHARIA CIVIL	11	302	TER	08:30	10:30	P	215	ANA LAURA FELKL CASSIMINHO		22				
EPG1011	DESENHO DIGITAL PARA ENGENHARIA CIVIL	11	302	QUI	10:30	11:30	T	215	ANA LAURA FELKL CASSIMINHO		22				
EPG1011	DESENHO DIGITAL PARA ENGENHARIA CIVIL	11	302	QUI	11:30	12:30	P	215	ANA LAURA FELKL CASSIMINHO		22				
EPG1011	DESENHO DIGITAL PARA ENGENHARIA CIVIL	12	302	TER	16:30	17:30	T	215	ANA LAURA FELKL CASSIMINHO		20				
EPG1011	DESENHO DIGITAL PARA ENGENHARIA CIVIL	12	302	TER	17:30	18:30	P	215	ANA LAURA FELKL CASSIMINHO		20				
EPG1011	DESENHO DIGITAL PARA ENGENHARIA CIVIL	12	302	SEX	13:30	15:30	P	215	ANA LAURA FELKL CASSIMINHO		20				
ESP1001	ELETRICIDADE NA ENGENHARIA CIVIL	10	302	QUI	07:30	10:30	P	220	AECIO DE LIMA OLIVEIRA		40				
ESP1001	ELETRICIDADE NA ENGENHARIA CIVIL	10	302	SEX	10:30	12:30	T	220	AECIO DE LIMA OLIVEIRA		40				
HDS1000	MECÂNICA DOS FLUIDOS	11	302	QUA	07:30	10:30	T	151	M <sup>º</sup> do CARMO GASTALDINI / DEBORA BAYER		40				
HDS1000	MECÂNICA DOS FLUIDOS	11	302	QUI	07:30	10:30	P	151	M <sup>º</sup> do CARMO GASTALDINI / DEBORA BAYER		40				
HDS1000	MECÂNICA DOS FLUIDOS	12	302	QUA	13:30	16:30	T	151	DEBORA BAYER / M <sup>º</sup> do CARMO GASTALDINI		20				
HDS1000	MECÂNICA DOS FLUIDOS	12	302	QUI	13:30	16:30	P	151	DEBORA BAYER / M <sup>º</sup> do CARMO GASTALDINI		20				
HDS1001	TRATAMENTO DE RESÍDUOS E IMPACTOS AMBIENTAIS	10	302	TER	14:30	16:30	T	151	DELMIRA BEATRIZ WOLFF		35				
HDS1001	TRATAMENTO DE RESÍDUOS E IMPACTOS AMBIENTAIS	10	302	TER	16:30	18:30	P	151	DELMIRA BEATRIZ WOLFF		35				

Figura 7- Disciplinas ofertadas por curso no SIE

Conforme explicitado no Capítulo 3 os cursos de graduação do CT também têm disciplinas provenientes de outros centros de ensino, mas que na maioria não são ministradas na estrutura do Centro com exceção das disciplinas de código CAD, CIE, JUR e LTE. Também há os casos em que esses departamentos de fora solicitam salas para alocar suas disciplinas no

<sup>2</sup> Atualmente, 2015, são 14 cursos de graduação, mas para fim de resultados as soluções foram geradas com base nos 12 cursos de graduação ofertados até o ano de 2014.

próprio CT como as disciplinas: MTM(1018), MTM(1019), MTM(1020), MTM(1021), QMC(1017), QMC(1101) entre outras.

No entanto, para os testes foram consideradas para o primeiro semestre todas as disciplinas ofertadas pelos departamentos oriundos do Centro para os 12 cursos de graduação acrescidas das disciplinas de código CAD, CIE, JUR e LTE e aquelas que solicitam salas (MTM; QMC, FSC). Já para o segundo semestre foram analisadas somente as disciplinas ofertadas pelos departamentos do CT e as com código CAD, CIE, JUR e LTE. Cabe ressaltar que somente foram selecionadas as disciplinas passíveis de serem dispostas em salas de mesa escolar ou desenho alta/baixa porque as disciplinas que requerem salas informatizadas (3) e os laboratórios são designadas pelos próprios departamentos/cursos do Centro. No Quadro 4 apresenta-se o total de disciplinas avaliadas em cada semestre, dia da semana e turno do ano de 2014.

1º Semestre/2014			2º Semestre/2014		
MANHÃ	Segunda	78	MANHÃ	Segunda	54
	Terça	78		Terça	82
	Quarta	79		Quarta	71
	Quinta	72		Quinta	63
	Sexta	66		Sexta	49
TARDE	Segunda	65	TARDE	Segunda	72
	Terça	76		Terça	71
	Quarta	67		Quarta	69
	Quinta	72		Quinta	70
	Sexta	30		Sexta	36

Quadro 4 - Disciplinas disponíveis no 1º e 2º Semestre de 2014

Percebe-se que a maioria das disciplinas ofertadas está concentrada entre as terças-feiras de manhã e as quintas-feiras de tarde, o que já demonstra um certo desequilíbrio na oferta das disciplinas e que poderia se tornar um fator dificultador no processo de alocação das salas, especialmente quando realizado manualmente. Por isso, deu-se ênfase para investigar as disciplinas dispostas nos turnos da manhã e da tarde entre as segundas-feiras e sextas-feiras, excluindo as do turno da noite e no sábado, por apresentarem maior dificuldade para a alocação.

## 6.2. Trajetória de Adaptação do Modelo/Testes Iniciais

Em virtude do tamanho do problema e pela própria natureza computacional, NP-*Hard*, optou-se por trabalhar o problema em dois turnos (manhã e tarde), de modo a não gerar intersecções entre os mesmos. A adoção dessa medida procurou evitar que as instâncias se tornassem inviáveis para resolução por meio de métodos exatos convencionais devido ao tamanho. Essa intersecção poderia se dar caso uma disciplina começasse às 11:30 (turno manhã) e terminasse às 14:30 (turno tarde), fazendo com que a instância contivesse as disciplinas da manhã e da tarde de determinado dia (Quadro 4).

Deste modo, foram desenvolvidos vinte conjuntos de soluções representando os dois semestres de 2014 (primeiro e segundo) para cada um dos dias da semana (segunda a sexta) nos dois turnos (manhã e tarde), por exemplo 1º semestre/segunda-feira/manhã ou 2º semestre/terça-feira/tarde. Para o turno da manhã considerou-se o horário de início compreendido entre 7:30 – 11:30 e no turno na tarde entre 12:30 – 18:30. Assim, evitou-se que as instâncias ficassem muito extensas e também permitiu que o *solver* comercial conseguisse resolver a solução.

Originalmente, buscou-se trabalhar com duas entradas de dados: uma para as salas que necessitassem de mesas de desenho (alta e baixa) e outra para as mesas escolares, mas já na primeira tentativa a solução mostrou-se inactível considerando apenas as mesas escolares, demonstrando que o Centro depende hoje da utilização das salas com mesas desenho baixa (6 disponíveis) para uso comum. Inicialmente pretendia-se deixar essas salas somente para as disciplinas do DEPG, mas devido a inactibilidade e também por esses tipos de mesas não oferecerem problemas de ergonomia, o modelo foi adaptado para contemplar as salas de desenho com mesas baixas, altas e as escolares simultaneamente, sendo as primeiras utilizadas tanto para as disciplinas de desenho como as sem restrição como demonstrado na seção 5.2.

## 6.3. Construção das Instâncias

Para a geração das instâncias foram necessárias a definição de cinco arquivos para cada um dos dias/semestres/turnos (por exemplo segunda -1º semestre - manhã) sendo três de dados no formato texto (salas, disciplinas, distâncias), um arquivo do modelo gerado pelo ZIMPL (.zpl) e um arquivo executável pelos solvers comerciais (.lp). O arquivo das salas continha as salas disponíveis (47), capacidades e tipo de mesa (1-escolar, 3-desenho baixa ou 4-desenho alta) como mostra a Figura 8. Já no arquivo das disciplinas constava o código da disciplina,

período de início (1-5 [7:30-11:30] manhã ou 1 -7 [12:30-18:30] tarde), carga horária (1h-5h), oferta de vagas e tipo de mesa como ilustra a Figura 9.

Arquivo	Editar	Formatar	Exibir
1(218P),	50,	2	
2(219P),	40,	1	
3(220P),	50,	1	
4(221P),	40,	1	
5(224P),	40,	1	
6(235P),	50,	1	
7(236P),	50,	2	
8(315P),	40,	1	
9(318P),	40,	1	
10(320P),	40,	6	
11(323P),	40,	1	
12(326P),	40,	2	
13(151A),	50,	2	
14(152A),	50,	2	
15(155A),	50,	2	
16(160A),	50,	2	
17(161A),	50,	2	
18(164A),	50,	2	
19(165A),	50,	2	
20(251A),	50,	2	

Arquivo	Editar	Formatar	Exibir	Ajuda
1(EPG1071),	1,	3,	32,	4
2(EPG1000),	2,	2,	40,	3
3(EPG1012),	3,	1,	22,	3
4(EPG1019),	3,	3,	35,	1
5(EPG1015),	3,	3,	33,	3
6(EPG3073),	4,	2,	25,	4
7(EPG1008),	4,	2,	40,	3
8(DEQ1053),	2,	2,	30,	1
9(DEQ1049),	2,	2,	40,	1
10(DEQ1032),	2,	2,	20,	1
11(DEQ1010),	2,	2,	35,	1
12(DEQ1014),	2,	2,	40,	1
13(DEQ1054),	2,	4,	20,	1
14(DEQ1021),	2,	4,	30,	1
15(DEQ1001),	4,	2,	40,	1
16(DEQ1039),	4,	2,	40,	1
17(DPEE1042),	2,	2,	40,	1
18(DPEE1069),	3,	2,	40,	1
19(DPEE1065),	4,	2,	25,	1
20(DPEE1049),	4,	2,	40,	1

Figura 8- Arquivo Salas Disponíveis

Figura 9- Arquivos Disciplinas Dia/Semestre/Turno

Para a construção da matriz de distância foram definidos os seguintes parâmetros: prédio (mesmo prédio/prédio diferente), proximidade (mais próximo/distante), lances de escada (0-1-2-3) e um peso foi determinado para essa associação. Assim, cada um dos 11 departamentos teve um peso referente a localização do departamento em relação as salas localizadas no segundo e terceiro andares do prédio principal, salas do anexo A e do anexo C.

Logo, essas matrizes foram criadas a partir da oferta de disciplinas de cada um dos dias da semana (dia/semestre/turno) e a primeira coluna representava as disciplinas e a primeira linha as salas disponíveis por prédio (1-47). De modo geral as matrizes são representadas por [nº disciplinas x salas], então se na segunda de manhã no 1º semestre o número ofertado de disciplinas foi de 78 a matriz de distância correspondente é [78;47] como expresso na Figura 10.

The screenshot shows a window titled "SEG\_1\_M\_DIS - Bloco de notas" containing a large matrix. The matrix has 78 rows and 47 columns. The top row contains values: 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 20000, 20000, 20000, 20000. The matrix is filled with various numerical values, including 0.1, 1, 10000, 20000, 42000, and 100000, representing distances between different disciplines and rooms.

Figura 10 - Matriz de Distância

Cabe salientar que essa matriz de distância embasou a alocação de todas as disciplinas que não requerem salas de desenho e foi a partir dela que a especificidade de salas pelos

professores foi configurada. As primeiras tentativas de definição dessa matriz mostraram-se pouco eficientes para representar a situação real de menor distância entre departamentos de origem dos professores e salas de aula o que gerou uma adequação mais incisiva em especial para as disciplinas em que os professores tinham algum tipo de solicitação (quadro branco/verde).

Com a definição desses três arquivos (salas, disciplinas, distância) um novo arquivo *.zpl* foi gerado, a partir do modelo proposto na seção 5.2., como mostra a Figura 11, para ser codificado pelo ZIMPL e originar um novo arquivo *.lp*.

```

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
[set i := {1 .. 67};
set j := {1 .. 47};
param cap[j] := read "Salas_Total231.txt" as "2n";
param tipo[j] := read "Salas_Total231.txt" as "3n";
param aluno[i] := read "QUA_1_T_Total.txt" as "4n";
param pi[i] := read "QUA_1_T_Total.txt" as "2n";
param np[i] := read "QUA_1_T_Total.txt" as "3n";
param req[i] := read "QUA_1_T_Total.txt" as "5n";
set T := {<i, j > in I * J};
param dist[T] := read "QUA_1_T_DIS.txt" as "n+";
set k := {1 .. 7};
set so[<i> in I] := {pi[i] to (pi[i]+np[i]-1)};
set E := {<i, j > in I * J with (cap[j]-aluno[i]) >= 0};
set DDA := {<i> in I with req[i] == 4};
set SDA := {<i> in J with tipo[j] == 4};
set DDB := {<i> in I with req[i] == 3};
set SDB := {<j> in J with tipo[j] == 3};
set discp1 := {<i> in I with pi[i] == 1};
set discp2 := {<i> in I with (pi[i]+np[i]-1) >= 2 and pi[i] <= 2};
set discp3 := {<i> in I with (pi[i]+np[i]-1) >= 3 and pi[i] <= 3};
set discp4 := {<i> in I with (pi[i]+np[i]-1) >= 4 and pi[i] <= 4};
set discp5 := {<i> in I with (pi[i]+np[i]-1) >= 5 and pi[i] <= 5};
set discp6 := {<i> in I with (pi[i]+np[i]-1) >= 6 and pi[i] <= 6};
set discp7 := {<i> in I with (pi[i]+np[i]-1) >= 7 and pi[i] <= 7};
set disc1h := {<i> in I with np[i] == 1};
set disc2h := {<i> in I with np[i] == 2};
set disc3h := {<i> in I with np[i] == 3};
set disc4h := {<i> in I with np[i] == 4};
var x[i * j * k] binary;
minimize cost: sum <i,j > in E do sum <k> in so[i] : ((cap[j]/aluno[i])+dist[i,j,k]) * x[i,j,k];
subto DP1: forall <i> in discp1 do sum <j> in j : x[i,j,1] == 1;
subto DP2: forall <i> in discp2 do sum <j> in j : x[i,j,2] == 1;
subto DP3: forall <i> in discp3 do sum <j> in j : x[i,j,3] == 1;
subto DP4: forall <i> in discp4 do sum <j> in j : x[i,j,4] == 1;
subto DP5: forall <i> in discp5 do sum <j> in j : x[i,j,5] == 1;
subto DP6: forall <i> in discp6 do sum <j> in j : x[i,j,6] == 1;
subto DP7: forall <i> in discp7 do sum <j> in j : x[i,j,7] == 1;
subto DLH: forall <i> in disc1h-DDA do sum <j> in J-SDA do sum <k> in so[i] : x[i,j,k] == 1;
subto DLH: forall <i> in disc2h-DDA do sum <j> in J-SDA do sum <k> in so[i] : x[i,j,k] == 2;

```

Figura 11- Arquivo ZPL

No total foram gerados vinte arquivos fonte (zpl) correspondente a cada dia/semestre/turno o qual tiveram o ajuste de seus períodos (*k*) conforme a tabela 1. Essa adaptação provocou alterações na codificação dos conjuntos de disciplinas no *time slot k* no modelo.

Tabela 1 - Time Slots Dia/Semestre/Turno

Dia/Sem/Turno	Períodos (K)	Dia/Sem/Turno	Períodos (K)	Dia/Sem/Turno	Períodos (K)	Dia/Sem/Turno	Períodos (K)
SEG_1_M	K=5	SEG_2_M	K=5	SEG_1_T	K=7	SEG_2_T	K=8
TER_1_M	K=6	TER_2_M	K=6	TER_1_T	K=7	TER_2_T	K=7
QUA_1_M	K=6	QUA_2_M	K=6	QUA_1_T	K=7	QUA_2_T	K=7
QUI_1_M	K=6	QUI_2_M	K=5	QUI_1_T	K=7	QUI_2_T	K=7
SEX_1_M	K=6	SEX_2_M	K=6	SEX_1_T	K=7	SEX_2_T	K=6

Fonte: elaborado pela autora

Assim, a partir da geração desse novo arquivo *lp*, pelo ZIMPL o passo seguinte foi transferir essa codificação para o CPLEX para então ser gerada a solução otimizada final, conforme apresentado na seção 6.4.

#### 6.4. Execução do Modelo

Como já apontado anteriormente em virtude da natureza do problema optou-se por dividir as instâncias em dia/semestre/turno totalizando vinte conjuntos de soluções (10 em cada semestre). Para a execução das instâncias foi utilizado o solver IBM ILOG CPLEX Optimization Studio 12.4 em um computador DELL processador Intel (R) Core (TM)i7-3770 CPU@ 3.40GHz e 8,00 GB de memória RAM.

Na tabela 2 apresenta-se os resultados computacionais e a função objetivo de cada uma das vinte instâncias (turnos).

Tabela 2 - Resultados Computacionais

		<b>Função Objetivo</b>	<b>Tempo de Solução</b>	<b>Iterações</b>
<b>1 Semestre</b>	Segunda-Feira Manhã	-3,09056E+18	0.08 sec	576
	Terça-Feira Manhã	-2,19751E+18	0.11 sec	444
	Quarta-Feira Manhã	-2,56454E+18	0.11 sec	550
	Quinta-Feira Manhã	-2,99755E+18	0.06 sec	361
	Sexta-Feira Manhã	-1,27304E+18	0.05 sec	286
	Segunda-Feira Tarde	-1,89812E+18	0.06 sec	354
	Terça-Feira Tarde	-2,59878E+18	0.06 sec	468
	Quarta-Feira Tarde	-2,99963E+18	0.06 sec	274
	Quinta-Feira Tarde	-1,59954E+18	0.09 sec	349
	Sexta-Feira Tarde	-2,23106E+18	0.03 sec	78
<b>2 Semestre</b>	Segunda-Feira Manhã	-2,29985E+18	0.05 sec	342
	Terça-Feira Manhã	-2,59772E+18	0.06 sec	524
	Quarta-Feira Manhã	-3,19564E+18	0.06 sec	518
	Quinta-Feira Manhã	-4,09803E+18	0.06 sec	265
	Sexta-Feira Manhã	-1,59978E+18	0.05 sec	174
	Segunda-Feira Tarde	-2,1993E+18	0.08 sec	408
	Terça-Feira Tarde	-3,09962E+18	0.06 sec	358
	Quarta-Feira Tarde	-1,99916E+18	0.06 sec	453
	Quinta-Feira Tarde	-9,99468E+18	0.06 sec	343
	Sexta-Feira Tarde	-5,99689E+18	0.03 sec	124

Fonte: dados das instâncias

De modo geral, as instâncias não demoraram mais de 1 décimo de segundo para rodar e encontraram o ótimo em torno de 500 iterações, mas apesar das instâncias terem sido trabalhadas separadamente o número de iterações geradas a cada turno foi bastante significativo, o que sugere que a estratégia de tratar cada turno/dia/semestre individualmente pode ter sido a melhor a ser adotada, em virtude de sua natureza combinatória. Isso poderia tornar inviável a solução do modelo através de um solver comercial e, então, dever-se-ia partir para o uso de metaheurísticas, conforme comentado na revisão bibliográfica.

A partir dessas soluções geradas pelas instâncias foram montados quadros de horários correspondentes as disciplinas/salas/período, lembrando que a solução do problema deu-se por meio de variáveis binárias 1 e 0, onde 1 representa se a disciplina  $i$  foi alocada na sala  $j$  no  $time$

*slot k* e 0 caso o contrário. Nas próximas seções apresenta-se as particularidades do problema bem como a solução proposta para cada um dos dias da semana comparados com a formatação original.

### 6.5. Inconformidades

Ao longo da resolução foram encontradas algumas inconformidades como entre a capacidade das salas e a oferta de vagas das disciplinas, especialmente nas disciplinas de desenho. Porém, na solução manual essas inconformidades são passíveis de ajustes em virtude do *know-how* do tomador de decisões, mas no ambiente computacional tornam-se irresolúveis.

Outro fator foi o excesso de disciplinas ofertadas em um determinado período ( $k$ ), isso ocorreu porque em alguns turnos não havia salas suficientes para suprir a demanda o que se resolveu porque apesar de ofertadas as disciplinas acabam não constando na grade definitiva. O que sugere que o problema de alocação de salas além de atender as premissas básicas de restrições e otimização ainda depende de um equilíbrio entre os horários de oferta das disciplinas, uma vez que se houver muitas disciplinas com a mesma hora de início, provavelmente não haverá espaços para as que vierem nos períodos seguintes.

Também é fator de infactibilidade a necessidade de salas de desenho  $x$  disciplinas que requerem salas de desenho, pois caso as disciplinas que necessitem dessas salas estiverem em horários conflitantes pode não haver salas suficientes (8 salas).

### 6.6. Particularidades do Problema no CT-UFSM

No Centro de Tecnologia da UFSM além das premissas básicas já apresentadas no Capítulo 3 algumas outras especificidades são levadas em consideração para desenvolver a configuração de distribuição das salas, dentre as quais destacam-se:

- Procura-se minimizar a distância percorrida pelos professores de modo que a distância entre a sala de aula alocada e o departamento de origem/sala do professor deva ser a menor possível;
- As disciplinas DPEE (1068), DPEE (1069), DEM (1032), DEM (1001), DEM (1019), DEM (1023), DEM (1025), DEM (1053), EAC (1004), EAC (1022), EAC (1027), EAC (1014), EAC (1002), EAC (1016), EAC (1029), EAC (1005), EAC (1016) e EAC (1003) devem ser alocadas preferencialmente em salas com quadro verde;



- As disciplinas EAC (1006), EAC (1017), EAC (1029), EAC (1034), EAC (1013), ECC (1000), ECC (1003), ESA (832), HDS (1013), HDS (1015), HDS (1000), HDS (1001) e HDS (1029) devem ser alocadas preferencialmente em salas com quadro branco;
- A disciplina ECC (414) deve obrigatoriamente ser designada a sala 235;
- A disciplina ECC (416) deve obrigatoriamente ser alocada a sala 236;
- As disciplinas do DEQ devem preferencialmente ser distribuídas no Anexo C.

Ademais, parte-se do pressuposto que as disciplinas de desenho deveriam ser alocadas nas salas de desenho e em caso de sobra de horários ser disponibilizadas para disciplinas que não requeiram sala de desenho (somente as de desenho baixa), assim como as disciplinas TRP(1005) e TRP(1006) deveriam ser alocadas em salas de desenho alta.

Outro aspecto a se destacar é a acessibilidade, pois como nem todas as salas disponíveis no Centro oferecem condições de fácil acesso, os alunos que necessitem desses cuidados têm as disciplinas que cursam designadas para salas no Anexo A, Anexo C e no máximo segundo andar do Prédio Principal. Entretanto esta especificidade não pode ser atendida uma vez que varia conforme os alunos matriculados em cada semestre, logo espera-se que uma sobra de salas possa suprir essa demanda.

## **6.7. Soluções Propostas**

Apresenta-se a solução para cada um dos dias da semana comparados com a solução atualmente adotada pelo CT/UFSM, notando que foi utilizado o código da disciplina como sinônimo de departamento para melhor clarificar as análises.

### **6.7.1 1º Semestre: segunda- feira manhã**

Para este dia da semana a premissa foi de que as disciplinas DPPE(1069), EAC (1005), EAC (1027) deveriam estar alocadas em salas com quadro verde; ECC (1003) e EAC (1034) em quadro branco; e as disciplinas com código EPG nas salas de desenho. Quando comparados a solução atual com a do solver observa-se que o segundo conseguiu obter a maior concentração de disciplinas agrupadas como DPS, DEQ e MTM, entretanto a solução atual tem o melhor agrupamento para o TRP, ademais a distribuição das disciplinas de desenho (EPG) permaneceu inalteradas. Já as disciplinas com algum tipo de solicitação foram atendidas, como mostra a Figura 12. No geral, ambas as distribuições permitiram a sobra de somente uma sala de aula, o que já aponta para uma sobrecarga de oferta de disciplinas neste dia da semana, a sala 1110 se mantém sem ocupação o que se explica por se tratar de uma sala com mesa de desenho alta.



### 6.7.2 1º Semestre: terça- feira manhã

As solicitações foram para que as disciplinas: ECC(416) fosse alocada na sala 236, a ECC(1003) em sala com quadro branco e a EAC(1005) em sala com quadro verde. Observa-se na Figura 13 que na solução atualmente praticada o DPS está concentrado no terceiro andar do prédio anexo C, enquanto que no *solver* as disciplinas ficaram mais dispersas. A solução gerada conseguiu reunir, em termos de proximidade, em relação a atual um maior conjunto de disciplinas como as do TRP, EPG, DEQ.

Mas uma das maiores diferenças a se salientar é a distribuição das disciplinas ELC, na nova solução elas estão concentradas no segundo andar do prédio principal devido à proximidade com algumas salas dos professores (segundo andar anexo C), enquanto que na grade atual concentra-se a maioria no terceiro andar do anexo A onde também há salas de professores desta área. Entretanto, o principal a se destacar neste dia é o fato de a solução nos primeiros testes ter apresentado infactibilidade o que se deve ao fato de haver inconformidade entre a capacidade das salas de desenho e a oferta de vagas dessas disciplinas. Na solução manual essa indisponibilidade não ocorre porque a responsável pela tarefa de distribuição pelo conhecimento (*know how*) que detém do problema sabe que determinada disciplina (EPG) não preencherá todas as vagas disponíveis ou que mesas de outras salas podem ser retiradas de outras salas para suprir a demanda, contudo, na solução computacional como esses detalhes não são conhecidos o problema torna-se sem solução. Então, para tornar possível a resolução ajustadas o número de vagas ofertadas pelas disciplinas (EPG) foi ajustada de modo que o problema pudesse gerar uma solução.

ATUAL 2014							SOLUÇÃO SOLVER						
Salas	Timeslots						Salas	Timeslots					
	1(7:30-8:30)	2(8:30-9:30)	3(9:30-10:30)	4(10:30-11:30)	5(11:30-12:30)	6(12:30-13:30)		1(7:30-8:30)	2(8:30-9:30)	3(9:30-10:30)	4(10:30-11:30)	5(11:30-12:30)	6(12:30-13:30)
218	1	DEM1018	DEM1018	ECC1020	ECC1020	DEM1033	218	1					
219	2			DPEE1069*	DPEE1069		219	2	DPS1003	DPS1003	DPS1003	ELC1066	ELC1066
220	3	MTM1019	MTM1019	EPG1019	EPG1019	EPG1019	220	3		ELC1059	ELC1059	ELC1080	ELC1081
221	4		EAC1011	EAC1011	EAC1009	EAC1009	221	4		ELC109	ELC109	ELC1104	ELC1104
224	5	DEM1055	DEM1055	DEM1055	DEM1015	DEM1015	224	5		DPS1013	DPS1013	ELC1066	ELC1066
235	6			ECC1005	ECC1006	ECC1005	235	6	ELC1004	ELC1004	ELC1004	ELC1028	ELC1028
236	7	ECC1003*	ECC1003*	ECC1003*	MTM1021	MTM1021	236	7		DPS1057	DPS1057	ELC1017	ELC1017
315	8	DEM1006	DPS1005	DPS1005	DPS1005	DPS1005	315	8	DEM1055	DEM1055	DEM1055	DEM1015	DEM1015
318	9	DPS1003	DPS1003	DPS1003	DPEE1065	DPEE1065	318	9		DPS1065	DPS1065	DPS1065	DPS1065
320	10		DEQ1021	DEQ1021	DEQ1021	DEQ1021	320	10	ESP1048	ESP1048	DPS1023	DPS1023	DPS1023
323	11				ESP1020	ESP1020	323	11	DEM1006	DPS1005	DPS1005	DPS1005	DPS1005
326	12						326	12	DEM1018	DEM1018	DPS1009	DPS1009	DPS1009
151	13		DEQ1053	DEQ1053	HDS1012	HDS1012	151	13		DEQ1053	DEQ1053	HDS1012	HDS1012
152	14		DPEE1042	DPEE1042	HDS1005	HDS1005	152	14	MTM1019	MTM1019	TRP1002	TRP1002	ELC1113
155	15	ECC1009		TRP1004	TRP1004		155	15	TRP1001	TRP1001	TRP1001	TRP1001	
160	16			ECC7057	ECC7057	ECC7057	160	16		DPEE1042	DPEE1042	HDS1005	HDS1005
161	17		HDS1024	HDS1024	HDS1024		161	17		EAC1011	EAC1011	DPEE1049	DPEE1049
164	18		TRP1003	TRP1003	ELC1028	ELC1028	164	18		HDS1024	HDS1024	HDS1024	
165	19			TRP1002	TRP1002		165	19		TRP1003	TRP1003	DPEE1065	DPEE1065
251	20	TRP1001	TRP1001	TRP1001	TRP1001		251	20	ECC1009	ECC1009	ECC7057	ECC7057	ECC7057
252	21		EAC1027	EAC1027	EAC1027		252	21		DPEE1069*	DPEE1069*		
255	22		ELC1059	ELC1059	MTM1020	MTM1020	255	22			EPG1019	EPG1019	EPG1019
258	23		ESP609	ESP609	EAC1013	EAC1013	258	23			TRP1004	TRP1004	DEM1033
259	24			DPS1009	DPS1009	DPS1009	259	24		ESP609	ESP609	ESP1019	ESP1019
260	25	ESP1048	ESP1048	DPS1023	DPS1023	DPS1023	260	25				ESP1020	ESP1020
262	26	MTM1019	MTM1019	QMC1101	QMC1101	QMC1101	262	26			ECC1020	ECC1020	
263	27		DEQ1049	DEQ1049	DEQ1001	DEQ1001	263	27	ECC1003*	ECC1003*	ECC1003*	EAC1009	EAC1009
266	28		MTM1039	MTM1039	MTM1019	MTM1019	266	28					
267	29		MTM1020	MTM1020		ELC1113	267	29			ECC1005	ECC1005	ECC1005
357	30		DEQ1054	DEQ1054	DEQ1054	DEQ1054	357	30		EAC1005	EAC1005		
359	31		EAC1005	EAC1005	ESP1019	ESP1019	359	31			QMC1101	QMC1101	QMC1101
363	32		DPS1057	DPS1057	ELC1104	ELC1104	363	32		MTM1020	MTM1020	MTM1020	MTM1020
364	33	ELC1000	ELC1000		ELC1017	ELC1017	364	33		MTM1039	MTM1039	MTM1021	MTM1021
367	34		ELC1091	ELC1091	ELC1066	ELC1066	367	34		MTM198	MTM198	MTM1019	MTM1019
368	35	ELC1004	ELC1004	ELC1004	ELC1080	ELC1080	368	35	MTM1019	MTM1019		MTM1018	MTM1018
1107	36		MTM198	MTM198	MTM1018	MTM1018	1107	36		DEQ1010	DEQ1010	DEQ1001	DEQ1001
1304	37		DEQ1014	DEQ1014	DPEE1049	DPEE1049	1304	37		DEQ1021	DEQ1021	DEQ1021	DEQ1021
1306	38		DPS1027	DPS1027	DPS1027	DPS1027	1306	38		DEQ1014	DEQ1014	DEQ1039	DEQ1039
1309	39		DPS1013	DPS1013	DEQ1039	DEQ1039	1309	39		DEQ1049	DEQ1049	EAC1013	EAC1013
203	40	EPG1071	EPG1071	EPG1071	EPG3073	EPG3073	203	40	EPG1071	EPG1071	EPG1071	EPG3073	EPG3073
206	41		EPG1000	EPG1000	EPG1008	EPG1008	206	41		EPG1000	EPG1000	EPG1008	EPG1008
1110	42						1110	42					
1205	43			EPG1015	EPG1015	EPG1015	1205	43	ELC1000	ELC1000	EPG1015	EPG1015	EPG1015
1207	44		DEQ1032	DEQ1032	ELC1028	ELC1028	1207	44			EPG1012	DAU1127	DAU1127
1303	45		DEQ1010	DEQ1010	ELC1066	ELC1066	1303	45		DEQ1032	DEQ1032	ELC1028	ELC1028
1305	46			EPG1012	DAU1127	DAU1127	1305	46		EAC1027	EAC1027	EAC1027	EAC1027
1307	47		DPS1065	DPS1065	DPS1065	DPS1065	1307	47		DEQ1054	DEQ1054	DEQ1054	DEQ1054

Figura 12 - Segunda-feira manhã 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

ATUAL 2014							SOLUÇÃO SOLVER						
Salas	Timeslots						Salas	Timeslots(K)					
	1(7:30-8:30)	2(8:30-9:30)	3(9:30-10:30)	4(10:30-11:30)	5(11:30-12:30)	6(12:30-13:30)		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)
218	1		ECC201	ECC201	ECC201		218	1	ELC1076	ELC1076	ELC119	ELC119	
219	2		EPG1019	EPG1019	EPG1019		219	2	ELC1038	ELC1038	ESP1025	ESP1025	
220	3		DA U3063	DA U3063	DA U3063		220	3	ELC1097	ELC1097	DPS1030	DPS1030	
221	4	DEM1008	DEM1008	DEM1008	DEM1021	DEM1021	221	4	ELC1012	ELC1012	ELC139	ELC139	
224	5	DEM1000	DEM1000	DEM1000			224	5	ELC1042	ELC1042	DPS1045	DPS1045	
235	6	ECC1006	ECC1006	ECC416*	ECC416*		235	6	ELC1011	ELC1011	ELC1001	ELC1001	
236	7	ECC1003*	ECC1003*	ECC1003*	ECC1012	ECC1012	236	7	ESP1009	ESP1009	ECC416*	ECC416*	
315	8	DEM1006	DEM1006	DEM1006	DEM1011	DEM1011	315	8	DPS1026	DPS1026	DPS1026	DPS1026	
318	9				DPS1004	DPS1004	318	9	DEM1006	DEM1006	DEM1006	ESP1041	ESP1041
320	10	DEQ1046	DEQ1046	DEQ1046	DEQ1046		320	10	DEM1000	DEM1000	DEM1000	DPS1004	DPS1004
323	11	ESP1009	ESP1009	ELC1021			323	11	DPS1029	DPS1029	DEM1021	DEM1021	
326	12						326	12	DEM1008	DEM1008	DEM1008	DEM1011	DEM1011
151	13		DEQ1053	DEQ1053	DEPEE1062	DEPEE1062	151	13	ELC1011	ELC1011	DEPEE1035	DEPEE1035	
152	14		HDS1003	HDS1003	HDS1003	HDS1003	152	14	HDS1003	HDS1003	DEPEE1062	DEPEE1062	
155	15	ECC520	ECC520	HDS1007	HDS1007	HDS1007	155	15		ELC1021	HDS1025	HDS1025	
160	16		DEQ1002	DEQ1002	DEQ1011	DEQ1011	160	16	ELC030/114	ELC030/114	HDS1003	HDS1003	
161	17		HDS5053	HDS5053	HDS1025	HDS1025	161	17	DEPEE1067	DEPEE1067	DEPEE1040	DEPEE1040	
164	18		ELC030/114	ELC030/114	ELC1045	ELC1045	164	18		HDS5053			
165	19		DEPEE1067	DEPEE1067	ELC1006	ELC1006	165	19		HDS1007	HDS1007	HDS1007	HDS1007
251	20	ECC1030	ECC1030	ECC1010	ECC1010	ECC1010	251	20	ECC1006	ECC1006	ECC201	ECC201	
252	21	EAC1005*	EAC1005*	EAC1005*			252	21	EAC1005*	EAC1005*	EAC1005*	ESP1054	ESP1054
255	22			ESP1010	ESP1010		255	22	ESP1045	ESP1045	ESP1045	ECC1004	ECC1004
258	23			FSC1026	FSC1026	FSC1026	258	23	ECC1030	ECC1030	EPG1019	EPG1019	EPG1019
259	24		ELC1038	ELC1038	ESP1041	ESP1041	259	24	DEQ1002	DEQ1002	ECC1012	ECC1012	
260	25		ESP1045	ESP1045	ESP1054	ESP1054	260	25	ECC520	ECC520	ESP1010	ESP1010	
262	26	MTM1020	MTM1020	QMC1101	QMC1101	QMC1101	262	26			ECC1010	ECC1010	ECC1010
263	27	DEQ1001	DEQ1001	DEQ1001	DEPEE1035	DEPEE1035	263	27	ECC1003*	ECC1003*	ECC1003*		
266	28		ELC1011	ELC1011	ECC1004	ECC1004	266	28		DPS1046	DPS1046		
267	29		ELC1012	ELC1012	EST1000	EST1000	267	29		DEQ1053	DEQ1053		
357	30			ESP1025	ESP1025		357	30			QMC1101	QMC1101	QMC1101
359	31			DEM2031	DEM2031	DEM2031	359	31					
363	32		ELC1011	ELC1011	ELC139	ELC139	363	32			FSC1026	FSC1026	FSC1026
364	33		ELC1097	ELC1097	ELC1001	ELC1001	364	33	MTM1020	MTM1020	DAU3063	DAU3063	DAU3063
367	34		ELC1076	ELC1076			367	34				MTM1019	MTM1019
368	35		ELC1042	ELC1042	ELC119	ELC119	368	35				EST1000	EST1000
1107	36		DEQ1019	DEQ1019	MTM1019	MTM1019	1107	36	DEQ1001	DEQ1001	DEQ1001	DEQ1011	DEQ1011
1304	37		DPS1046	DPS1046	DPS1030	DPS1030	1304	37		DEQ1019	DEQ1019	ELC1006	ELC1006
1306	38		DPS1029	DPS1029	DPS1045	DPS1045	1306	38		DEQ1015	DEQ1015	DEQ1020	DEQ1020
1309	39		DPS1026	DPS1026	DPS1026	DPS1026	1309	39	DEQ1046	DEQ1046	DEQ1046	DEQ1046	
203	40	EPG1012	EPG1012	EPG1012	EPG1071	EPG1071	203	40	EPG1012	EPG1012	EPG1012	EPG1071	EPG1071
206	41		EPG1000	EPG1000	EPG1008	EPG1008	206	41	EPG1001	EPG1001	EPG1001	EPG1008	EPG1008
1110	42				TRP1005	TRP1005	1110	42				TRP1005	TRP1005
1205	43		EPG1003	EPG1003	EPG1018	EPG1018	1205	43	EPG1000	EPG1000	TRP1005	TRP1005	
1207	44	EPG1001	EPG1001	EPG1001	TRP1005	TRP1005	1207	44		DEM2031	DEM2031	DEM2031	DEM2031
1303	45		DEQ1003	DEQ1003	DEPEE1040	DEPEE1040	1303	45		DEQ1003	DEQ1003	EPG1018	EPG1018
1305	46	EPG1005	EPG1005	EPG1020	EPG1020	EPG1020	1305	46		EPG1003	EPG1003	ELC1045	ELC1045
1307	47		DEQ1015	DEQ1015	DEQ1020	DEQ1020	1307	47	EPG1005	EPG1005	EPG1020	EPG1020	EPG1020

Figura 13 - Terça-feira manhã 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

### 6.7.3 1º Semestre: quarta- feira manhã

Na quarta pela manhã os requisitos foram que as disciplinas DPPE(1069) e EAC (1013) estivessem em sala quadro verde e branco respectivamente. Neste dia da semana destaca a heterogeneidade de disciplinas no segundo e terceiro andar do prédio principal na solução manual em relação a nova que prioriza o agrupamento de disciplinas do mesmo departamento como ELC. Também observa-se na Figura 14 que na solução atual o TRP encontra-se mais concentrado do que na nova.

### 6.7.4 1º Semestre: quinta- feira manhã

Neste dia da semana as disciplinas: ECC(414) deveria estar na sala 235, DEM(1019) em sala de quadro verde e HDS(1000) em sala com quadro branco. A partir da Figura 15 nota-se que a maior diferença entre as soluções encontra-se na disponibilidade de salas, na solução manual há três salas disponíveis, enquanto que na gerada pelo solver quatro, tal fato deve-se à essência minimizadora do problema que procura além de otimizar a razão capacidade sala/vagas disciplinas potencializar a ocupação dos períodos de cada sala proporcionando, assim, sobra de espaços. Além disso, observa-se a maior concentração, na solução proposta, das disciplinas HDS, DPS e DEQ.

### 6.7.5 1º Semestre: sexta- feira manhã

Para a sexta de manhã somente a disciplina ECC(416) deveria atender à solicitação de ser designada a sala 236. E assim como ocorreu na quinta-feira de manhã o solver concentrou mais as disciplinas de modo a permitir sobra de salas como mostra a Figura 16. Além disso, as disciplinas da MTM (departamento de fora do CT) ficaram agrupadas no terceiro andar tanto do Anexo A como do C.

Pela análise das figuras observa-se que o turno da manhã no primeiro semestre tem uma elevada oferta de disciplinas, principalmente se somadas às de fora do Centro mas que também são alocadas, demonstrando que em alguns dias o centro chega próximo da máxima ocupação, especialmente nos horários entre às 8:30-12:30. Essa situação no futuro, caso não sejam feitos investimentos em infraestrutura, poderia inviabilizar a oferta de novas disciplinas e até mesmo de novos cursos de graduação.

ATUAL 2014							SOLUÇÃO SOLVER							
Salas	Timeslots						Salas	Timeslots (K)						
	1(7:30-8:30)	2(8:30-9:30)	3(9:30-10:30)	4(10:30-11:30)	5(11:30-12:30)	6(12:30-13:30)		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)	
218	1	ECC1020	ECC1020	ECC201	ECC201	ECC201	218	1	ECC1009	ECC1009	ELC1083	ELC1083	ELC1083	
219	2	DPEE1069*	DPEE1069*	ELC1022	ELC1022	ELC1022	219	2	DEM1012	DEM1012	DEM1012	ELC1028	ELC1028	
220	3			DPS1022	DPS1022	DPS1022	220	3		ELC107	ELC107	ELC1066	ELC1066	
221	4	DEM1008	DEM1008	DEM1021	DEM1021		221	4	ECC520	ECC520	DEM1021	DEM1021	TRP1001	TRP1001
224	5		ECC5055	ECC5055	DAU1061	DAU1061	224	5		ESP1019	ESP1019	ELC1066	ELC1066	
235	6		ECC1015	ECC1015	DPS1005	DPS1005	235	6		ELC1059	ELC1059	ELC119	ELC119	
236	7	ECC1006	ECC1006				236	7	ECC1020	ECC1020	ELC1113	ELC1113	ESP1048	
315	8	DEM1012	DEM1012	DEM1012	DEM1005	DEM1005	315	8		DPS1002	DPS1002	DPS1002	DPS1002	
318	9						318	9		DPS1025	DPS1025	DPS1025	DPS1025	
320	10		MTM1020	MTM1020	ESP1012	ESP1012	320	10	DEM1008	DEM1008	DPS1039	DPS1039	DPS1039	
323	11		DPS1025	DPS1025	DPS1025	DPS1025	323	11	ECC1006	ECC1006	DPS1022	DPS1022	DPS1022	
326	12						326	12	DEM1053	DEM1053	DEM1053	DEM1005	DEM1005	
151	13	HDS1000	HDS1000	HDS1000	DPEE1042	DPEE1042	151	13		HDS1023	HDS1023	HDS1023	HDS1023	
152	14	ECC1009	ECC1009	TRP1000	TRP1000		152	14	MTM1020	MTM1020	TRP1000	TRP1000	EAC1024	
155	15	ECC520	ECC520	TRP1004	TRP1004		155	15		EAC1032	EAC1032	ELC1104	ELC1104	
160	16	DEM1053	DEM1053	DEM1053	ECC7057	ECC7057	160	16	MTM1019	MTM1019	TRP1001	TRP1001		
161	17		HDS1023	HDS1023	HDS1023	HDS1023	161	17		EAC1024	DPEE1035	DPEE1035	DPEE1035	
164	18		CIE1002	CIE1002	MTM1020	MTM1020	164	18	HDS1000	HDS1000	HDS1000	DPEE1042	DPEE1042	
165	19	MTM224	MTM224	TRP1002	TRP1002		165	19		EAC1013	EAC1013	HDS1019	HDS1019	
251	20		EAC1024	TRP1001	TRP1001	TRP1001	TRP1001	251	20		ECC1015	ECC1015	DPS1005	DPS1005
252	21	DEQ1057	DEQ1057	DEQ1057		EAC1024		252	21	DPEE1069*	DPEE1069*	TRP1002	TRP1002	
255	22		ELC1059	ELC1059	ELC1027	ELC1027	255	22		CIE1002	CIE1002	ESP1012	ESP1012	
258	23		EAC1032	EAC1032	ELC1028	ELC1028	258	23		ECC5055	ECC5055	ECC7057	ECC7057	
259	24			QMC1017	QMC1017		259	24		ECC842	ECC842	ECC842	ECC842	
260	25	MTM1020	MTM1020	ESP1046	ESP1046	ESP1048	260	25			TRP1004	TRP1004		
262	26	DEQ1061	DEQ1061	DEQ1061	HDS1019	HDS1019	262	26			TRP1000	TRP1000		
263	27		DEQ1049	DEQ1049	DEQ1000	DEQ1000	263	27						
266	28	MTM1019	MTM1019	DPEE1035	DPEE1035	DPEE1035	266	28	MTM1019	MTM1019	ESP1046	ESP1046		
267	29	MTM1019	MTM1019	ELC1113	ELC1113		267	29			ECC201	ECC201	ECC201	
357	30		ECC842	ECC842	ECC842		357	30						
359	31		ESP1019	ESP1019	ELC1000	ELC1000	359	31			QMC1017	QMC1017		
363	32		MTM1039	MTM1039	ELC1104	ELC1104	363	32		MTM224	MTM224	MTM1020	MTM1020	
364	33	MTM1019	MTM1019	ELC1083	ELC1083	ELC1083	364	33		MTM1039	MTM1039			
367	34		EAC1013	EAC1013	ELC1066	ELC1066	367	34	MTM1019	MTM1019		MTM1020	MTM1020	
368	35		ELC1071	ELC1071	ELC119	ELC119	368	35		MTM1020	MTM1020			
1107	36		MTM224	MTM224	MTM1020	MTM1020	1107	36	MTM1019	MTM1019		DEQ1016	DEQ1016	
1304	37	DEQ1027	DEQ1027	DEQ1027	DEQ1014	DEQ1014	1304	37		DEQ1049	DEQ1049	ELC1027	ELC1027	
1306	38	MTM1019	MTM1019	DPS1039	DPS1039	DPS1039	1306	38	DEQ1027	DEQ1027	DEQ1027	DEQ1014	DEQ1014	
1309	39		DPS1002	DPS1002	DPS1002	DPS1002	1309	39	MTM224	MTM224	ELC1022	ELC1022	ELC1022	
203	40	EPG1071	EPG1071	EPG1071			203	40	EPG1071	EPG1071	EPG1071			
206	41			EPG1000	EPG1000		206	41		EPG1003	EPG1003	EPG1018	EPG1018	
1110	42			TRP1000	TRP1000		1110	42						
1205	43		EPG1003	EPG1003	EPG1018	EPG1018	1205	43	DEQ1061	DEQ1061	DEQ1061	DAU3051	DAU3051	
1207	44						1207	44	DEQ1060	DEQ1060	DEQ1060	DEQ1000	DEQ1000	
1303	45		DEQ1010	DEQ1010	DEQ1016	DEQ1016	1303	45			EPG1000	EPG1000		
1305	46				DAU3051	DAU3051	1305	46	DEQ1057	DEQ1057	DEQ1057	ELC1000	ELC1000	
1307	47	DEQ1060	DEQ1060	DEQ1060	ELC1066	ELC1066	1307	47		DEQ1010	DEQ1010	DAU1061	DAU1061	

Figura 14 - Quarta-feira manhã 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

ATUAL 2014							SOLUÇÃO SOLVER						
Salas	Timeslots						Salas	Timeslots (K)					
	1(7:30-8:30)	2(8:30-9:30)	3(9:30-10:30)	4(10:30-11:30)	5(11:30-12:30)	6(12:30-13:30)		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)
218	1	MTM1021	MTM1021	DPS1014	DPS1014	DPS1014	218	1		ELC1042	ELC1042	TRP1003	TRP1003
219	2		ELC1028	ELC1028	ESP609	ESP609	219	2		ELC1015	ELC1015	ELC1015	ELC1015
220	3	ESP1001	ESP1001	ESP1001			220	3		ELC1011	ELC1011	ELC1006	ELC1006
221	4	DEM1020	DEM1020	DEM1019*	DEM1019*	DEM1019*	221	4	HLC1022	ELC1022	ELC1022	DEM1011	DEM1011
224	5	ELC1022	ELC1022	ELC1022			224	5		ELC1038	ELC1038	ELC119	ELC119
235	6		ECC414*	ECC414*	ECC414*	ECC414*	235	6		ECC414*	ECC414*	ECC414*	ECC414*
236	7	ECC1008	ECC1008	ECC1008	ECC1008		236	7		ELC030/114	ELC030/114	DPS1030	DPS1030
315	8	DEM1004	DEM1004	DEM1012	DEM1011	DEM1011	315	8		ELC1028	ELC1028	ESP609	ESP609
318	9						318	9	DEM1020	DEM1020	DEM1019*	DEM1019*	DEM1019*
320	10	QMC1017	QMC1017	QMC142	QMC142		320	10		DPS1029	DPS1029	ESP1054	ESP1054
323	11	ESP1009	ESP1009	ELC1021			323	11		DPS1046	DPS1046	DPS1045	DPS1045
326	12						326	12	DEM1004	DPS1014	DPS1014	DPS1014	DPS1014
151	13	HDS1000*	HDS1000*	HDS1000*	DPEE1062	DPEE1062	151	13		HDS1002	HDS1002	HDS1002	HDS1002
152	14		HDS1006	HDS1006	HDS1006	HDS1006	152	14		HDS1024	HDS1024	HDS1024	HDS1024
155	15			DEQ1004	DEQ1004		155	15		HDS1006	HDS1006	HDS1006	HDS1006
160	16		DEQ1002	DEQ1002	DEQ1019	DEQ1019	160	16		DPEE1067	DPEE1067	DPEE1040	DPEE1040
161	17		HDS1024	HDS1024	HDS1024	HDS1024	161	17			DPEE1034	DPEE1034	DPEE1034
164	18		ELC030/114	ELC030/114	ELC1045	ELC1045	164	18	EAC1001	EAC1001	EAC1001	DPEE1062	DPEE1062
165	19		DPEE1067	DPEE1067	TRP1003	TRP1003	165	19	HDS1000*	HDS1000*	HDS1000*	EAC1031	EAC1031
251	20		MTM1021	MTM1021	ECC1013	ECC1013	251	20	ESP1046	ESP1046	ESP1046	ECC1013	ECC1013
252	21	EAC1001	EAC1001	EAC1001	EAC1031	EAC1031	252	21	ESP1001	ESP1001	ESP1001		
255	22			MTM1018	MTM1018		255	22	ECC1008	ECC1008	ECC1008		
258	23	DEQ1014	DEQ1014	DEQ1014	EAC1032	EAC1032	258	23				EAC1032	EAC1032
259	24		ELC1038	ELC1038			259	24			DEM1012	ESP1025	ESP1025
260	25	ESP1046	ESP1046	ESP1046	ESP1054	ESP1054	260	25		DPS1057	DPS1057		
262	26		MTM1039	MTM1039	MTM1073	MTM1073	262	26	ESP1009	ESP1009			
263	27		ELC1011	ELC1011	ELC1006	ELC1006	263	27					
266	28	MTM1019	MTM1019	DPEE1034	DPEE1034	DPEE1034	266	28					
267	29		ELC1012	ELC1012	EST1000	EST1000	267	29					
357	30				ESP1025	ESP1025	357	30	QMC1017	QMC1017			
359	31		DCT1051	DCT1051	DCT1051	DCT1051	359	31		DCT1051	DCT1051	DCT1051	DCT1051
363	32		DPS1057	DPS1057	ELC139	ELC139	363	32	MTM1019	MTM1019	QMC142	QMC142	
364	33	ELC1000	ELC1000		ELC1017	ELC1017	364	33		MTM1021	MTM1021	MTM1073	MTM1073
367	34		ELC1015	ELC1015	ELC1015	ELC1015	367	34	MTM1019	MTM1019	MTM1018	MTM1018	
368	35		ELC1042	ELC1042	ELC119	ELC119	368	35		MTM1039	MTM1039	MTM1019	MTM1019
1107	36	MTM1019	MTM1019		MTM1019	MTM1019	1107	36	MTM1021	MTM1021	ELC1021	EST1000	EST1000
1304	37		DPS1046	DPS1046	DPS1030	DPS1030	1304	37		DEQ1015	DEQ1015	DEQ1019	DEQ1019
1306	38		DPS1029	DPS1029	DPS1045	DPS1045	1306	38	ELC1000	ELC1000	DEQ1004	DEQ1004	
1309	39	DEQ1058	DEQ1058	DEQ1058	DPEE1040	DPEE1040	1309	39	DEQ1014	DEQ1014	DEQ1014	ELC1017	ELC1017
203	40			EPG3073	EPG3073	EPG3073	203	40			EPG3073	EPG3073	EPG3073
206	41				EPG1002	EPG1002	206	41		ELC1012	ELC1012	EPG1002	EPG1002
1110	42						1110	42					
1205	43		DEQ1003	DEQ1003	EPG1003	EPG1003	1205	43		DAU5021	DAU5021	DAU5021	DAU5021
1207	44		DEQ1032	DEQ1032			1207	44	DEQ1058	DEQ1058	DEQ1058	ELC1045	ELC1045
1303	45		HDS1002	HDS1002	HDS1002	HDS1002	1303	45		DEQ1002	DEQ1002	ELC139	ELC139
1305	46		DAU5021	DAU5021	DAU5021	DAU5021	1305	46		DEQ1003	DEQ1003	DEQ1020	DEQ1020
1307	47		DEQ1015	DEQ1015	DEQ1020	DEQ1020	1307	47		DEQ1032	DEQ1032	EPG1003	EPG1003

Figura 15 - Quinta-feira manhã 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

ATUAL 2014							SOLUÇÃO SOLVER						
Salas	Timeslots						Salas	Timeslots (K)					
	1(7:30-8:30)	2(8:30-9:30)	3(9:30-10:30)	4(10:30-11:30)	5(11:30-12:30)	6(12:30-13:30)		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)
218	1	MTM224	MTM224	DPS1022	DPS1022	DPS1022	218	1	ELC1097	ELC1097	ELC1097	ELC1097	
219	2			ELC1028	ELC1028	ELC1028	219	2		DPS1022	DPS1022	DPS1022	
220	3	MTM1019	MTM1019	ESP1001	ESP1001	ESP1001	220	3	ELC1070	ELC1070	ESP1010	ESP1010	
221	4	DPS1007	DPS1007	DEM1027	DEM1027	DEM1027	221	4	ELC1094	ELC1094	ELC1094	ELC1094	
224	5	DEM1001	DEM1001	DAU1061	DAU1061	DAU1061	224	5	ELC1027	ELC1027	ESP1043	ESP1043	
235	6		ECC606	ECC606	ECC606	ECC606	235	6	ELC1076	ELC1076	ESP1011	ESP1011	
236	7		ECC416*	ECC416*	ECC3053	ECC3053	236	7	ECC416*	ECC416*	ESP1012	ESP1012	
315	8		DEM1004	DEM1004	DEM1005	DEM1005	315	8	DPS1050	DPS1050	DPS1050	DPS1050	
318	9						318	9	DEM1004	DEM1004	DEM1027	DEM1027	
320	10			ESP1012	ESP1012	ESP1012	320	10	DEM1001	DEM1001	ESP1020	ESP1020	
323	11		MTM224	MTM224	ESP1020	ESP1020	323	11	DPS1043	DPS1043	DPS1043	DPS1043	
326	12						326	12	DPS1007	DPS1007	DEM1005	DEM1005	
151	13	HDS1021	HDS1021	HDS1021	HDS1009	HDS1009	151	13	MTM1039	MTM1039	DPEE1049	DPEE1049	
152	14		HDS1003	HDS1003	HDS1003	HDS1003	152	14	HDS1003	HDS1003	HDS1003	HDS1003	
155	15	MTM1019	MTM1019	ESP1011	ESP1011	ESP1011	155	15	HDS1021	HDS1021	HDS1009	HDS1009	
160	16		DEQ1011	DEQ1011	ECC7057	ECC7057	160	16	EAC1024	EAC1024			
161	17			HDS1031	HDS1031	HDS1031	161	17	DPEE1064	DPEE1064	DPEE1064	DPEE1064	
164	18		MTM224	MTM224	CIE1002	CIE1002	164	18	MTM224	MTM224			
165	19		MTM1020	MTM1020	MTM1020	MTM1020	165	19	MTM1019	MTM1019	HDS1031	HDS1031	
251	20			ECC1019	ECC1019	ECC1019	251	20	ESP1045	ESP1045	ECC3053	ECC3053	
252	21		EAC1024	EAC1024			252	21					
255	22		ELC1027	ELC1027	ESP1010	ESP1010	255	22					
258	23						258	23	ECC606	ECC606	ECC606	ECC606	
259	24		ESP1041	ESP1041	ESP1043	ESP1043	259	24	ESP1041	ESP1041	ECC7057	ECC7057	
260	25		ESP1045	ESP1045			260	25					
262	26		MTM1039	MTM1039	ELC1115	ELC1115	262	26					
263	27	MTM1039	MTM1039	MTM1039	DEQ1000	DEQ1000	263	27					
266	28		MTM1039	MTM1039			266	28		ECC1019	ECC1019	ECC1019	
267	29		ELC1094	ELC1094	ELC1094	ELC1094	267	29					
357	30		DPS1050	DPS1050	DPS1050	DPS1050	357	30					
359	31						359	31			DAU1061	DAU1061	
363	32		ELC1011	ELC1011	FSC1026	FSC1026	363	32	MTM1020	MTM1020	MTM1073	MTM1073	
364	33		ELC1097	ELC1097	ELC1001	ELC1001	364	33		MTM1039	MTM1039	CIE1002	
367	34		ELC1076	ELC1076	ELC1091	ELC1091	367	34		MTM1020	MTM1020	MTM1020	
368	35		ELC1070	ELC1070	MTM1019	MTM1019	368	35	MTM1019	MTM1019	FSC1026	FSC1026	
1107	36	MTM1020	MTM1020	MTM1073	MTM1073	MTM1073	1107	36	MTM1039	MTM1039	MTM1019	MTM1019	
1304	37		DEQ1027	DEQ1027	DPEE1049	DPEE1049	1304	37		MTM224	MTM224	DEQ1016	
1306	38		DPS1043	DPS1043	DPS1043	DPS1043	1306	38		MTM224	MTM224	ELC1028	
1309	39		DPEE1064	DPEE1064	DPEE1064	DPEE1064	1309	39		DEQ1027	DEQ1027	ELC1001	
203	40		EPG1071	EPG1071			203	40		EPG1071	EPG1071	TRP1005	
206	41						206	41		ELC1011	ELC1011	TRP1005	
1110	42				TRP1005	TRP1005	1110	42					
1205	43				EPG1006	EPG1006	1205	43	DEQ1018	DEQ1018	DEQ1018	EPG1005	
1207	44				TRP1005	TRP1005	1207	44	DAU803	DAU803	DAU803	DEQ1000	
1303	45	DAU803	DAU803	DAU803	DEQ1016	DEQ1016	1303	45			ELC1115	ELC1115	
1305	46				EPG1005	EPG1005	1305	46		DEQ1011	DEQ1011	ELC1091	
1307	47	DEQ1018	DEQ1018	DEQ1018			1307	47			EPG1006	EPG1006	

Figura 16 - Sexta-feira manhã 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

#### 6.7.6 1º Semestre: segunda- feira tarde

Neste dia esperava-se que as disciplinas ECC(1000) e EAC(1034) estivessem em salas de quadro branco e DEM (1001), DEM(1019) e DEM (1023) em salas com quadro verde. Pela Figura 17 é possível observar que parte significativa das disciplinas ofertadas na segunda-feira a tarde (63,08%) estão alocadas nos primeiros períodos (13:30 e 14:30) o que no futuro poderia se tornar um problema caso mais disciplinas fossem ofertadas no mesmo período.

Quanto à disposição das disciplinas nota-se que na configuração atual DEQ, EPG, DPS, ELC, HDS aparecem mais agrupados do que a distribuição sugerida pelo *solver*.

#### 6.7.7 1º Semestre: terça- feira tarde

Ao analisar a Figura 18 observa-se que a solução vigente agrupa melhor TRP e ECC em relação a designação proposta, além disso, essas alocações correspondem exatamente a demanda desses departamentos: primeiro andar do anexo A e segundo andar do prédio principal respectivamente. Esse inclusive é um fator cultural que está bastante associado ao corpo docente pertencente a esses departamentos que foram os primeiros criados no Centro de Tecnologia.

Ademais, percebe-se que na solução sugerida há uma sobra de salas no Anexo A (267,357,359) o que poderia ser uma alternativa para alocar disciplinas dos alunos que requeiram acessibilidade, que como comentado anteriormente não são decisões passível de modelar uma vez que varia conforme a matrícula dos alunos.

Neste dia as disciplinas EAC(1016), DEM(1025), DPPEE(1068) deveriam estar em salas com quadro verde e ECC(1000), HDS(1001) em salas com quadro branco.

#### 6.7.8 1º Semestre: quarta- feira tarde

A partir da Figura 19 nota-se que a atual distribuição privilegia manter no prédio principal os departamentos DEM e ECC, além de conseguir agrupar mais eficazmente o EAC no segundo andar do Anexo A. Nesta quarta as disciplinas EAC(1014) EAC(1016), DEM(1032) deveriam ser alocadas em salas com quadro verde e EAC(1034) e HDS(1000) em salas com quadro branco.



ATUAL 2014									SOLUÇÃO SOLVER								
Salas	Timeslots								Salas	Timeslots(K)							
	1(12:30-13:30)	2(13:30-14:30)	3(14:30-15:30)	4(15:30-16:30)	5(16:30-17:30)	6(17:30-18:30)	7(18:30-19:30)	8(19:30-20:30)		2:30 -13:30 (1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)	19:30-20:30(8)
218	1		DEM1010	DEM1010					218	1	DPS1025	DPS1025	DPS1025				
219	2					DPS1008	DPS1008		219	2		DEM1037	DEM1037	DEM1037			
220	3	ELC1112	ELC1112	ESP1007	ESP1007				220	3	ELC1106	ELC1106	ESP1007	ESP1007			
221	4	DEM1023	DEM1023						221	4	ELC1037	ELC1037	DPS1005	DPS1005			
224	5	DEM1001*	DEM1001*	DEM1001*	DEM1019				224	5	ELC1112	ELC1112	DEM1029	DEM1029			
235	6	ECC1015	ECC1015	DPS1005	DPS1005				235	6	DPS1036	DPS1036	DPS1036	DPS1036			
236	7	ECC1000*	ECC1000*	ECC1000*					236	7	ELC1031	ELC1031	ECC1001	ECC1001			
315	8	DEM1014	DEM1014	DEM1014	DEM1007	DEM1007	DEM1007		315	8	DEM1001*	DEM1001*	DEM1001*	DEM1019	DPS1008	DPS1008	
318	9	DPS1004	DPS1004						318	9	DEM1014	DEM1014	DEM1014	DEM1007	DEM1007	DEM1007	
320	10		MTM1025	MTM1025					320	10	DPS1010	DPS1010	DPS1010	ESP1008	ESP1008		
323	11				ESP1008	ESP1008			323	11	DEM1023	DEM1023	ESP1021	ESP1021	DEM1052	DEM1052	
326	12								326	12	DPS1011	DPS1011	DPS1011	ESP1027	ESP1027	ESP1027	
151	13	ENG1000	ENG1000	ENG1000		MTM310	MTM310		151	13		TRP1007	TRP1007	TRP1007			
152	14	HDS1016	HDS1016	HDS1006	HDS1006				152	14	TRP1003	TRP1003		DPEE1052	DPEE1052		
155	15		HDS1007	HDS1007	HDS1007	HDS1007			155	15		HDS1007	HDS1007	HDS1007	HDS1007		
160	16		DEM1037	DEM1037	DEM1037				160	16	ENG1000	ENG1000	ENG1000				
161	17	ELC1110	ELC1110						161	17	EAC1026	EAC1026					
164	18		TRP1007	TRP1007	TRP1007	TRP1007			164	18	DPEE1036	DPEE1036	HDS1006	HDS1006			
165	19	TRP1003	TRP1003						165	19	HDS1016	HDS1016					
251	20			ECC601	ECC601				251	20		DEM1010	DEM1010				
252	21	ECC1007	ECC1007						252	21	DEM9000	DEM9000					
255	22	ELC1031	ELC1031						255	22	ECC1007	ECC1007					
258	23	EAC1026	EAC1026		EAC1007	EAC1007			258	23	DPS1072	DPS1072					
259	24	ELC1037	ELC1037						259	24	ECC601	ECC601	ECC601	ECC601			
260	25	DPEE1036	DPEE1036	ESP1021	ESP1021				260	25	ECC1000*	ECC1000*	ECC1000*				
262	26	ELC1106	ELC1106	ELC1105	ELC1105				262	26	ESP1002	ESP1002					
263	27		EAC1034	EAC1034					263	27	ECC1015	ECC1015					
266	28	ESP1002	ESP1002	ECC1001	ECC1001	ELC1111	ELC1111		266	28	DPS1004	DPS1004					
267	29								267	29							
357	30	DEM9000	DEM9000		ESP1027	ESP1027	ESP1027		357	30							
359	31		ELC1064	ELC1064					359	31	CAU3081	CAU3081	CAU3081				
363	32		ELC408	ELC408	LTE1060	LTE1060			363	32				MTM310	MTM310		
364	33		ELC1068	ELC1068					364	33		MTM1025	MTM1025				
367	34		ELC133	ELC133	ELC1013	ELC1013			367	34							
368	35		ELC1064	ELC1064	ELC1014	ELC1014			368	35							
1107	36								1107	36	DEQ1024	DEQ1024	DEQ1024	LTE1060	LTE1060		
1304	37	DEQ1024	DEQ1024	DEQ1024	DEQ1012	DEQ1012	DEQ1012		1304	37		ELC1068	ELC1068	ELC1014	ELC1014		
1306	38	DPS1036	DPS1036	DPS1036	DPS1036				1306	38		ELC133	ELC133	EAC1007	EAC1007		
1309	39	DPS1025	DPS1025	DPS1025	DPS1025				1309	39	ELC1110	ELC1110	ELC1105	ELC1105			
203	40	EPG130	EPG130	EPG130					203	40			TRP1006	TRP1006			
206	41	EPG130	EPG130	EPG130	EPG1002	EPG1002			206	41	EPG1003	EPG1003		EPG1002	EPG1002		
1110	42			TRP1006	TRP1006				1110	42	EPG130	EPG130	EPG130				
1205	43	EPG1003	EPG1003	DEM1029	DEM1029	DEM1052	DEM1052		1205	43		ELC408	ELC408	DEQ1012	DEQ1012	DEQ1012	
1207	44	DPS1072	DPS1072	DPEE1052	DPEE1052				1207	44	EPG130	EPG130	EPG130				
1303	45	DPS1011	DPS1011	DPS1011					1303	45		ELC1064	ELC1064		ELC1111	ELC1111	
1305	46	CAU3081	CAU3081	CAU3081					1305	46		ELC1064	ELC1064	DEQ1025	DEQ1025		
1307	47	DPS1010	DPS1010	DPS1010	DEQ1025	DEQ1025			1307	47		EAC1034	EAC1034	ELC1013	ELC1013		

Figura 17- Segunda-feira tarde 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

ATUAL 2014									SOLUÇÃO SOLVER								
Salas	Timeslots								Salas	Timeslots(K)							
	1(12:30-13:30)	2 (13:30-14:30)	3 (14:30-15:30)	4 (15:30-16:30)	5(16:30-17:30)	6(17:30-18:30)	7(18:30-19:30)	8(19:30-20:30)		12:30 -13:30 (1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)	19:30-20:30(8)
218	1		MTM1018	MTM1018	DPEE1041	DPEE1041	DEM1009	DEM1009	218	1			ELC123	ELC123	ELC106	ELC106	
219	2		DPEE1068*	DPEE1068*	ELC1111	ELC1111	DEM1009	DEM1009	219	2			ESP610	ESP610	ELC1115	ELC1115	
220	3		ESP1036	ESP1036	CIE1029	CIE1029	CIE1029		220	3			ELC117	ELC117	ELC1010	ELC1010	
221	4		DEM1025*	DEM1025*	DEM1025*				221	4			ELC1095	ELC1095	TRP1009	TRP1009	
224	5		ECC5055	ECC5055	ECC5055	ECC5055			224	5			DPS1068	DPS1068	ELC1111	ELC1111	
235	6		ECC1014	ECC1014	ECC1014	ECC1014			235	6			DEM1025*	DEM1025*	DEM1025*	ELC1079	
236	7		ECC1000*	ECC1000*	ECC1000*				236	7			ELC1103	ELC1103	ELC1010	ELC1010	
315	8		DEM1013	DEM1013	DEM1017	DEM1017	DEM1017	DEM1017	315	8			DPS1038	DPS1038	ESP1005	ESP1005	
318	9		DPS1068	DPS1068					318	9			DEM1013	DEM1013	DEM1017	DEM1017	
320	10			MTM1025	MTM1025				320	10			DPS1019	DPS1019	DPS1019	DEM1047	
323	11		CAD413	CAD413	ESP1005	ESP1005	ESP1005		323	11			ELC1010	ELC1010	DPS1033	DPS1033	
326	12								326	12			DEM1058	DEM1058	DEM1029	DEM1029	
151	13		HDS1001*	HDS1001*	HDS1001*	HDS1001*			151	13			EAC1026	EAC1026	TRP1008	TRP1008	
152	14		TRP1004	TRP1004	HDS1005	HDS1005	HDS1005		152	14			DPEE1038	DPEE1038	HDS1005	HDS1005	
155	15				ESP1011	ESP1011			155	15			HDS1001*	HDS1001*	HDS1001*	HDS1001*	
160	16		DPS1019	DPS1019	DPS1019	DEM1047	DEM1047	DEM1047	160	16			TRP1004	TRP1004	DPEE1037	DPEE1037	
161	17				HDS1016	HDS1016			161	17			TRP1002	TRP1002	DPEE1041	DPEE1041	
164	18		ELC1032	ELC1032	TRP1008	TRP1008	TRP1008		164	18			DPEE1043	DPEE1043	HDS1016	HDS1016	
165	19		TRP1002	TRP1002	TRP1009	TRP1009	TRP1009		165	19			DPEE1024	DPEE1024	DPEE1038	DPEE1038	
251	20		ECC601	ECC601	ECC601	ECC601			251	20			ECC1014	ECC1014	ECC1014	ECC1014	
252	21				EAC1016	EAC1016			252	21			DPEE1068*	DPEE1068*	EAC1016	EAC1016	
255	22		ELC1022	ELC1022	ELC1010	ELC1010	ELC1010		255	22					ESP1011	ESP1011	
258	23		EAC1026	EAC1026	EAC1021	EAC1021			258	23			ECC5055	ECC5055	ECC5055	ECC5055	
259	24		ESP610	ESP610	ESP1043	ESP1043			259	24			ECC601	ECC601	ECC601	ECC601	
260	25		ELC1103	ELC1103	ELC1102	ELC1102	ESP1049	ESP1049	260	25					ESP1043	ESP1043	
262	26		ELC1026	ELC1026	ELC1115	ELC1115			262	26			ECC853	ECC853	ECC853		
263	27		ELC1026	ELC1026	ELC1048	ELC1048			263	27			ECC1000*	ECC1000*	ECC1000*		
266	28		DAU1051	DAU1051	DAU1051	ELC1018	ELC1018		266	28					EAC1021	EAC1021	
267	29				ELC1073				267	29							
357	30		ECC853	ECC853	ECC853				357	30							
359	31			ELC106	ELC106	ELC607	ELC607		359	31							
363	32			ELC1086	ELC1086	ELC131	ELC131		363	32			MTM1022	MTM1022	CIE1029	CIE1029	
364	33		ELC1095		ELC1095	ELC106	ELC106		364	33			MTM1025	MTM1025	MTM1025		
367	34			ELC123	ELC123	ELC1079	ELC1079		367	34			MTM1018	MTM1018			
368	35			ELC117	ELC117	ELC1010	ELC1010		368	35			MTM1022	MTM1022	MTM198	MTM198	
1107	36		MTM1022	MTM1022	MTM198	MTM198			1107	36			DAU1051	DAU1051	DAU1051	DEQ1063	
1304	37		DPEE1038	DPEE1038	DPEE1038	DPEE1038			1304	37			CAD413	CAD413	DEQ1013	DEQ1013	
1306	38		DPS1038	DPS1038	DPS1033	DPS1033			1306	38			ELC1026	ELC1026	DEQ1026	DEQ1026	
1309	39		DPEE1024	DPEE1024	DPEE1037	DPEE1037			1309	39			ELC1022	ELC1022	ELC1022	ELC131	
203	40		EPG1012	EPG1012	EPG1012				203	40			EPG1012	EPG1012	EPG1012		
206	41								206	41			ELC1026	ELC1026	ELC1048	ELC1048	
1110	42								1110	42					ESP1049	ESP1049	
1205	43		DPEE1043	DPEE1043	DEQ1026	DEQ1026	DEQ1026		1205	43			DEQ1018	DEQ1018	DEQ1009	DEQ1009	
1207	44		DEM1058	DEM1058	DEM1058	DEM1029	DEM1029	DEM1029	1207	44			ELC106	ELC106	ELC607	ELC607	
1303	45					DEQ1063	DEQ1063	DEQ1063	1303	45			ELC1086	ELC1086	ELC1018	ELC1018	
1305	46		MTM1022	MTM1022	DEQ1013	DEQ1013			1305	46			ELC107	ELC107	ELC107	ELC107	
1307	47		DEQ1018	DEQ1018	DEQ1009	DEQ1009			1307	47			ELC1032	ELC1032	ELC1102	ELC1102	

Figura 18 – Terça-feira tarde 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

ATUAL 2014									SOLUÇÃO SOLVER								
Salas		Timeslots							Salas		Timeslots(K)						
		1(12:30-13:30)	2 (13:30-14:30)	3 (14:30-15:30)	4 (15:30-16:30)	5(16:30-17:30)	6(17:30-18:30)	7(18:30-19:30)			8(19:30-20:30)	12:30 -13:30 (1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)
218	1	DEM1003	DEM1003	DEM1031	DEM1031				218	1	ELC133	ELC133					
219	2	DEM1033	DEM1033	DEM1002	DEM1002	DPS1008	DPS1008		219	2	ESP1008	ESP1008	DEM1002	DEM1002			
220	3	ESP100	ESP100	ESP1007	ESP1007				220	3	ESP100	ESP100	DPS1004	DPS1004			
221	4	DEM1022	DEM1022	DEM1024	DEM1024				221	4	DPS1006	DPS1006	DPS1006	DPS1006			
224	5	DEM1032	DEM1032*	DEM1032*					224	5	ECC3053	ECC3053	ELC1037	ELC1037			
235	6	ECC3053	ECC3053	ECC1011	ECC1011				235	6	ELC408	ELC408	ECC1013	ECC1013			
236	7	ECC1002	ECC1002	ECC1002	ECC1002	ECC1002			236	7	ELC1068	ELC1068					
315	8	DPS1006	DPS1006	DPS1006	DEM1014	DEM1014	DEM1014		315	8	DEM1003	DEM1003	DPS1023	DPS1023	DPS1023		
318	9								318	9	DEM1032*	DEM1032*	DEM1032*	DEM1014	DEM1014	DEM1014	
320	10			DPS1004	DPS1004				320	10	DEM1022	DEM1022	DEM1024	DEM1024	DPS1008	DPS1008	
323	11	ESP1008	ESP1008						323	11	DPS1049	DPS1049	DPS1049	DPS1049			
326	12								326	12	DEM1033	DEM1033	DEM1031	DEM1031			
151	13	HDS1000*	HDS1000*	HDS1000*	MTM310	MTM310			151	13	ESA832	ESA832	ESA832	ESA832			
152	14	TRP1004	TRP1004						152	14	HDS1026	HDS1026	HDS1026	HDS1026			
155	15								155	15	TRP1004	TRP1004			DPEE1073	DPEE1073	
160	16			DEQ1041	DEQ1041	DEQ1041			160	16	TRP1002	TRP1002					
161	17	ESA832	ESA832	ESA832	ESA832				161	17	DPEE1036	DPEE1036					
164	18								164	18	DPEE1023	DPEE1023	EAC1025	EAC1025			
165	19	TRP1002	TRP1002						165	19	HDS1000*	HDS1000*	HDS1000*				
251	20	ELC1022	ELC1022	ELC1022	ECC1013	ECC1013			251	20			ESP1007	ESP1007			
252	21	EAC1016	EAC1016	ECC1007	ECC1007				252	21	EAC1016	EAC1016	EAC1014	EAC1014			
255	22	EAC1034	EAC1034	EAC1025	EAC1025				255	22			ECC1011	ECC1011			
258	23	EAC1007	EAC1007	EAC1014	EAC1014				258	23			ECC1007	ECC1007			
259	24			ELC1037	ELC1037				259	24			ESP1021	ESP1021			
260	25	DPEE1036	DPEE1036	ESP1021	ESP1021				260	25							
262	26	ELC1106	ELC1106						262	26							
263	27	MTM1022	MTM1022						263	27		ECC1002	ECC1002	ECC1002	ECC1002		
266	28	DAU1051	DAU1051	DAU1051	DAU1051	ELC1111	ELC1111		266	28							
267	29				MTM310	MTM1022			267	29							
357	30		CAD1043	CAD1043	CAD1043	CAD1043			357	30							
359	31		ELC1064	ELC1064					359	31		CAD1043	CAD1043	CAD1043	CAD1043		
363	32		ELC408	ELC408	LTE1060	LTE1060			363	32		MTM1022	MTM1022	MTM1022	MTM1022		
364	33		ELC1068	ELC1068	ELC106	ELC106			364	33	DAU1051	DAU1051	DAU1051	DAU1051			
367	34		ELC133	ELC133	ELC1013	ELC1013			367	34							
368	35		ELC1064	ELC1064	ELC1014	ELC1014			368	35					MTM310	MTM310	
1107	36								1107	36	DEQ1024	DEQ1024	DEQ1024	LTE1060	LTE1060		
1304	37	DPS1049	DPS1049	DPS1049	DPS1049	DPEE1073	DPEE1073		1304	37	ELC1022	ELC1022	ELC1022	ELC1013	ELC1013		
1306	38	DPEE1023	DPEE1023	DPS1023	DPS1023	DPS1023			1306	38	EAC1007	EAC1007	DEQ1041	DEQ1041	DEQ1041		
1309	39	DEQ1024	DEQ1024	DEQ1024					1309	39	ELC1106	ELC1106	DEQ1013	DEQ1013			
203	40	EPGI30	EPGI30	EPGI001	EPGI001	EPGI001			203	40	TRP1006	TRP1006	TRP1006	TRP1006			
206	41	EPGI000	EPGI000	EPGI30	EPGI30	EPGI004	EPGI004		206	41	EPGI000	EPGI000	EPGI001	EPGI001	EPGI006	EPGI006	
1110	42	TRP1006	TRP1006	TRP1006	TRP1006				1110	42	EPGI30	EPGI30	EPGI30	EPGI30			
1205	43	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1006	EPGI006	EPGI006		1205	43	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1006	EPGI004	EPGI004	
1207	44			EPGI020	EPGI020	EPGI020			1207	44			EPGI020	EPGI020	EPGI020		
1303	45	HDS1026	HDS1026	HDS1026	HDS1026				1303	45		ELC1064	ELC1064	ELC106	ELC106		
1305	46			DEQ1013	DEQ1013				1305	46		ELC1064	ELC1064	ELC1014	ELC1014		
1307	47			DEQ1009	DEQ1009				1307	47	EAC1034	EAC1034	DEQ1009	DEQ1009	ELC1111	ELC1111	

Figura 19- Quarta-feira tarde 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

Sobre o ECC salienta-se que a preferência seria mantê-los no segundo andar do prédio principal (proximidade), contudo o solver prioriza manter as disciplinas do ELC nesta localidade alocando-os, assim, no segundo andar do anexo A o que ainda estaria dentro da margem de proximidade. Contudo, em virtude do hábito desses docentes, em manter-se nessas salas ao lado do seu departamento, provavelmente impossibilitaria uma mudança imediata na alocação sugerida pela solução. De modo geral, o solver sobressai-se ao novamente gerar sobra de salas (6).

#### 6.7.9 1º Semestre: quinta- feira tarde

Percebe-se pela Figura 20 que as disciplinas foram mais agrupadas pela solução do solver de modo a promover a sobra de salas no Anexo A. Observa-se também que na solução vigente as disciplinas ELC e HDS estão mais eficazmente agrupadas do que na nova solução. Na quinta as disciplinas EAC(1003) EAC (1014) deveriam estar em salas de quadro verde e HDS(1000) em quadro branco.

#### 6.7.10. 1º Semestre: sexta- feira tarde

Neste dia as disciplinas DEM (1023) e DPEE(1068) deveriam ser designadas em salas de quadro verde. Nota-se a partir da Figura 21 que a nova solução gera o menor número de salas utilizadas, isso ocorre porque esse modelo de otimização visa, entre outras coisas, a redução do uso de salas utilizadas. Essa disponibilidade é favorável à medida que facilita a limpeza das salas, assim como permite que as salas sejam utilizadas para outros fins.

Deste modo, ao analisar os dez turnos do primeiro semestre percebe-se que em alguns dias da semana como segunda, terça e quarta há quase um esgotamento na oferta de salas, uma vez que parte significativa das disciplinas são ofertadas em horários semelhantes. Além disso, outros departamentos afora do CT solicitam salas o que faz com que a capacidade do Centro fique ainda mais limitada. Por isso, a fim de visualizar somente a necessidade real de salas para o segundo semestre foram geradas as soluções somente para os onze departamentos pertencentes ao Centro.

ATUAL 2014									SOLUÇÃO SOLVER								
Salas	Timeslots								Salas	Timeslots (K)							
	1(12:30-13:30)	2(13:30-14:30)	3(14:30-15:30)	4(15:30-16:30)	5(16:30-17:30)	6(17:30-18:30)	7(18:30-19:30)	8(19:30-20:30)		12:30-13:30(1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)	19:30-20:30(8)
218	1	MTM1018	MTM1018	DEM1031	DEM1031	DEM1009	DEM1009		218	1	ELC117	ELC117	ELC1079	ELC1079			
219	2	DPS1015	DPS1015	DPS1015	DPS1015	DEM1009	DEM1009		219	2	ELC1026	ELC1026	DPS1033	DPS1033			
220	3	ESP100	ESP100	ELC1111	ELC1111	ELC1112	ELC1112		220	3	ELC1085	ELC1085	ELC1010	ELC1010			
221	4			DEM1028	DEM1028				221	4	ELC1031	ELC1031	ESP1005	ESP1005	ESP1005		
224	5	ECC9059	ECC9059	ECC9059	ECC9059				224	5	DPS1012	DPS1013	DPS1012	ELC106	ELC106		
235	6	ECC1011	ECC1011	DPEE1041	DPEE1041				235	6	ESP100	ESP100	ELC1028	ELC1028			
236	7								236	7	ELC123	ELC123	ELC131	ELC131			
315	8	DEM1030	DEM1030	DEM1030	DEM1030	DEM1016	DEM1016		315	8	TRP1003	TRP1003	DPS1016	DPS1016	DPS1016		
318	9			DPEE1065	DPEE1065				318	9	ESP610	ESP610	DEM1028	DEM1028	DEM1009	DEM1009	
320	10		ESP5052	ESP5052	ESP5052	DPS1004	DPS1004		320	10	DPS1038	DPS1038	DEM1031	DEM1031	DEM1016	DEM1016	
323	11	CAD413	CAD413	ESP1005	ESP1005	ESP1005	ESP1005		323	11	DPS1015	DPS1015	DPS1015	DPS1015	DPS1004	DPS1004	
326	12								326	12	DEM1030	DEM1030	DEM1030	DEM1030	DEM1009	DEM1009	
151	13	HDS1000	HDS1000	HDS1000	HDS1000	HDS1009	HDS1009		151	13	DPEE1038	DPEE1038	DPEE1037	DPEE1037			
152	14	HDS1006	HDS1006	HDS1009	HDS1009	HDS1009	HDS1009		152	14	HDS1006	HDS1006	DPEE1041	DPEE1041			
155	15		HDS1004	HDS1004	HDS1004	HDS1004	HDS1004		155	15	DPEE1043	DPEE1043	HDS1009	HDS1009	HDS1009		
160	16	DEQ126	DEQ126	DEQ126	DEQ126				160	16	HDS1029	HDS1029	HDS1029	HDS1029			
161	17	HDS1029	HDS1029	HDS1029	HDS1029				161	17	DPEE1024	DPEE1024	DPEE1065	DPEE1065			
164	18	TRP1003	TRP1003	ELC1028	ELC1028				164	18		HDS1004	HDS1004	HDS1004	HDS1004		
165	19	JUR16/071	JUR16/071		JUR116	JUR116	JUR116		165	19	HDS1019	HDS1019	DPEE1038	DPEE1038			
251	20	EAC1025	EAC1025	EAC1025	EAC1025	ELC1010	ELC1010		251	20							
252	21		EAC1003	EAC1003	EAC1003	EAC1003	EAC1003		252	21		EAC1003	EAC1003	EAC1003	EAC1003		
255	22	ELC1031	ELC1031						255	22	ECC1004	ECC1004					
258	23	EAC1014	EAC1014	EAC1021	EAC1021				258	23		ESP5052	ESP5052				
259	24	ESP610	ESP610						259	24	ECC9059	ECC9059	ECC9059	ECC9059			
260	25	ELC1103	ELC1103	ELC1102	ELC1102	ESP1049	ESP1049		260	25							
262	26	ELC1026	ELC1026	ELC1105	ELC1105	ELC1026	ELC1026		262	26							
263	27	ELC1026	ELC1026	ELC1048	ELC1048				263	27							
266	28	ECC1004	ECC1004						266	28							
267	29		ELC1073	ELC1073	ELC1073	ELC1073	ELC1073		267	29	ECC1011	ECC1011					
357	30		ELC129	ELC129	ELC129	ELC129	ELC129		357	30	CAU3081	CAU3081	CAU3081				
359	31		ELC106	ELC106	ELC607	ELC607	ELC607		359	31							
363	32		ELC1085	ELC1085	ELC131	ELC131	ELC131		363	32	CAD413	CAD413					
364	33	ELC1095	ELC1095	ELC106	ELC106	ELC106	ELC106		364	33	JUR16/071	JUR16/071					
367	34		ELC123	ELC123	ELC1079	ELC1079	ELC1079		367	34	MTM1022	MTM1022		MTM1022	MTM1022		
368	35		ELC117	ELC117	ELC1010	ELC1010	ELC1010		368	35	MTM1018	MTM1018	MTM1022	MTM1022			
1107	36	MTM1022	MTM1022	MTM1022	MTM1022				1107	36	HDS1000	HDS1000	HDS1000	JUR116	JUR116		
1304	37	DPEE1038	DPEE1038	DPEE1038	DPEE1038				1304	37	DEQ126	DEQ126	DEQ126	ELC1010	ELC1010		
1306	38	DPS1038	DPS1038	DPS1033	DPS1033				1306	38	ELC1026	ELC1026	EAC1021	EAC1021			
1309	39	DPEE1024	DPEE1024	DPEE1037	DPEE1037				1309	39	ELC1103	ELC1103	ELC1048	ELC1048			
203	40								203	40			TRP1006	TRP1006			
206	41			TRP1006	TRP1006				206	41	ELC1026	ELC1026	ELC1105	ELC1105	ESP1049	ESP1049	
1110	42								1110	42							
1205	43	DPEE1043	DPEE1043						1205	43	EAC1014	EAC1014	ELC1111	ELC1111	ELC1112	ELC1112	
1207	44								1207	44		ELC106	ELC106	ELC607	ELC607		
1303	45	HDS1019	HDS1019	DPS1016	DPS1016	DPS1016	DPS1016		1303	45		ELC1073	ELC1073	ELC1073	ELC1073		
1305	46	CAU3081	CAU3081	CAU3081	CAU3081				1305	46	EAC1025	EAC1025	ELC1102	ELC1102			
1307	47	DPS1012	DPS1012	DPS1012	MTM1022	MTM1022	MTM1022		1307	47		ELC129	ELC129	ELC129	ELC129		

Figura 20 – Quinta-feira tarde 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

ATUAL 2014									SOLUÇÃO SOLVER								
Salas	Timeslots								Salas	Timeslots (K)							
	1(12:30-13:30)	2(13:30-14:30)	3(14:30-15:30)	4(15:30-16:30)	5(16:30-17:30)	6(17:30-18:30)	7(18:30-19:30)	8(19:30-20:30)		12:30 -13:30 (1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)	19:30-20:30(8)
218	1	DEM1010	DEM1010	DEM1003	DEM1003				218	1							
219	2	DPEE1068*	DPEE1068*						219	2	DEM1023*	DEM1023*	DEM1023*				
220	3	ESP1036	ESP1036						220	3							
221	4	DEM1023*	DEM1023*	DEM1023*	DEM1024	DEM1024			221	4		ELC1086	ELC1086	DEM1024	DEM1024		
224	5								224	5			DEM1003	DEM1003			
235	6								235	6							
236	7								236	7							
315	8	DEM1013	DEM1013	DEM1016	DEM1016				315	8	DPS1048	DPS1048	DPS1048	DPS1048			
318	9								318	9	DEM1013	DEM1013	DPS1023	DPS1023	DPS1023		
320	10								320	10	ESP875	ESP875	ESP875	ESP875	ESP1002	ESP1002	
323	11								323	11	DEM1010	DEM1010	DEM1016	DEM1016			
326	12								326	12	ESP1042	ESP1042	ESP1042	ESP1042			
151	13		HDS1009	HDS1009	HDS1009				151	13							
152	14	ESP875	ESP875	ESP875	ESP875				152	14	DPEE1052	DPEE1052					
155	15								155	15		HDS1009	HDS1009	HDS1009			
160	16	DEQ126	DEQ126	DEQ126					160	16							
161	17	HDS1030	HDS1030	HDS1030					161	17							
164	18	ELC1032	ELC1032						164	18	HDS1030	HDS1030	HDS1030				
165	19			ELC1006	ELC1006				165	19	DPEE1023	DPEE1023					
251	20								251	20							
252	21								252	21	DPEE1068*	DPEE1068*					
255	22								255	22							
258	23	EAC1023	EAC1023	EAC1023	EAC1023				258	23							
259	24								259	24							
260	25								260	25							
262	26								262	26							
263	27								263	27							
266	28					ESP1002	ESP1002		266	28							
267	29		DCT1055	DCT1055	ELC1018	ELC1018			267	29							
357	30	ESP1042	ESP1042	ESP1042	ESP1042				357	30							
359	31	ELC1000	ELC1000						359	31							
363	32		ELC1086	ELC1086					363	32							
364	33		ELC106	ELC106					364	33							
367	34		CAD1044	CAD1044	CAD1044	CAD1044			367	34		DCT1055	DCT1055				
368	35								368	35							
1107	36								1107	36		CAD1044	CAD1044	CAD1044	CAD1044		
1304	37	DPS1048	DPS1048	DPS1048	DPS1048				1304	37	DEQ126	DEQ126	DEQ126				
1306	38	DPEE1023	DPEE1023	DPS1023	DPS1023	DPS1023			1306	38	ESP1036	ESP1036	ELC1006	ELC1006			
1309	39	DEQ1039	DEQ1039						1309	39	DEQ1039	DEQ1039					
203	40								203	40							
206	41	EPGI015	EPGI015	EPGI015	EPGI004	EPGI004			206	41	EPGI015	EPGI015	EPGI015	EPGI004	EPGI004		
1110	42								1110	42							
1205	43								1205	43		ELC106	ELC106	ELC1018	ELC1018		
1207	44	DPEE1052	DPEE1052						1207	44							
1303	45								1303	45	ELC1000	ELC1000					
1305	46								1305	46	EAC1023	EAC1023	EAC1023	EAC1023			
1307	47								1307	47	ELC1032	ELC1032					

Figura 21 – Sexta-feira tarde 1ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

#### 6.7.11 2º Semestre: segunda-feira manhã

Nesta segunda as prioridades foram que as disciplinas DPEE(1069), EAC(1002) e EAC(1003) estivessem em salas de aula com quadro verde. Pela análise da Figura 22 percebe-se que a alocação das disciplinas EPG praticamente permaneceram inalteradas, mas na solução vigente os departamentos TRP e ELC aparecem mais concentrados do que na nova solução. Todavia, na nova alocação DEM e DPS os deixa mais próximos dos seus departamentos.

Além disso, essa distribuição comporta a potencialização do uso dos espaços de modo que as salas de determinadas localidades (prédio principal e anexo C) sejam completamente ocupadas.

#### 6.7.12 2º Semestre: terça-feira manhã

Ao observar a Figura 23 percebe-se que há muita oferta de disciplinas o que consequentemente limita a distribuição das salas, o período das 10:30-12:30 está praticamente com a capacidade máxima, em compensação no primeiro horário 7:30-8:30 há disponibilidade. Essa configuração demonstra a sobrecarga dos horários em especial nos dias considerados nobres (terça a quinta), tal fato deveria se tornar um assunto relevante para a gestão do Centro, uma vez que a cada ano aumenta o número de disciplinas ofertadas pelos departamentos/cursos.

Ainda neste dia esperava-se que as disciplinas ECC (416) estivesse alocada na sala 236, EAC(1016) em sala com quadro verde e EAC(1006) e ECC(1003) em quadro branco.

#### 6.7.13 2º Semestre: quarta-feira manhã

Neste dia da semana DPEE (1068), DPEE (1069), DEM (1053), EAC (1016) deveriam ser alocadas em salas com quadro verde e HDS (1000) em quadro branco. Nota-se pela Figura 24 que a principal diferença entre as soluções é na alocação dos departamentos ELC e DPS, que na primeira encontram-se no terceiro andar do anexo A e C respectivamente, enquanto na segunda no segundo andar e terceiro andar do prédio principal.

Assim como na terça-feira pela manhã há sobrecarga de um *time slot* (9:30-10:30) o que corrobora a tese de necessidade de ajuste por parte dos gestores.

ATUAL 2014							SOLUÇÃO SOLVER							
Salas	Timeslots						Salas	Timeslots(K)						
	1(7:30-8:30)	2(8:30-9:30)	3(9:30-10:30)	4(10:30-11:30)	5(11:30-12:30)	6(12:30-13:30)		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)	
218	1	DEM1018	DEM1018	ECC1020	ECC1020		218	1	ECC1009	ECC1009	ELC1022	ELC1022	ELC1022	
219	2			DPEE1069*	DPEE1069*	DEM1033	219	2		DPS1013	DPS1013	ELC119	ELC119	
220	3						220	3		ELC1031	ELC1031	ELC1031	ELC1031	
221	4				EAC1010	EAC1010	221	4		ESP1019	ESP1019	TRP1004	TRP1004	
224	5	DEM1055	DEM1055	DEM1055	DEM1015	DEM1015	224	5		TRP1003	TRP1003	ELC1028	ELC1028	
235	6			DPS1009	DPS1009	DPS1009	235	6		DPS1071	DPS1071	ELC1058	ELC1058	
236	7	ECC1003*	ECC1003*	ECC1003*	TRP1004	TRP1004	236	7	TRP1001	TRP1001	ELC1022	ELC1022	ELC1113	
315	8	DEM1006	DPS1005	DPS1005	DPS1005	DPS1005	315	8	DPS1003	DPS1003	DPS1003	ESP1020	ESP1020	
318	9	DPS1003	DPS1003	DPS1003	DPEE1065	DPEE1065	318	9	ESP1048	ESP1048	DPS1009	DPS1009	DPS1009	
320	10				ELC1028	ELC1028	320	10	DEM1006	DPS1005	DPS1005	DPS1005	DPS1005	
323	11	ESP1048	ESP1048		ESP1020	ESP1020	323	11	DEM1018	DEM1018	TRP1001	TRP1001	DEM1033	
326	12		ESP1019	ESP1019			326	12	DEM1055	DEM1055	DEM1015	DEM1015	DEM1015	
151	13	ECC1009	ECC1009		ECC1150	ECC1150	151	13			TRP1002	TRP1002		
152	14				HDS1005	HDS1005	152	14			EAC1010	EAC1010		
155	15			TRP1004	TRP1004		155	15		DPEE1055	DPEE1055	DPEE1055	DPEE1055	
160	16			ELC1022	ELC1022		160	16			HDS1018	HDS1018		
161	17				HDS1018	HDS1018	161	17			HDS1005	HDS1005		
164	18		TRP1003	TRP1003			164	18			DPEE1065	DPEE1065		
165	19			TRP1002	TRP1002		165	19			TRP1004	TRP1004		
251	20	TRP1001	TRP1001	TRP1001	TRP1001		251	20			ECC1005	ECC1005	ECC1005	
252	21		EAC1002	EAC1002			252	21			DPEE1069*	DPEE1069*		
255	22		DPEE1055	DPEE1055	DPEE1055	DPEE1055	255	22			ECC1020	ECC1020		
258	23				EAC1033	EAC1033	258	23			ECC1150	ECC1150		
259	24		DEQ1054	DEQ1054	DEQ1054	DEQ1054	259	24						
260	25		ELC1031	ELC1031	ELC1031	ELC1031	260	25	ECC1003*	ECC1003*	ECC1003*			
262	26		DEQ1038	DEQ1038		ELC1113	262	26						
263	27				ELC1058	ELC1058	263	27						
266	28			ECC1005	ECC1005	ECC1005	266	28						
267	29			ELC1022	ELC1022	ELC1022	267	29						
357	30						357	30						
359	31						359	31						
363	32				ELC1054	ELC1054	363	32						
364	33				ELC1017	ELC1017	364	33						
367	34	ELC1004	ELC1004	ELC1004	ELC133	ELC133	367	34						
368	35				ELC119	ELC119	368	35						
1107	36						1107	36			DEQ1038	DEQ1038	DEQ1001	DEQ1001
1304	37		DEQ1014	DEQ1014			1304	37	ELC1004	ELC1004	ELC1004	ELC1017	ELC1017	
1306	38		DPS1071	DPS1071			1306	38			DEQ1010	DEQ1010	ELC1054	ELC1054
1309	39		DPS1013	DPS1013			1309	39			DEQ1014	DEQ1014	ELC133	ELC133
203	40	EPG2072	EPG2072	EPG2072	EPG2072		203	40	EPG2072	EPG2072	EPG2072	EPG2072	EPG2072	
206	41		EPG1000	EPG1000	EPG1008	EPG1008	206	41		EPG1000	EPG1000	EPG1008	EPG1008	
1110	42						1110	42						
1205	43			EPG1015	EPG1015	EPG1015	1205	43			EPG1015	EPG1015	EPG1015	
1207	44						1207	44			EPG1012	EPG1012		
1303	45		DEQ1010	DEQ1010	DEQ1001	DEQ1001	1303	45			DEQ1021	DEQ1021	DEQ1021	DEQ1021
1305	46			EPG1012			1305	46			EAC1002	EAC1002	EAC1033	EAC1033
1307	47		DEQ1021	DEQ1021	DEQ1021	DEQ1021	1307	47			DEQ1054	DEQ1054	DEQ1054	DEQ1054

Figura 22 – Segunda-feira manhã 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta



ATUAL 2014							SOLUÇÃO SOLVER						
Salas	Timeslots						Salas	Timeslots(K)					
	1(7:30-8:30)	2(8:30-9:30)	3(9:30-10:30)	4(10:30-11:30)	5(11:30-12:30)	6(12:30-13:30)		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)
218	1		ECC201	ECC201	ECC201		218	1		ELC1042	ELC1042	ELC1025	ELC1025
219	2		EPG1019	EPG1019	EPG1019		219	2	DEM1006	DEM1006	DEM1006	ELC1066	ELC1066
220	3	EPG1000	EPG1000	EPG1003	EPG1003		220	3		ELC030/114	ELC030/114	ELC1019	ELC1019
221	4	DEM1008	DEM1008	DEM1008	DEM1021	DEM1021	221	4		ELC106	ELC106	ELC132	ELC132
224	5	DEM1000	DEM1000	DEM1000	CTB1074	CTB1074	224	5		ELC1069	ELC1069	ELC137	ELC137
235	6	ECC1006	ECC1006	ECC416*	ECC416*		235	6		ELC1098	ELC1098	ELC1027	ELC1027
236	7	ECC1003*	ECC1003*	ECC1003*	ECC1012	ECC1012	236	7	ESP1009	ESP1009	ECC416*	ECC416*	
315	8	DEM1006	DEM1006	DEM1006	DEM1011	DEM1011	315	8	DEM1008	DEM1008	DEM1008	ELC1066	ELC1066
318	9	DPS1003	DPS1003	DPS1003	DPS1004	DPS1004	318	9	DEM1000	DEM1000	DEM1000	DEM10215	DEM10215
320	10		ELC106	ELC106			320	10	DPS1003	DPS1003	DPS1003	DEM1011	DEM1011
323	11	ESP1009	ESP1009		ESP1041	ESP1041	323	11		DPS1035	DPS1035	DPS1035	DPS1035
326	12				ESP1025	ESP1025	326	12		DPS1040	DPS1040	DPS1040	DPS1040
151	13	ECC1009	ECC1009	DEQ1034	DEQ1034	DEQ1034	151	13		HDS1003	HDS1003	DPEE1032	DPEE1032
152	14		HDS1003	HDS1003	HDS1003	HDS1003	152	14		HDS1018	HDS1018	DPEE1000	DPEE1000
155	15	ECC520	ECC520	HDS1007	HDS1007	HDS1007	155	15			HDS1007	HDS1007	HDS1007
160	16		DEQ1002	DEQ1002	DEQ1011	DEQ1011	160	16		DPEE1053	DPEE1053	HDS1028	HDS1028
161	17		HDS1010	HDS1010	DPEE1032	DPEE1032	161	17		DPEE1067	DPEE1067	DPEE1054	DPEE1054
164	18		ELC030/114	ELC030/114	ELC603	ELC603	164	18		EAC1006	EAC1006	HDS1003	HDS1003
165	19		DPEE1067	DPEE1067	DPEE1000	DPEE1000	165	19		HDS1010	HDS1010	ELC1080	ELC1080
251	20		ECC1010	ECC1010	ECC1010	ECC1010	251	20	ECC520	ECC520	ECC201	ECC201	
252	21		DEQ1019	DEQ1019	EAC1016	EAC1016	252	21		DEQ1002	DEQ1002	EAC1016	EAC1016
255	22		HDS1018	HDS1018	HDS1028	HDS1028	255	22	ECC1009	ECC1009	DPS1004	DPS1004	
258	23				EAC1026	EAC1026	258	23		DEQ1003	DEQ1003	ESP1041	ESP1041
259	24				ELC1066	ELC1066	259	24		EPG1000	EPG1000	ESP1025	ESP1025
260	25		ESP1046	ESP1046	ESP1029	ESP1029	260	25		DEQ1015	DEQ1015	EAC1026	EAC1026
262	26		DEQ1038	DEQ1038	ELC1027	ELC1027	262	26		DEQ1013	DEQ1013	EPG1003	EPG1003
263	27		DEQ1013	DEQ1013	ELC1019	ELC1019	263	27	ECC1006	ECC1006	EPG1019	EPG1019	
266	28		EAC1006	EAC1006	ECC1004	ECC1004	266	28		ESP1046	ESP1046	ESP029/054	ESP029/054
267	29		JUR1024	JUR1024	ELC1025	ELC1025	267	29	ECC1003*	ECC1003*	ESP1029	ESP1029	
357	30			DEQ1031	DEQ1031	DEQ1031	357	30				ECC1012	ECC1012
359	31			DCG2031	DCG2031	DCG2031	359	31			DCG2031	DCG2031	DCG2031
363	32		DEQ1015	DEQ1015	ELC1066	ELC1066	363	32			ECC1010	ECC1010	ECC1010
364	33		ELC1042	ELC1042	ELC137	ELC137	364	33		JUR1024	JUR1024	ECC1004	ECC1004
367	34		ELC1098	ELC1098	ELC117	ELC117	367	34				CTB1074	CTB1074
368	35		ELC1069	ELC1069	ELC1080	ELC1080	368	35					
1107	36				ELC106	ELC106	1107	36	DEQ1001	DEQ1001	DEQ1001	DEQ1020	DEQ1020
1304	37		DPEE1053	DPEE1053	DPEE1054	DPEE1054	1304	37		DEQ1038	DEQ1038	ELC1025	ELC1025
1306	38		DPS1040	DPS1040	DPS1040	DPS1040	1306	38			DEQ1031	DEQ1031	DEQ1031
1309	39		DPS1035	DPS1035	DPS1035	DPS1035	1309	39		DEQ1019	DEQ1019	ELC117	ELC117
203	40	EPG1005	EPG1005		TRP1005	TRP1005	203	40	EPG1005	EPG1005		TRP1005	TRP1005
206	41	EPG1013	EPG1013	EPG1013	EPG1008	EPG1008	206	41	EPG1013	EPG1013	EPG1013	EPG1008	EPG1008
1110	42				TRP1005	TRP1005	1110	42				TRP1005	TRP1005
1205	43		EPG1003	EPG1003	CAU3082	CAU3082	1205	43	EPG1001	EPG1001	EPG1001	DEQ1011	DEQ1011
1207	44	EPG1001	EPG1001	EPG1001	ELC1025	ELC1025	1207	44			CAU3082	CAU3082	
1303	45		DEQ1003	DEQ1003	ELC132	ELC132	1303	45	EPG1012	EPG1012	EPG1012	ELC603	ELC603
1305	46	EPG1012	EPG1012	EPG1012	ESP029/054	ESP029/054	1305	46			DEQ1034	DEQ1034	DEQ1034
1307	47	DEQ1001	DEQ1001	DEQ1001	DEQ1020	DEQ1020	1307	47		EPG1003	EPG1003	ELC106	ELC106

Figura 23 – Terça-feira manhã 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

ATUAL 2014							SOLUÇÃO SOLVER								
Timeslots							Timeslots(K)								
		1(7:30-8:30)	2(8:30-9:30)	3(9:30-10:30)	4(10:30-11:30)	5(11:30-12:30)	6(12:30-13:30)	Salas		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)
218	1	ECC1020	ECC1020	ECC201	ECC201	ECC201		218	1		DPS1054	DPS1054	DPS1054	DPS1054	
219	2	DPEE1069*	DPEE1069*	DPEE1068*	DPEE1068*			219	2		ELC1200	ELC1200	ELC119	ELC119	
220	3	DAU802	DAU802	DAU802				220	3		ELC1092	ELC1092	ELC1019	ELC1019	
221	4	DEM1008	DEM1008	DEM1021	DEM1021			221	4		ELC1108	ELC1108	ELC1000	ELC1000	
224	5	DEM1053*	DEM1053*	DEM1053*				224	5	ECC1006	ECC1006	ELC1022	ELC1022	ELC1022	
235	6		ECC1015	ECC1015				235	6		ELC1054	ELC1054	ELC133	ELC133	
236	7	ECC1006	ECC1006	TRP1002	TRP1002			236	7		ELC1027	ELC1027	ELC1101	ELC1101	
315	8	DEM1012	DEM1012	DEM1012	DEM1005	DEM1005		315	8		DPS1002	DPS1002	DPS1002	DPS1002	
318	9		DPEE1051	DPEE1051	DPS1005	DPS1005		318	9	DEM1008	DEM1008	DPS1023	DPS1023	DPS1023	
320	10			DPS1023	DPS1023	DPS1023		320	10	DEM1012	DEM1012	DEM1012	DEM1005	DEM1005	
323	11			ESP6053	ESP6053	ESP6053		323	11	DEM1053*	DEM1053*	DEM1053*	DPS1005	DPS1005	
326	12		ESP1019	ESP1019				326	12		DPS1024	DPS1024	DPS1024	DPS1024	
151	13	HDS1000*	HDS1000*	HDS1000*				151	13	HDS1000*	HDS1000*	HDS1000*	DPEE1045	DPEE1045	
152	14			ELC1057	ELC1057			152	14		DPEE1051	DPEE1051	DPEE1055	DPEE1055	
155	15	ECC520	ECC520	TRP1004	TRP1004			155	15		HDS1011	HDS1011	HDS1011	HDS1011	
160	16	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1011	DEQ1011		160	16			ELC1057	ELC1057	TRP1001	TRP1001
161	17			HDS1011	HDS1011	HDS1011		161	17		ELC1032	ELC1032			
164	18		ELC1032	ELC1032	DPEE1045	DPEE1045		164	18		HDS1022	HDS1022	HDS1022		
165	19		HDS1022	HDS1022	HDS1022			165	19		ELC1011	ELC1011	EAC1033	EAC1033	
251	20	ECC1030	ECC1030	TRP1001	TRP1001	TRP1001	TRP1001	251	20		DEQ1010	DEQ1010			
252	21		EAC1012	EAC1012	EAC1016	EAC1016		252	21	DPEE1069	DPEE1069	DPEE1068	DPEE1068		
255	22		ELC1027	ELC1027	DPEE1055	DPEE1055		255	22		DEQ1038	DEQ1038			
258	23		EAC1026	EAC1026	EAC1033	EAC1033		258	23	ECC520	ECC520	TRP1004	TRP1004		
259	24			TRP1000	TRP1000			259	24	ECC1030	ECC1030	ESP6053	ESP6053	ESP6053	
260	25			ESP1045	ESP1045			260	25			TRP1002	TRP1002		
262	26		DEQ1038	DEQ1038	ELC1101	ELC1101		262	26		EAC1012	EAC1012			
263	27	DEQ1061	DEQ1061	DEQ1061	ELC1019	ELC1019		263	27		EAC1026	EAC1026			
266	28		CAD1042	CAD1042	CAD1042	CAD1042		266	28			ESP1045	ESP1045		
267	29			ELC1022	ELC1022	ELC1022		267	29			DEM1021	DEM1021		
357	30		ESP1043	ESP1043				357	30			TRP1001	TRP1001		
359	31		ELC1108	ELC1108	ELC1000	ELC1000		359	31		ESP1019	ESP1019			
363	32		ELC1054	ELC1054				363	32			ECC201	ECC201	ECC201	
364	33		ELC1092	ELC1092	ELC1017	ELC1017	ELC1017	364	33		ESP1043	ESP1043			
367	34		ELC1011	ELC1011	ELC133	ELC133		367	34		ECC1015	ECC1015			
368	35		ELC1200	ELC1200	ELC119	ELC119		368	35		CAD1042	CAD1042	CAD1042	CAD1042	
1107	36							1107	36	DEQ1027	DEQ1027	DEQ1027	DEQ1011	DEQ1011	
1304	37		DPS1054	DPS1054	DPS1054	DPS1054		1304	37	DEQ1061	DEQ1061	DEQ1061	ELC1017	ELC1017	ELC1017
1306	38		DPS1024	DPS1024	DPS1024	DPS1024		1306	38	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1014	DEQ1014	
1309	39		DPS1002	DPS1002	DPS1002	DPS1002		1309	39	DEQ1032	DEQ1032	DEQ1032	DEQ1016	DEQ1016	
203	40	EPG2072	EPG2072	EPG2072				203	40	EPG2072	EPG2072	EPG2072			
206	41			EPG1013	EPG1013	EPG1013		206	41	ECC1020	ECC1020	EPG1013	EPG1013	EPG1013	
1110	42			TRP1000	TRP1000			1110	42						
1205	43		EPG1003	EPG1003				1205	43			TRP1000	TRP1000		
1207	44			EPG1000	EPG1000			1207	44			TRP1000	TRP1000		
1303	45		DEQ1010	DEQ1010	DEQ1000	DEQ1000		1303	45		EPG1003	EPG1003	DEQ1000	DEQ1000	
1305	46	DEQ1027	DEQ1027	DEQ1027	DEQ1014	DEQ1014		1305	46	DAU802	DAU802	DAU802	EAC1016	EAC1016	
1307	47	DEQ1032	DEQ1032	DEQ1032	DEQ1016	DEQ1016		1307	47			EPG1000	EPG1000		

Figura 24 – Quarta-feira manhã 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

Neste dia, considerando a oferta oficial de disciplinas havia maior oferta de horários do que salas disponíveis, o que foi causa da infactibilidade nos primeiros testes realizados, porém na oferta atualizada (utilizada) de disciplinas um horário foi suprimido o que permitiu a geração da solução. Todavia, esta situação demonstra que o problema de alocação de salas além de atender as premissas básicas de restrições e otimização ainda depende de outros fatores como a quantidade de disciplinas oferecidas em um dado período, uma vez que se houver muitas disciplinas com o mesmo horário de início, talvez não haja salas para as que vierem nos períodos seguintes, o que reitera ainda mais a necessidade de planejamento dos gestores do Centro.

#### 6.7.14 2º Semestre: quinta-feira manhã

Na quinta esperava-se que ECC(414) fosse designada a sala 235, DEM(1019), EAC(1002) em salas com quadro verde, EAC(1003), HDS(1015), HDS(1000) em quadro branco. Salienta-se que nesse dia há um caso especial de ajuste no modelo devido a carga horária de 5 horas ( $NS_i=5$ ) ocupada pelas disciplinas ECC (40540 e ECC(8058) e mesmo com essa pequena alteração o modelo ainda mostrou-se consistente para viabilizar as outras soluções.

Em termos de espaços, novamente, a solução proposta consegue deixar um maior número de salas livres como mostra a Figura 25, abrindo possibilidades para que essas salas possam ser aproveitadas de outras formas até mesmo com a oferta de novas disciplinas.

#### 6.7.15 2º Semestre: sexta-feira manhã

Esperava-se para esta sexta que ECC(416) fosse alocada na sala 236 e DEM(1001) em sala com quadro verde. E assim como ocorrido em outras soluções o solver procurou agrupar o maior número de disciplinas no mesmo espaço como mostra a Figura 26, o destaque entre as configurações estão as disciplinas HDS que ficaram praticamente inalteradas.

ATUAL 2014							SOLUÇÃO SOLVER						
Salas	Timeslots						Salas	Timeslots(K)					
	1(7:30-8:30)	2(8:30-9:30)	3(9:30-10:30)	4(10:30-11:30)	5(11:30-12:30)	6(12:30-13:30)		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)
218	1						218	1	ESP1046	ESP1046	ESP1046	ELC1058	ELC1058
219	2	ELC1000	ELC1000				219	2		TRP1004	TRP1004	ELC132	ELC132
220	3	ESP1001	ESP1001	ESP1001	EPG1003	EPG1003	220	3		ELC030/114	ELC030/114	ELC117	ELC117
221	4	DEM1020	DEM1020	DEM1019*	DEM1019*	DEM1019*	221	4		DPS1032	DPS1032	DPS1032	DPS1032
224	5	ECC4054	ECC4054	ECC4054	ECC4054	ECC4054	224	5	ESP1009	ESP1009		ELC137	ELC137
235	6		ECC414*	ECC414*	ECC414*	ECC414*	235	6		ECC414*	ECC414*	ECC414*	ECC414*
236	7	ECC1008	ECC1008	ECC1008	ECC1008		236	7		DPS1028	DPS1028	DPS1028	DPS1028
315	8	DEM1004	DEM1004	DEM1012	DEM1011	DEM1011	315	8	DEM1020	DEM1020	DEM1019*	DEM1019*	DEM1019*
318	9		DPS1032	DPS1032	DPS1032	DPS1032	318	9		DPS1034	DPS1034	DPS1034	DPS1034
320	10		DPS1047	DPS1047	DPS1047	DPS1047	320	10		DPS1047	DPS1047	DPS1047	DPS1047
323	11	ESP1009	ESP1009				323	11	ESP1001	ESP1001	ESP1001	DEM1011	DEM1011
326	12				ESP1025	ESP1025	326	12	DEM1004	DEM1004	DEM1012	ESP029/054	ESP029/054
151	13	HDS1000*	HDS1000*	HDS1000*	DPEE1033	DPEE1033	151	13		HDS1002	HDS1002	HDS1002	HDS1002
152	14	ECC8058	ECC8058	ECC8058	ECC8058	ECC8058	152	14	HDS1000*	HDS1000*	HDS1000*	ELC1025	ELC1025
155	15		HDS1015*	HDS1015*	DEQ11004	DEQ11004	155	15		HDS1006	HDS1006	HDS1006	HDS1006
160	16		DEQ11002	DEQ11002	DEQ11019	DEQ11019	160	16		DPEE1053	DPEE1053	EAC1006	EAC1006
161	17		HDS1010	HDS1010	HDS1032	HDS1032	161	17		HDS1015*	HDS1015*	ELC1027	ELC1027
164	18		ELC030/114	ELC030/114	ELC603	ELC603	164	18		DPEE1067	DPEE1067	HDS1028	HDS1028
165	19		DPEE1067	DPEE1067	DPEE1000	DPEE1000	165	19		HDS1010	HDS1010	DPEE1000	DPEE1000
251	20		TRP1004	TRP1004	ECC1013	ECC1013	251	20	ECC1008	ECC1008	ECC1008	ECC1008	ECC1008
252	21		EAC1012	EAC1012	EAC1002	EAC1002	252	21				EAC1002	EAC1002
255	22				HDS1028	HDS1028	255	22				DPEE1033	DPEE1033
258	23		HDS1006	HDS1006	HDS1006	HDS1006	258	23				ESP1025	ESP1025
259	24				ELC1066	ELC1066	259	24	ECC4054	ECC4054	ECC4054	ECC4054	ECC4054
260	25	ESP1046	ESP1046	ESP1046	ESP029/054	ESP029/054	260	25				HDS1032	HDS1032
262	26				ELC1027	ELC1027	262	26				EPG1003	EPG1003
263	27				ELC1058	ELC1058	263	27				DPEE1054	DPEE1054
266	28				EAC1006	EAC1006	266	28				ECC1013	ECC1013
267	29	ELC1022	ELC1022	ELC1022	ELC1025	ELC1025	267	29	ECC8058	ECC8058	ECC8058	ECC8058	ECC8058
357	30						357	30					
359	31				ELC1025	ELC1025	359	31					
363	32		DEQ11015	DEQ11015	ELC1066	ELC1066	363	32					
364	33		ELC1042	ELC1042	ELC137	ELC137	364	33					
367	34		ELC1098	ELC1098	ELC117	ELC117	367	34					
368	35				ELC1080	ELC1080	368	35					
1107	36						1107	36	DEQ1060	DEQ1060	DEQ1060	DEQ11004	DEQ11004
1304	37		DPEE1053	DPEE1053	DPEE1054	DPEE1054	1304	37		EAC1012	EAC1012	ELC1080	ELC1080
1306	38		DPS1028	DPS1028	DPS1028	DPS1028	1306	38		ELC1098	ELC1098	DEQ11019	DEQ11019
1309	39		DPS1034	DPS1034	DPS1034	DPS1034	1309	39	ELC1022	ELC1022	ELC1022	ELC1025	ELC1025
203	40		CAU3082	CAU3082	EPG1003	EPG1003	203	40					
206	41				EPG1002	EPG1002	206	41		ELC1042	ELC1042	EPG1002	EPG1002
1110	42						1110	42					
1205	43						1205	43		DEQ11002	DEQ11002	EPG1003	EPG1003
1207	44						1207	44		CAU3082	CAU3082	ELC603	ELC603
1303	45		DEQ11003	DEQ11003	ELC132	ELC132	1303	45		DEQ11003	DEQ11003	ELC1066	ELC1066
1305	46		HDS1002	HDS1002	HDS1002	HDS1002	1305	46		DEQ11015	DEQ11015	DEQ11020	DEQ11020
1307	47	DEQ1060	DEQ1060	DEQ1060	DEQ11020	DEQ11020	1307	47	ELC1000	ELC1000	ELC1066	ELC1066	ELC1066

Figura 25- Quinta-feira manhã 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

ATUAL 2014							SOLUÇÃO SOLVER							
Salas	Timeslots						Salas	Timeslots(K)						
	1(7:30-8:30)	2 (8:30-9:30)	3 (9:30-10:30)	4(10:30-11:30)	5(11:30-12:30)	6(12:30-13:30)		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)	
218	1						218	1		ESP1048	ESP1001	ESP1001		
219	2			ELC1000	ELC1000		219	2		DPS1023	DPS1023	DPS1023		
220	3				ESP1001	ESP1001	220	3		DPS1016	DPS1016	DPS1016		
221	4	DPS1007	DPS1007	DPS1007	DEM1027	DEM1027	221	4	DEM1004	DEM1004	ELC106	ELC106		
224	5	DEM1001*	DEM1001*	DEM1001*	DAU2062	DAU2062	224	5	ELC1069	ELC1069	ELC120	ELC120		
235	6		ECC606	ECC606	ECC606	ECC606	235	6			ELC1101	ELC1101		
236	7		ECC416*	ECC416*			236	7		ECC416*	ECC416*	ELC1027	ELC1027	
315	8		DEM1004	DEM1004	DEM1005	DEM1005	315	8		ESP1041	ESP1041	DEM1027	DEM1027	
318	9						318	9		DPS1026	DPS1026	DPS1026	DPS1026	
320	10			DPS1016	DPS1016	DPS1016	320	10	DEM1001*	DEM1001*	DEM1001*	ESP1011	ESP1011	
323	11			ESP1048	ESP1020	ESP1020	323	11		ESP1043	ESP1043	ESP1020	ESP1020	
326	12		ESP1041	ESP1041			326	12	DPS1007	DPS1007	DPS1007	DEM1005	DEM1005	
151	13				HDS1009	HDS1009	151	13	HDS1020	HDS1020	HDS1020	HDS1027	HDS1027	
152	14		HDS1003	HDS1003	HDS1003	HDS1003	152	14		HDS1003	HDS1003	HDS1003	HDS1003	
155	15						155	15				HDS1009	HDS1009	HDS1009
160	16						160	16						
161	17		HDS1017	HDS1017	HDS1027	HDS1027	161	17		HDS1017	HDS1017			
164	18				ESP1011	ESP1011	164	18						
165	19						165	19						
251	20			ECC1019	ECC1019	ECC1019	251	20						
252	21						252	21						
255	22	HDS1020	HDS1020	HDS1020	ELC1027	ELC1027	255	22			ECC1019	ECC1019	ECC1019	
258	23						258	23		ECC606	ECC606	ECC606	ECC606	
259	24				ELC1109	ELC1109	259	24						
260	25		ESP1045	ESP1045			260	25						
262	26		DEQ1038	DEQ1038	ELC1101	ELC1101	262	26						
263	27				ELC100/115	ELC100/115	263	27						
266	28				ELC106	ELC106	266	28						
267	29	ELC1113	ELC1113	ELC1022	ELC1022	ELC1022	267	29						
357	30		ESP1043	ESP1043			357	30						
359	31				ELC1108	ELC1108	359	31						
363	32						363	32				CTB1074	CTB1074	
364	33		ELC1046	ELC1046	ELC1092	ELC1092	364	33						
367	34				CTB1074	CTB1074	367	34				DAU2062	DAU2062	
368	35		ELC1069	ELC1069	ELC120	ELC120	368	35						
1107	36						1107	36		DEQ1038	DEQ1038	DEQ1016	DEQ1016	
1304	37						1304	37	ELC1113	ELC1113	ELC1022	ELC1022	ELC1022	
1306	38			DPS1023	DPS1023	DPS1023	1306	38		DEQ1027	DEQ1027	ELC100/115	ELC100/115	
1309	39		DPS1026	DPS1026	DPS1026	DPS1026	1309	39		ELC1046	ELC1046	ELC1092	ELC1092	
203	40	EPG2072	EPG2072	EPG2072	EPG1005	EPG1005	203	40	EPG2072	EPG2072	EPG2072	TRP1005	TRP1005	
206	41						206	41		ESP1045	ESP1045	TRP1005	TRP1005	
1110	42				TRP1005	TRP1005	1110	42				EPG1005	EPG1005	
1205	43				EPG1006	EPG1006	1205	43	DEQ1018	DEQ1018	DEQ1018	EPG1006	EPG1006	
1207	44				TRP1005	TRP1005	1207	44				DEQ1000	DEQ1000	
1303	45				DEQ1000	DEQ1000	1303	45			ELC1000	ELC1000	ELC1000	
1305	46		DEQ1027	DEQ1027			1305	46				ELC1108	ELC1108	
1307	47	DEQ1018	DEQ1018	DEQ1018	DEQ1016	DEQ1016	1307	47				ELC1109	ELC1109	

Figura 26 – Sexta-feira manhã 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

#### 6.7.16 2º Semestre: segunda-feira tarde

Neste dia DEM(1001), EAC(1022) deveriam estar em salas com quadro verde e ECC(1000) em quadro branco. Percebe-se pela Figura 27 que novamente há uma sobra significativa de salas em relação a configuração atual, as principais diferenças entre as alocações é que na designação vigente as disciplinas TRP, ESP e ELC estão melhor agrupadas das que apresentada na nova grade, contudo o DPEE aparece mais concentrado nessa nova solução.

#### 6.7.17 2º Semestre: terça-feira tarde

Entre as principais diferenças observadas na Figura 28 é a alocação das disciplinas ELC, para a nova configuração utilizou-se como referência a sala dos professores localizadas no segundo andar do anexo C o que fez com que as essas disciplinas fossem alocadas preferencialmente no segundo andar do prédio principal ou no anexo C. Já para a alocação manual considera-se como ponto de referência as salas dos professores localizadas no terceiro andar do anexo A o que tem provocado a configuração tão distinta entre as grades para esse departamento.

Para terça são esperadas que as disciplinas EAC(1017), ECC(1000), HDS(1001), HDS(1013) estivessem em salas com quadro branco e DEM(1025), DPEE(1068), EAC(1004) em quadro verde.

#### 6.7.18 2º Semestre: quarta-feira tarde

Como já mencionado anteriormente o modelo proposto procura otimizar a capacidade da sala bem como sua percentagem de ocupação, situação essa evidente ao comparar as salas 206 e 1205 na Figura 29. Na solução manual a taxa de ocupação da sala 206 é de 50% enquanto que na solução computacional 75%, o mesmo se aplica na sala 1205 onde na primeira solução a ocupação da sala é de 62,50% e na solução sugerida 75%, esses acréscimos mostram que houve um ganho na utilização das salas, mas que há ainda margem para ocupação, especialmente se fossem ofertadas disciplinas nos períodos restantes.

Para a quarta HDS(1000) deveria ser alocada em sala com quadro branco e DEM(1032) e EAC(1004) em quadro verde.

ATUAL 2014								SOLUÇÃO SOLVER								
Salas	Timeslots							Salas	Timeslots(K)							
	1(12:30-13:30)	2(13:30-14:30)	3(14:30-15:30)	4(15:30-16:30)	5(16:30-17:30)	6(17:30-18:30)	7(18:30-19:30)		8(19:30-20:30)	12:30-13:30(1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)
218	1		DEM1010	DEM1010		DPS1008	DPS1008	218	1	ELC1032	ELC1032	EPG1019	EPG1019	EPG1019		
219	2	ESP1055	ESP1055	EPG1019	EPG1019	EPG1019		219	2		DEM1037	DEM1037	DEM1037	DEM1027	DEM1027	
220	3		DEM1037	DEM1037	DEM1037			220	3	ELC1110	ELC1110	ELC1029	ELC1029			
221	4	DEM1023	DEM1023	ESP1007		DEM1027	DEM1027	221	4	DEM1014	DEM1014	DEM1014	ELC1071	ELC1071		
224	5	DEM1001*	DEM1001*	DEM1001*	DEM1019			224	5	ELC1016	ELC1016	DEM1029	DEM1029	ESP1050	ESP1050	
235	6	ECC1015	ECC1015					235	6	ELC1107	ELC1107	ESP1007	ESP1008	ESP1008		
236	7	ECC1000*	ECC1000*	ECC1000*				236	7	ELC1031	ELC1031	ESP1056	ESP1056			
315	8	DEM1014	DEM1014	DEM1014	DEM1007	DEM1007	DEM1007	315	8	DEM1001*	DEM1001*	DEM1001*	DEM1019	ESP1012	ESP1012	
318	9	DPS1004	DPS1004	DPS1005	DPS1005	DPEE1051	DPEE1051	318	9	DPS1004	DPS1004	ESP1021	ESP1021	DEM1052	DEM1052	DEM1052
320	10	DPS1000	DPS1000	ELC1036	ELC1036			320	10	DEM1023	DEM1023	DPS1005	DPS1005	DPS1008	DPS1008	
323	11	ESP1047	ESP1047		ESP1008	ESP1008		323	11	DPS1010	DPS1010	DPS1010	ESP1027	ESP1027	ESP1027	
326	12	ESP1010	ESP1010		ESP1027	ESP1027	ESP1027	326	12	DPS1011	DPS1011	DPS1011	DEM1007	DEM1007	DEM1007	
151	13	ENG1000	ENG1000	ENG1000				151	13		HDS1007	HDS1007	HDS1007	HDS1007	HDS1007	
152	14	TRP1003	TRP1003					152	14		TRP1007	TRP1007	TRP1007			
155	15		TRP1007	TRP1007	TRP1007			155	15	TRP1003	TRP1003	DPEE1022	DPEE1022			
160	16	ELC1032	ELC1032	DPEE1022	DPEE1022			160	16	DPEE1045	DPEE1045	DPEE1066	DPEE1066	DPEE1051	DPEE1051	
161	17	HDS1027	HDS1027					161	17	DPEE1074	DPEE1074	DPEE1039	DPEE1039			
164	18	DPEE1045	DPEE1045			ESP1012	ESP1012	164	18	HDS1027	HDS1027	EAC1018	EAC1018			
165	19	ECC1007	ECC1007			ESP1050	ESP1050	165	19	ENG1000	ENG1000	ENG1000				
251	20	ECC601	ECC601	ECC601	ECC601			251	20	ECC1007	ECC1007					
252	21	EAC1022	EAC1022					252	21	ECC1015	ECC1015					
255	22	ELC1110	ELC1110	ESP1021	ESP1021			255	22	ESP1055	ESP1055					
258	23	DPEE1074	DPEE1074	EAC1028	EAC1028			258	23	ESP1047	ESP1047					
259	24		ELC1064	ELC1064				259	24	ECC601	ECC601	ECC601	ECC601			
260	25			EAC1018	EAC1018			260	25	ECC1000*	ECC1000*	ECC1000*				
262	26	ELC1037	ELC1037					262	26	ESP1010	ESP1010					
263	27	ELC1107	ELC1107	ESP1056	ESP1056			263	27	ECC1001	ECC1001					
266	28	ECC1001	ECC1001	ELC1010	ELC1010			266	28	DPS1000	DPS1000					
267	29	ELC1031	ELC1031	ELC1029	ELC1029			267	29							
357	30	DEQ1031	DEQ1031	DEQ1031				357	30							
359	31		ELC1064	ELC1064	ELC1090	ELC1090		359	31							
363	32		ELC1077	ELC1077	LTE1059	LTE1059		363	32							
364	33	ELC1016	ELC1016		ELC1090	ELC1090		364	33							
367	34	ELC1069	ELC1069		ELC1071	ELC1071		367	34							
368	35		ELC1008	ELC1008	ELC1010	ELC1010		368	35							
1107	36		HDS1007	HDS1007	HDS1007	HDS1007		1107	36	DEQ1024	DEQ1024	DEQ1024	LTE1059	LTE1059		
1304	37							1304	37		ELC1077	ELC1077	ELC1010	ELC1010		
1306	38			DPEE1039	DPEE1039			1306	38		ELC1069	ELC1069	DEQ1025	DEQ1025		
1309	39	DPS1010	DPS1010	DPS1010	DEQ1025	DEQ1025		1309	39		ELC1008	ELC1008	ELC1010	ELC1010		
203	40			EPG1003	EPG1003			203	40		TRP1006	TRP1006	TRP1006			
206	41				EPG1002	EPG1002		206	41	DEM1010	DEM1010	EPG1002	EPG1002			
1110	42			TRP1006	TRP1006			1110	42		EPG1003	EPG1003				
1205	43		DEM1029	DEM1029	DEM1052	DEM1052	DEM1052	1205	43	DEQ1031	DEQ1031	DEQ1031	DEQ1012	DEQ1012	DEQ1012	
1207	44							1207	44	ELC1037	ELC1037	ELC1036	ELC1036			
1303	45	DPS1011	DPS1011	DPS1011				1303	45		ELC1064	ELC1064	ELC1090	ELC1090		
1305	46			DPEE1066	DPEE1066			1305	46	EAC1022	EAC1022	EAC1028	EAC1028			
1307	47	DEQ1024	DEQ1024	DEQ1024	DEQ1012	DEQ1012	DEQ1012	1307	47		ELC1064	ELC1064	ELC1090	ELC1090		

Figura 27 – Segunda-feira tarde 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

ATUAL 2014									SOLUÇÃO SOLVER								
Salas	Timeslots								Salas	Timeslots(K)							
	1(12:30-13:30)	2(13:30-14:30)	3(14:30-15:30)	4(15:30-16:30)	5(16:30-17:30)	6(17:30-18:30)	7(18:30-19:30)	8(19:30-20:30)		12:30 -13:30 (1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)	19:30-20:30(8)
218	1			CIE1029	CIE1029	CIE1029			218	1		ELC1076	ELC1076	ELC1079	ELC1079		
219	2	DPEE1068*	DPEE1068*	ELC1111	ELC1111	DEM1009	DEM1009		219	2		ELC1072	ELC1072	ELC607	ELC607		
220	3	DEM1025*	DEM1025*	DEM1025*	DEM1025*	DEM1009	DEM1009		220	3		ELC1060	ELC1060	ELC138	ELC138		
221	4		ESP1000	ESP1000	ESP1000	ESP1000	ESP1000		221	4	TRP1004	TRP1004	ELC1120	ELC1120	DEM1009	DEM1009	
224	5			DEM1047	DEM1047	DEM1047	DEM1047		224	5	EAC1004	EAC1004	EAC1004	ELC1088	ELC1088		
235	6	ECC1014	ECC1014	ECC1014	ECC1014				235	6	DEM1025*	DEM1025*	DEM1025*				
236	7	ECC1000*	ECC1000*	ECC1000*					236	7		ELC1068	ELC1068		ESP1049	ESP1049	
315	8	DEM1013	DEM1013	DEM1017	DEM1017	DEM1017	DEM1017		315	8	ESP610	ESP610	ESP1011	ESP1011	DEM1009	DEM1009	
318	9	DPS1011	DPS1011	DPS1011					318	9	DEM1013	DEM1013	DEM1017	DEM1017	DEM1017	DEM1017	
320	10								320	10	DPS1067	DPS1067	DPS1067	DPS1067	ESP1018	ESP1018	
323	11					ESP1018	ESP1018		323	11	DPS1011	DPS1011	DPS1011	DEM1029	DEM1029	DEM1029	
326	12	DPEE1050	DPEE1050			ESP1049	ESP1049		326	12	DEM1058	DEM1058	DEM1058	DEM1047	DEM1047	DEM1047	
151	13		HDS1001*	HDS1001*	HDS1001*	HDS1001*			151	13		HDS1001*	HDS1001*	HDS1001*	HDS1001*		
152	14	TRP1004	TRP1004	HDS1005	HDS1005				152	14	DPEE1057	DPEE1057	DPEE1056	DPEE1056			
155	15	HDS1013*	HDS1013*	HDS1013*	HDS1013*				155	15	DPEE1063	DPEE1063	HDS1005	HDS1005			
160	16	ELC1032	ELC1032	ELC1022	ELC1022				160	16	HDS4052	HDS4052	EAC1019	EAC1019	EAC1019		
161	17	HDS1017	HDS1017	TRP1009	TRP1009	TRP1009			161	17	DPEE1050	DPEE1050	TRP1009	TRP1009	TRP1009		
164	18			ESP1011	ESP1011				164	18	HDS1013*	HDS1013*	HDS1013*	HDS1013*			
165	19	TRP1002	TRP1002	ECC1007	ECC1007				165	19	HDS1017	HDS1017	DPEE1000	DPEE1000			
251	20	ECC601	ECC601	ECC601	ECC601				251	20	ECC1014	ECC1014	ECC1014	ECC1014			
252	21	EAC1004	EAC1004	EAC1004	ELC1026	ELC1026			252	21	DPEE1068*	DPEE1068*					
255	22	ELC1103	ELC1103	ELC1115	ELC1115	ELC102/116	ELC102/116		255	22	ECC853	ECC853	ECC853				
258	23	ELC1119	ELC1119	ELC1091	ELC1091				258	23				ESP1000	ESP1000		
259	24	DPS1067	DPS1067	CIE1091	CIE1091	CIE1091			259	24	ECC601	ECC601	ECC601	ECC601			
260	25	EAC1017	EAC1017	EAC1019	EAC1019	EAC1019			260	25	ECC1000*	ECC1000*	ECC1000*				
262	26	ELC1042	ELC1042	ELC1120	ELC1120				262	26	TRP1002	TRP1002					
263	27	ELC1060	ELC1060	ELC100/115	ELC100/115				263	27							
266	28	DAU2052	DAU2052	DAU2052	DAU2052				266	28							
267	29	ELC1033	ELC1033	ELC138	ELC138				267	29			ECC1007	ECC1007			
357	30	ECC853	ECC853	ECC853					357	30			CIE1091	CIE1091	CIE1091		
359	31				ELC607	ELC607			359	31	DAU2052	DAU2052	DAU2052	DAU2052			
363	32		ELC1076	ELC1076	ELC1079	ELC1079			363	32							
364	33		ELC1074	ELC1074	ELC1074	ELC1074			364	33							
367	34		ELC1072	ELC1072					367	34			CIE1029	CIE1029	CIE1029		
368	35		ELC1068	ELC1068	ELC1088	ELC1088			368	35							
1107	36								1107	36	DEQ1018	DEQ1018	DEQ1026	DEQ1026	DEQ1026		
1304	37	DPEE1063	DPEE1063	DPEE1056	DPEE1056				1304	37	ELC1074	ELC1074	ELC1074	ELC1074	ELC1074		
1306	38	DPS1067	DPS1067	DPS1067	DPS1067				1306	38	EAC1017	EAC1017	ELC100/115	ELC100/115			
1309	39	DPEE1057	DPEE1057	DPEE1000	DPEE1000				1309	39	ELC1033	ELC1033	ELC1022	ELC1022			
203	40	EPGI001	EPGI001	EPGI001	EPGI001				203	40	EPGI001	EPGI001	EPGI001	EPGI001			
206	41	EPGI019	EPGI019	EPGI019					206	41	EPGI019	EPGI019	EPGI019	ELC1026	ELC1026		
1110	42								1110	42							
1205	43	EPGI1012	EPGI1012	EPGI1012	DEM1029	DEM1029	DEM1029		1205	43	ELC1103	ELC1103	DEQ1009	DEQ1009	ELC102/116	ELC102/116	
1207	44	DEM1058	DEM1058	DEM1058					1207	44	EPGI1012	EPGI1012	EPGI1012	DEQ1063	DEQ1063	DEQ1063	
1303	45	HDS4052	HDS4052		DEQ1063	DEQ1063	DEQ1063		1303	45	ELC1032	ELC1032	ELC1115	ELC1115			
1305	46			DEQ1026	DEQ1026	DEQ1026			1305	46	ELC1042	ELC1042	ELC1111	ELC1111			
1307	47	DEQ1018	DEQ1018	DEQ1009	DEQ1009				1307	47	ELC1119	ELC1119	ELC1091	ELC1091			

Figura 28 – Terça-feira tarde 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta



ATUAL 2014									SOLUÇÃO SOLVER								
Salas	Timeslots								Salas	Timeslots(K)							
	1(12:30-13:30)	2 (13:30-14:30)	3 (14:30-15:30)	4(15:30-16:30)	5(16:30-17:30)	6(17:30-18:30)	7(18:30-19:30)	8(19:30-20:30)		12:30 - 13:30 (1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)	19:30-20:30(8)
218	1	DEM1003	DEM1003	DEM1031	DEM1031	DPS1008	DPS1008		218	1	ELC1077	ELC1077					
219	2	DEM1033	DEM1033	DEM1002	DEM1002				219	2	DPS1006	DPS1006	ELC1071	ELC1071			
220	3	ESP100	ESP100	ESP1007	ESP1007				220	3	ESP100	ESP100	ELC1099	ELC1099			
221	4	DEM1022	DEM1022	DEM1024	DEM1024				221	4	DEM1022	DEM1022	ELC1037	ELC1037			
224	5	DEM1032*	DEM1032*	DEM1032*	DAU2062	DAU2062			224	5	ELC1064	ELC1064	ECC1020	ECC1020			
235	6				ECC1020	ECC1020			235	6	ELC1008	ELC1008	ECC1013	ECC1013			
236	7		ECC1002	ECC1002	ECC1002	ECC1002			236	7	DPS1051	DPS1051	DPS1051	DPS1051			
315	8	DPS1006	DPS1006	DPS1006	DEM1014	DEM1014	DEM1014		315	8	DEM1003	DEM1003	DPS1000	DPS1000	DPS1008	DPS1008	
318	9			DPS1004	DPS1004				318	9	DEM1032*	DEM1032*	DEM1032*	DEM1014	DEM1014	DEM1014	
320	10	ELC1036	ELC1036	DPS1000	DPS1000				320	10	DEM1033	DEM1033	DEM1031	DEM1031			
323	11	ESP1008	ESP1008						323	11	ESP1008	ESP1008	DEM1002	DEM1002			
326	12	DPEE1050	DPEE1050						326	12	ESP1012	ESP1012	DPS1004	DPS1004			
151	13	HDS1000*	HDS1000*	HDS1000*					151	13	TRP1004	TRP1004	DPEE1039	DPEE1039			
152	14	TRP1004	TRP1004	ECC1011	ECC1011				152	14	DPEE1022	DPEE1022	HDS1006	HDS1006			
155	15			TRP1008	TRP1008				155	15	HDS1000*	HDS1000*	HDS1000*				
160	16	DPEE1022	DPEE1022	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1006			160	16	ESA835	ESA835	ESA835				
161	17	ESA835	ESA835	ESA835					161	17	DPEE1047	DPEE1047	DPEE1047	DPEE1047			
164	18	ESP1012	ESP1012	ESP1056	ESP1056				164	18	DPEE1074	DPEE1074	EAC1019	EAC1019			
165	19	TRP1002	TRP1002						165	19	TRP1008	TRP1008	TRP1008	TRP1008			
251	20	ESP1050	ESP1050		ECC1013	ECC1013			251	20			ECC1011	ECC1011			
252	21	EAC1004	EAC1004	DEQ1040	DEQ1040				252	21	EAC1004	EAC1004	ESP1007	ESP1007			
255	22	DPEE1074	DPEE1074	ESP1021	ESP1021				255	22	EAC1028	EAC1028	EAC1028				
258	23	EAC1028	EAC1028	EAC1028					258	23	ESP1050	ESP1050	DEM1024	DEM1024			
259	24		ELC1064	ELC1064	ELC1090	ELC1090			259	24	TRP1002	TRP1002	ESP1021	ESP1021			
260	25	EAC1018	EAC1018	EAC1019	EAC1019				260	25			ECC1002	ECC1002	ECC1002		
262	26		ELC1099	ELC1099					262	26			ESP1056	ESP1056			
263	27			DEQ1013	DEQ1013				263	27							
266	28	DAU2052	DAU2052	DAU2052	ELC106	ELC106			266	28							
267	29								267	29							
357	30								357	30	DAU2052	DAU2052	DAU2052				
359	31		ELC1064	ELC1064					359	31							
363	32		ELC1077	ELC1077	LTE1059	LTE1059			363	32				LTE1059	LTE1059		
364	33	ELC1016	ELC1016	ELC1016	ELC1090	ELC1090			364	33				DAU2062	DAU2062		
367	34		ELC1069	ELC1069	ELC1071	ELC1071			367	34							
368	35		ELC1008	ELC1008	ELC1075	ELC1075			368	35							
1107	36			ELC1037	ELC1037				1107	36	DPEE1050	DPEE1050	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1006		
1304	37	DPS1051	DPS1051	DPS1051	DPS1051				1304	37		ELC1069	ELC1069	ELC1075	ELC1075		
1306	38	DPS1024	DPS1024	DPS1024	DPS1024				1306	38	EAC1018	EAC1018	DEQ1040	DEQ1040			
1309	39	DPEE1047	DPEE1047	DPEE1047	DPEE1047				1309	39			DEQ1013	DEQ1013			
203	40		EPG4074	EPG4074	EPG4074				203	40	TRP1006	TRP1006	TRP1006	TRP1006			
206	41	EPG1000	EPG1000			EPG1004	EPG1004		206	41	DPS1024	DPS1024	DPS1024	DPS1024	EPG1004	EPG1004	
1110	42	TRP1006	TRP1006	TRP1006	TRP1006				1110	42		EPG4074	EPG4074	EPG4074			
1205	43	DEQ1029	DEQ1029	DEQ1029		EPG1006	EPG1006		1205	43	EPG1000	EPG1000	DEQ1009	DEQ1009	EPG1006	EPG1006	
1207	44			EPG1020	EPG1020	EPG1020			1207	44	ELC1036	ELC1036	EPG1020	EPG1020	EPG1020		
1303	45			HDS1006	HDS1006				1303	45	DEQ1029	DEQ1029	DEQ1029	ELC106	ELC106		
1305	46			DPEE1039	DPEE1039				1305	46	ELC1016	ELC1016	ELC1016	ELC1090	ELC1090		
1307	47			DEQ1009	DEQ1009				1307	47	ELC1064	ELC1064	ELC1090	ELC1090			

Figura 29- Quarta-feira tarde 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

#### 6.7.19 2º Semestre: quinta-feira tarde

Neste dia EAC(1022) precisaria estar designada em sala com quadro verde e HDS(1000) em quadro branco. Destaca-se nessa nova grade as disciplinas dos departamentos não pertencentes ao CT (JUR, TPI, CAD) que tiveram suas turmas alocadas para o terceiro andar do anexo A, como mostra a Figura 30. A intenção de alocar essas disciplinas “longe” das principais salas utilizadas deve-se ao fato que esses professores como são de fora do Centro não haveriam de se incomodar em ter de se deslocar para determinada sala.

Também se salienta que o departamento ECC teve quase todas suas disciplinas alocadas no segundo andar do anexo A, mas como já discutido anteriormente os professores preferem que suas disciplinas sejam designadas para as salas do segundo andar do prédio principal devido à proximidade com o departamento. Porém o modelo/solver procura uma solução que equilibre todas as necessidades e requisitos de modo que *trade-offs* são feitos a fim de encontrar um resultado ideal para todos.

#### 6.7.20 2º Semestre: sexta-feira tarde

Para este dia apenas a disciplina DEM(1023) deveria estar alocada em sala com quadro verde. E tal como ocorrido em outras grades a nova solução agrupou nas salas as disciplinas de modo a proporcionar uma sobra de salas como ilustra a Figura 31. Dentre os destaques estão as disciplinas ELC que ficaram concentradas no anexo C e as DPEE no primeiro andar do anexo A.

Com isso, fica evidente pelos resultados descritos que o modelo proposto cumpriu ao seu propósito de otimizar a distribuição das disciplinas nas salas nos *time slots* correspondentes, ao ponto que as restrições essenciais e de qualidade fossem atendidas. De modo geral, as designações não se diferenciaram muito da solução atual e aquelas mais discrepantes foram em virtude dos referenciais de distâncias.

Todavia, o modelo conseguiu promover a sobra de espaços através do aumento da taxa de ocupação destes lugares, fazendo com que a mesma sala fosse ocupada por mais disciplinas ao longo do turno (manhã e tarde). Além disso, a partir das soluções computacionais foi possível constatar certas infactibilidades entre a capacidade das salas e a oferta de vagas das disciplinas que na solução manual são passíveis de resolução em virtude do *know-how* do tomador de decisões, mas que no sistema tornaram-se irresolúveis.

ATUAL 2014									SOLUÇÃO SOLVER								
Salas	Timeslots								Salas	Timeslots(K)							
	1(12:30-13:30)	2(13:30-14:30)	3(14:30-15:30)	4(15:30-16:30)	5(16:30-17:30)	6(17:30-18:30)	7(18:30-19:30)	8(19:30-20:30)		12:30-13:30(1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)	19:30-20:30(8)
218	1	ELC1022	ELC1022	DEM1031	DEM1031				218	1	ELC1074	ELC1074	ELC1074				
219	2	ELC1112	ELC1112	ELC1111	ELC1111				219	2	TRP1003	TRP1003	ELC1026	ELC1026			
220	3	ESP100	ESP100			DEM1009	DEM1009		220	3		ELC1068	ELC1068	ELC1010	ELC1010		
221	4			DEM1028	DEM1028				221	4	DPS1012	DPS1012	DPS1012	ELC1088	ELC1088		
224	5		ECC1004	ECC1004					224	5	TRP1003	TRP1003	ECC1020	ECC1020			
235	6	ECC1011	ECC1011	ECC1020	ECC1020				235	6	ELC1022	ELC1022	ELC138	ELC138			
236	7	EAC1008	EAC1008	EAC1000	EAC1000	EAC1000			236	7		ELC1076	ELC1076	ELC1079	ELC1079		
315	8	DEM1030	DEM1030	DEM1030	DEM1030	DEM1016	DEM1016		315	8	DEM1030	DEM1030	DEM1030	DEM1030	ESP1018	ESP1018	
318	9			DPEE1065	DPEE1065	DPS1004	DPS1004		318	9	ESP1055	ESP1055	DEM1031	DEM1031			
320	10	ESP1055	ESP1055	ELC1028	ELC1028				320	10	DPS1044	DPS1044	DPS1044	DPS1044	DPS1004	DPS1004	
323	11	DPS1012	DPS1012	DPS1012		ESP1018	ESP1018		323	11	DPS1023	DPS1023	DPS1023		DEM1016	DEM1016	
326	12	ESP1010	ESP1010			ESP1049	ESP1049		326	12	ESP1010	ESP1010	DEM1028	DEM1028	DEM1009	DEM1009	
151	13	HDS1000*	HDS1000*	HDS1000*	JUR116	JUR116			151	13	DPEE1057	DPEE1057	DPEE1056	DPEE1056			
152	14	TRP1003	TRP1003	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1006			152	14	HDS1006	HDS1006	HDS4052	HDS4052			
155	15		HDS1004	HDS1004	HDS1004	HDS1004			155	15	DPEE1063	DPEE1063	ESA836	ESA836	ESA836	ESA836	
160	16	TPH126	TPH126	TPH126					160	16	HDS1032	HDS1032	DPEE1044	DPEE1044	DPEE1044	DPEE1044	
161	17	HDS1014	HDS1014	HDS1014	HDS1014				161	17		HDS1004	HDS1004	HDS1004	HDS1004		
164	18	CAD413	CAD413	ESA836	ESA836	ESA836	ESA836		164	18	HDS1014	HDS1014	DPEE1065	DPEE1065			
165	19	HDS1032	HDS1032	HDS4052	HDS4052				165	19	DPEE1000	DPEE1000	HDS1014	HDS1014			
251	20	DEQ1040	DEQ1040	ELC1026	ELC1026				251	20	EAC1008	EAC1008					
252	21	EAC1022	EAC1022	EAC1015	EAC1015	EAC1015			252	21	ESP100	ESP100					
255	22	ELC1103	ELC1103			ELC102/116			255	22		ECC1004	ECC1004				
258	23	JUR1071	JUR1071						258	23	ESP610	ESP610					
259	24	ESP610	ESP610	ELC1119	ELC1119				259	24	ECC1032	ECC1032	ECC1032	ECC1032			
260	25	EAC1017	EAC1017						260	25							
262	26	JUR116	JUR116	ELC1042	ELC1042				262	26	EAC1017	EAC1017					
263	27	ELC1060	ELC1060						263	27	ECC1011	ECC1011					
266	28	TRP1003	TRP1003		ELC1010	ELC1010			266	28							
267	29	ELC1031	ELC1031	ELC138	ELC138				267	29							
357	30								357	30							
359	31				ELC607	ELC607			359	31							
363	32		ELC1076	ELC1076	ELC1079	ELC1079			363	32	TPH126	TPH126	TPH126				
364	33		ELC1074	ELC1074	ELC1074	ELC1074			364	33	JUR1071	JUR1071					
367	34		ELC1072	ELC1072	ELC1010	ELC1010			367	34	CAD413	CAD413					
368	35		ELC1068	ELC1068	ELC1088	ELC1088			368	35	JUR116	JUR116					
1107	36								1107	36	HDS1000*	HDS1000*	HDS1000*	JUR116	JUR116		
1304	37	DPEE1063	DPEE1063	DPEE1056	DPEE1056				1304	37	ELC1060	ELC1060	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1006		
1306	38	DPS1044	DPS1044	DPS1044	DPS1044				1306	38	DEQ1040	DEQ1040	EAC1000	EAC1000	EAC1000		
1309	39	DPEE1000	DPEE1000	DPEE1044	DPEE1044	DPEE1044	DPEE1044		1309	39		ELC1072	ELC1072	ELC1010	ELC1010		
203	40	EPG4074	EPG4074						203	40	EPG4074	EPG4074	TRP1006	TRP1006			
206	41								206	41	ELC1031	ELC1031	ELC1028	ELC1028	ESP1049	ESP1049	
1110	42			TRP1006	TRP1006				1110	42							
1205	43								1205	43	EAC1022	EAC1022	EAC1015	EAC1015	EAC1015		
1207	44	ECC1032	ECC1032	ECC1032	ECC1032				1207	44				ELC607	ELC607		
1303	45	HDS1006	HDS1006						1303	45	ELC1103	ELC1103	ELC1111	ELC1111	ELC102/116		
1305	46	DPS1023	DPS1023	DPS1023					1305	46	ELC1112	ELC1112	ELC1119	ELC1119			
1307	47	DPEE1057	DPEE1057						1307	47			ELC1042	ELC1042			

Figura 30 – Quinta-feira tarde 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

ATUAL 2014									SOLUÇÃO SOLVER								
Salas	Timeslots								Salas	Timeslots(K)							
	1(12:30-13:30)	2 (13:30-14:30)	3 (14:30-15:30)	4(15:30-16:30)	5(16:30-17:30)	6(17:30-18:30)	7(18:30-19:30)	8(19:30-20:30)		12:30 -13:30 (1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)	19:30-20:30(8)
218	1	DEM1010	DEM1010	DEM1003	DEM1003				218	1	ELC1032	ELC1032					
219	2			ELC1112	ELC1112				219	2		TRP1008	TRP1008	TRP1008			
220	3		DEM1009	DEM1009					220	3							
221	4	DEM1023*	DEM1023*	DEM1023*	DEM1024	DEM1024			221	4		DEM1009	DEM1009				
224	5								224	5	ECC6056	ECC6056	ECC6056				
235	6	ECC6056	ECC6056	ECC6056					235	6	DEM1013	DEM1013					
236	7								236	7							
315	8	DEM1013	DEM1013	DEM1016	DEM1016				315	8	ESP1047	ESP1047	DEM1016	DEM1016			
318	9								318	9	DEM1023*	DEM1023*	DEM1023*	DEM1024	DEM1024		
320	10								320	10	DPS1041	DPS1041	DPS1041	DPS1041			
323	11	ESP1047	ESP1047						323	11	ESP1042	ESP1042	ESP1042	ESP1042			
326	12	ESP1042	ESP1042	ESP1042	ESP1042				326	12	DEM1010	DEM1010	DEM1003	DEM1003			
151	13		HDS1009	HDS1009	HDS1009				151	13		HDS1009	HDS1009	HDS1009			
152	14		HDS1009	HDS1009	HDS1009				152	14	ESA834	ESA834	ESA834	ESA834			
155	15		HDS1004	HDS1004	HDS1004	HDS1004			155	15	DPEE1075	DPEE1075	DPEE1075	DPEE1075			
160	16	ELC1032	ELC1032						160	16	DPEE1048	DPEE1048	DPEE1048	DPEE1048			
161	17	ESA834	ESA834	ESA834	ESA834				161	17		HDS1009	HDS1009	HDS1009			
164	18	HDS1002	HDS1002	HDS1002	HDS1002				164	18	HDS1002	HDS1002	HDS1002	HDS1002			
165	19		TRP1008	TRP1008	TRP1008				165	19		HDS1004	HDS1004	HDS1004	HDS1004		
251	20								251	20							
252	21	EAC1015	EAC1015						252	21							
255	22								255	22							
258	23	DPEE1075	DPEE1075	DPEE1075	DPEE1075				258	23							
259	24	DEQ1051	DEQ1051	DEQ1051					259	24							
260	25	ELC1120	ELC1120						260	25							
262	26	ELC1091	ELC1091	ELC1099	ELC1099				262	26							
263	27	ELC1107	ELC1107						263	27							
266	28		ELC106	ELC106					266	28							
267	29	ELC1033	ELC1033	ELC1029	ELC1029				267	29							
357	30								357	30							
359	31	ELC1000	ELC1000						359	31							
363	32		CAD1002	CAD1002	CAD1002	CAD1002			363	32							
364	33								364	33		CAD1002	CAD1002	CAD1002	CAD1002		
367	34		CAD1044	CAD1044	CAD1044	CAD1044			367	34							
368	35								368	35							
1107	36								1107	36		CAD1044	CAD1044	CAD1044	CAD1044		
1304	37								1304	37	ELC1033	ELC1033	ELC1029	ELC1029			
1306	38	DPS1041	DPS1041	DPS1041	DPS1041				1306	38	ELC1107	ELC1107	ELC1099	ELC1099			
1309	39	DPEE1048	DPEE1048	DPEE1048	DPEE1048				1309	39		ELC106	ELC106				
203	40								203	40							
206	41	EPGI015	EPGI015	EPGI015	EPGI004	EPGI004			206	41	EPGI015	EPGI015	EPGI015	EPGI004	EPGI004		
1110	42								1110	42							
1205	43								1205	43	EAC1015	EAC1015	EPGI020	EPGI020	EPGI020		
1207	44			EPGI020	EPGI020	EPGI020			1207	44	DEQ1051	DEQ1051	DEQ1051				
1303	45								1303	45	ELC1000	ELC1000	ELC1112	ELC1112			
1305	46								1305	46	ELC1120	ELC1120					
1307	47								1307	47	ELC1091	ELC1091					

Figura 31 – Sexta-feira tarde 2ºsem/2014: comparativo entre a alocação atual x proposta

A partir do Quadro 5 observa-se o percentual de salas ocupadas, ou livres, em cada um dos dias da semana através da relação: número de salas com no mínimo 1 *time slots* de ocupação pelo número total de salas (47).

	Dia/Turno	Solução Atual		Solução Proposta	
		TO	TD	TO	TD
1º Semestre/2014	Segunda-Feira Manhã	95,74%	4,26%	95,74%	4,26%
	Terça-Feira Manhã	97,87%	2,13%	97,87%	2,13%
	Quarta-Feira Manhã	93,62%	6,38%	93,62%	6,38%
	Quinta-Feira Manhã	93,62%	6,38%	91,49%	8,51%
	Sexta-Feira Manhã	89,36%	10,64%	82,98%	17,02%
	Segunda-Feira Tarde	93,62%	6,38%	91,49%	8,51%
	Terça-Feira Tarde	93,62%	6,38%	91,49%	8,51%
	Quarta-Feira Tarde	89,36%	10,64%	87,23%	12,77%
	Quinta-Feira Tarde	89,36%	10,64%	85,11%	14,89%
	Sexta-Feira Tarde	51,06%	48,94%	48,94%	51,06%
2º Semestre/2014	Segunda-Feira Manhã	87,23%	12,77%	74,47%	25,53%
	Terça-Feira Manhã	100%	0	97,87%	2,13%
	Quarta-Feira Manhã	97,87%	2,13%	97,87%	2,13%
	Quinta-Feira Manhã	87,23%	12,77%	82,98%	17,02%
	Sexta-Feira Manhã	76,60%	23,40%	68,09%	31,91%
	Segunda-Feira Tarde	95,74%	4,26%	85,11%	14,89%
	Terça-Feira Tarde	93,62%	6,38%	87,23%	12,77%
	Quarta-Feira Tarde	95,74%	4,26%	87,23%	12,77%
	Quinta-Feira Tarde	91,49%	8,51%	87,23%	12,77%
	Sexta-Feira Tarde	61,70%	38,30%	59,57%	40,43%

Quadro 5- Taxa de Salas Ocupadas e Livres

Legenda: TO- taxa de ocupação TD – taxa de desocupação

Nota-se que em dias de alta oferta de disciplinas (terça e quarta-feira) a taxa de ocupação das salas não sofre uma variação grande em virtude da baixa disponibilidade de *slots* livres para a alocação, por exemplo, na terça-feira pela manhã no 2º semestre todas as salas tem pelo menos 1 *slot* de ocupação durante a manhã. A ocupação média das salas teve um pico de 100% na solução vigente e 97,87% na solução proposta, no caso de sexta pela manhã (1sem) a ocupação média das salas foi 89,36% (manual) e 82,98% (*solver*). Isso sugere que pode ser feita uma melhor distribuição dos horários, minimizando o uso de salas e economizando equipamentos, ou até mesmo, planejar uma expansão dos cursos sem necessidade de novos espaços físicos.

Para esses dias com baixa variação a análise de ganho da solução deu-se a partir da melhora das distâncias entre as salas dos professores e as salas de aula.

## 6.8. Validação dos Resultados

Após o término da geração dos resultados os mesmos foram apresentados para a responsável pela designação de salas do Centro de Tecnologia [Ana Laura] para que ela pudesse

fazer as suas considerações sobre as soluções encontradas. Dentre as principais observações apontadas estavam: a diferença entre a alocação do DECC (2º andar anexo A) e DELC (2º andar prédio principal) em relação a atual, o fato de as disciplinas de um determinado professor terem sido alocadas diferente da vigente e também que as disciplinas do DELC provenientes do DPEE não estavam em conformidade com a distância do departamento.

Essas incongruências entre a alocação foram decorrentes das referências utilizadas na matriz de distância, com exceção do caso do professor, assim para a designação do 1º semestre de 2015, Apêndice A, essas observações foram corrigidas a fim de alcançar uma solução mais próxima da ideal.

Assim, de modo geral a responsável ficou bastante satisfeita com os resultados porque com a utilização desses quadros ficou evidente quais salas tem maior demanda, assim como os prédios, e quais os horários e dias da semana tem a maior oferta de disciplinas. Segundo sua análise seria possível aplicar as soluções propostas no futuro porque esses resultados encontrados apesar de não satisfazer a preferência de todos os professores em si, atende aos requisitos das salas.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi propor uma nova configuração para a alocação de salas do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria a fim de tornar mais eficiente o uso dos espaços em virtude da crescente demanda do Centro. Para tanto foi desenvolvido um modelo matemático que pudesse retratar a realidade vivenciada pelo tomador de decisão.

O problema de alocação de salas (PAS) consiste na alocação de disciplinas, com horários já definidos, em salas de aula em determinados períodos (*time slots*). Entretanto, esse problema de otimização combinatória é notoriamente conhecido como pertencente à classe NP-*hard* em virtude da complexidade da sua resolução, por isso diversas técnicas têm sido utilizadas para buscar uma solução de qualidade, dentre essas as heurísticas e a programação linear.

O Centro de Tecnologia da UFSM objeto deste estudo realiza esse processo de designação de salas duas vezes ao ano, antes do início das aulas, tendo somente uma pessoa responsável por realizar toda a designação das salas manualmente. No entanto, a cada ano essa atividade torna-se mais desafiadora devido ao aumento do número de disciplinas ofertadas e também de cursos de graduação, hoje quatorze. Mas para essa distribuição várias decisões são tomadas dentre as quais: primeiramente alocar as disciplinas dos alunos que requeiram acessibilidade, procurar manter o professor o maior tempo possível na mesma sala, reduzir a distância percorrida pelos professores entre suas salas e as salas de aula, além consentir a preferências pessoais de docentes.

Assim, para atender a essas demandas optou-se por desenvolver este trabalho sobre os preceitos da programação linear (problema de designação), apesar das características de complexidade que envolvem a solução. Deste modo, foi construído um modelo matemático que pudesse abordar este problema de alocação multi-índice, pois almeja-se alocar a disciplina, na sala, no horário pré-determinado a ela. Para Al-Yakoob & Sherali (2006) os problemas de horários acadêmicos de disciplinas comumente admitem formulações multidimensionais de designações, no qual as soluções dependem de um intrincado ambiente de horários e do tamanho do problema quanto ao número de variáveis e restrições. Logo, o modelo foi construído considerando-se que um dado conjunto de  $m$  disciplinas deveriam ser alocadas a  $n$  salas de aula em  $k$  períodos tendo os horários de cada disciplina já conhecidos e consistia, portanto, em minimizar o custo entre a razão da capacidade da sala/oferta da disciplina e a menor distância entre as salas de aula e a do professor, e atender a uma série de restrições essenciais (capacidade de sala, salas de desenho...) e de qualidade.

Caso, não houvesse intersecção entre os períodos da manhã e tarde este modelo poderia representar a alocação das disciplinas em um dia, porém neste estudo optou-se por trabalhar cada turno separadamente. Essa adaptação também ocorreu em virtude do receio de o modelo apresentar inconsistências caso as instâncias fossem rodadas em uma única entrada devido à natureza do problema (complexidade), todavia essa escolha, inclusive, ao longo da pesquisa mostrou-se a mais acertada por conta do elevado número de restrições/variáveis e iterações.

A partir das soluções computacionais obteve-se uma melhor distribuição dos espaços de modo que em muitas das soluções houve sobra de salas em comparação à solução vigente, fato esse que atende a um dos objetivos deste trabalho: otimizar a distribuição dos espaços. Isso foi possível porque aumentou a taxa de ocupação destes lugares, fazendo com que a mesma sala fosse ocupada por mais disciplinas durante o dia. Como pode-se notar a ocupação média das salas (pelo menos 1 *time slot* de ocupação) teve um pico de 100% na solução vigente e 97,87% na solução proposta, no caso de sexta pela manhã (1sem) a ocupação média das salas foi 89,36% (manual) e 82,98% (*solver*). Isso sugere que pode ser feita uma melhor distribuição dos horários, minimizando o uso de salas e economizando equipamentos, ou até mesmo, planejar uma expansão dos cursos sem necessidade de novos espaços físicos.

De modo geral as novas soluções apresentaram muitas semelhanças com a manualmente realizada o que enaltece ainda mais o trabalho da encarregada pela atividade. Entre as diferenças mais significativas no comparativo entre as soluções estão as disciplinas do DELC devido às referências utilizadas na matriz de distância. Ressalta-se ainda que o modelo/*solver* procurou gerar uma solução que equilibrasse todas as necessidades e requisitos de modo que *trade-offs* foram feitos a fim de encontrar um resultado ideal para todos.

Observou-se também que há sobrecarga na oferta de disciplinas nos dias considerados nobres (terça a quinta), enquanto que em outros períodos há disponibilidade, no entanto essa situação pode agravar-se caso mais disciplinas sejam ofertadas nesses horários críticos e não haja novos investimentos em infraestrutura, assim essa advertência atende a outro objetivo deste trabalho: compreender a dinâmica de *timetabling* no CT.

Outro detalhe é a questão das preferências dos professores, pois o problema de alocação de salas trata-se de designar disciplinas, com horários pré-determinados, a salas atendendo a uma série de restrições globais que não necessariamente correspondem a vontade dos professores. Contudo, toda vez que uma solicitação, quadro verde/quadro branco, é consentida está se atendendo a uma restrição dos professores e não da sala, logo esta é uma tendência que consegue ser melhor gerenciada na solução manual em relação a computacional.



Mas apesar da eficiência dos resultados gerados foram encontradas ao longo da resolução fatores de infactibilidade como entre a capacidade das salas e a oferta de vagas das disciplinas. Na solução manual essas inconformidades são passíveis de ajustes em virtude do *know-how* do tomador de decisões, mas no ambiente computacional tornam-se irresolúveis. Outro fator foi o excesso de disciplinas ofertadas em um determinado período ( $k$ ), isso porque não havia salas suficientes para suprir a demanda. O que sugere que o problema de alocação de salas além de atender as premissas básicas de restrições e otimização ainda depende de um equilíbrio entre os horários de oferta das disciplinas, uma vez que se houver muitas disciplinas com a mesma hora de início, provavelmente não haverá espaços para as que vierem nos períodos seguintes. Também é fator de infactibilidade a necessidade de salas de desenho x disciplinas que requerem salas de desenho, pois caso as disciplinas que necessitam dessas salas estiverem em horários conflitantes pode não haver salas suficientes.

Ao final, esta nova configuração de distribuição de salas foi entregue para a responsável pela tarefa no Centro para que pudessem ser analisados por quem trabalha com isso há pelo menos 10 anos e segundo ela as soluções propostas poderiam ser adotadas no futuro e que também atendem a necessidade do Centro, logo, validando a adaptação do modelo.

Entre as limitações enfrentadas estão a variabilidade das disciplinas ofertadas e conseqüentemente demanda dos professores, e o fato das salas dos professores não apresentar um padrão de localização como no caso das disciplinas do DELC que recentemente se dividiu em mais dois departamentos mudando assim a dinâmica de alocação dos professores. Soma-se a isso o fato de que muitas disciplinas trocam de professores nos semestres o que faz com que a cada ano uma nova designação tenha que ser realizada como mostra a grade gerada para o 1º Semestre de 2015 (Apêndice A).

Espera-se que este trabalho possa auxiliar a tomada de decisão dos gestores bem como servir como um aporte para novas possibilidades de alocação no Centro. O modelo computacional mostrou-se bastante eficiente, mas não substituem o olhar subjetivo do tomador de decisão uma porque muitas variáveis não podem ser modeladas, e outra porque os modelos tratam-se de representações do problema real, mas não podem ser entendidos como uma cópia fiel.

E que também os resultados encontrados possam contribuir para a gestão do CT assim como no estudo de Subramanian et al. (2011) no qual os resultados permitiram aumentar a eficiência da gestão administrativa do Centro quanto às mudanças de horários nas turmas e na definição de horários de novos, alcançando-se um maior aproveitando do conjunto de salas.

Além de promover ganhos na manutenção deste conhecimento entre os funcionários do Centro de Tecnologia disponibilizando essas informações para um maior número de pessoas como no estudo de Mooney et al. (1996) na Universidade de Purdue.

Igualmente, almeja-se que o trabalho tenha contribuído para o melhor entendimento do problema de alocação de salas e que o modelo proposto possa auxiliar na construção de novas soluções em trabalhos futuros. Pois, sendo este problema apenas um vértice do problema de *course timetabling* sua resolução poderá gerar inquietações para a continuação do estudo das demais variantes deste como: a geração do quadro de horários e a oferta de disciplinas pelos departamentos que compõem o CT com a otimização de disciplinas (seja pelo enxugamento das mesmas ou pela oferta de novas).

Finalmente, sugere-se o desenvolvimento de um sistema próprio, mais precisamente um sistema de apoio a decisão, de modo a auxiliar a alocação das salas. E também o teste da qualidade da solução através de métodos Metaheurísticos como a maioria dos trabalhos referenciados na revisão a fim de explorar outras características do problema.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDENNADHER, S., SAFT, M., & WILL, S. Classroom Assignment using constraint logic programming. In: **Proceedings of the The Second International Conference and Exhibition on The Practical Application of Constraint Technologies and Logic Programming**, PACLP, 2000.

AL-YAKOOB, S.M. & SHERALI, H.D. Mathematical programming models and algorithms for a class-faculty assignment problem. **European Journal of Operational Research**, v. 173, p. 488-507, 2006.

ALVAREZ-VALDÉS, R., CRESPO, E. & TAMARIT, J. M. Design and implementation of a course scheduling system using tabu search. **European Journal of Operational Research**, v.137, p. 512-523, 2002.

ANDRADE, E. L. de. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

ARENALES, M. N.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R. & YANASSE, H. **Pesquisa Operacional para Cursos de Engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BAKER, B.M., & SHEASBY, J. Accelerating the convergency of subgradient optimisation. **European Journal of Operational Research**, v. 117, p. 136-144, 1999.

BALACHANDRAN, V. **An integer generalized transportation model for optimal log assignment in computer networks**. Working Paper 34-72-3. Graduate School of Industrial Administration, Carnegie-Mellon University, Pittsburg, 1976.

BALTA, A. G. C., ARROYO, J. E. C., & ANDRADE, R.G. de Aplicação de Autovetores para a atribuição de preferências aos recursos no problema de alocação de salas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 38.,2006, Goiânia. **Anais eletrônicos...**, Goiânia: SBPO, 2006. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2006/pdf/arq0042.pdf>> Acesso em: 9 out. 2013.

BARDADYM, V. A. Computer-Aided School and University Timetabling: The New Wave. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 1153, p. 22-45, 1996.

BEYROUTHY, C., BURKE, EK., LANDA-SILVA, D.; MCCOLLUM, B., & PARKES, AJ. Towards Improving the Utilisation of University Teaching Space. **Journal of the Operational Research Society**, v. 60, p. 130-143, 2009.

BURIOL, L.S. **Algoritmo Memético para o problema do Caixeiro Viajante assimétrico como parte de um framework para algoritmos evolutivos**. 2000. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

BURKE, E. K., & VARLEY, D.B. Space allocation: an analysis of higher education requirements. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 1408, p. 20-36, 1997.

BURKE, E.K., KINGSTON, J.H., & de WERRA, D. Applications to timetabling. In: GROSS, J. & YELLEN, J. (Eds.). **The handbook of graph theory**. London: Chapman Hall/CRC, p.445-474, 2004.

BURKE, E.k.; PETROVIC, S.; & QU, R. Case-based heuristic selection for timetabling problems. **Journal of Scheduling**, v. 9, p. 115-132, 2006.

CARTER, M.W. & LAPORTE, G. Recent Developments in Practical Course Timetabling. Practice and theory of automated timetabling, In E. K. Burke & P. Ross (Eds.). **Lecture notes in computer Science (Vol. 1408. Practice and theory of automated timetabling II: selected papers from the 2nd international conference, pp. 3–19)**. Berlin: Springer, 1996.

CARTER, M.W. & TOVEY, C.A. When Is the Classroom Assignment Problem Hard? **Operations Research**, v. 40, n.1, p. 28-39, 1992.

COLIN, E.C. **Pesquisa Operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

CORDENONSI, A.Z. **Ambientes, Objetos e Dialogicidade: uma estratégia de ensino superior em heurísticas e metaheurísticas**. 2008. 228f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

DIMOPOULOU, M. & MILIOTIS, P. Implementation of a university course and examination timetabling system. **European Journal of Operational Research**, v. 130, p. 202-213, 2001.

DORIGO, M. **Optimization, Learning and Natural Algorithms**. Phd thesis. Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano, IT, 1992.

EVEN, S., ITAI, A. & SHAMIR, A. On the complexity of timetabling and multicommodity flow problems. **SIAM Journal of Computation**, v.5, p. 691-703, 1976.

FEO, T.; & RESENDE, M. A. Greedy Randomized Adaptive Search Procedure for Maximum Independent Set. **Operations Research**, v. 42, p. 860-879, 1994.

FILHO, W.M. **Desenvolvimento e aplicação de algoritmos heurísticos ao problema de alocação de espaço físico**. 2008. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

FIZZANO, P.; & SWANSON, S. Scheduling Classes on a College Campus. **Computational Optimization and Applications**, v. 16, p. 279-294, 2000.

GAREY, M.R., & JOHNSON, D.S. **Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-completeness**. San Francisco: Freeman, 1979.

GLOVER, F. Future paths for integer programming and links with artificial intelligence. **Computers and Operational Research**, v.5, p. 533-549, 1986.

GOLDBARG, M.C., & LUNA, H.P.L. **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos (2ª ed.)**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

GORDBERG, D, E. **Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning**. Boston: Addison Wesley, 1989.

GOODRICH, M.T., & TAMASSIA, R. **Projeto de Algoritmos: fundamentos, análise e exemplos da Internet**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

HERNÁNDEZ-DÍAZ, A.G., GUERRERO, F.M.C., CABALLERO, R.F., & MOLINA, J. L. Algoritmo Tabú para um problema de distribuição de espaços. **Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa**, v.1(junio), p. 25-37, 2006.

HILLIER, F.S., & LIEBERMAN, G.J. **Introdução à pesquisa operacional** (9ª ed.). Porto Alegre: AMGH, 2013.

KIRKPATRICK, S.; GELLATI, C.D. & VECCHI, M. Optimization by Simulated Annealing. **Science**, v. 220, p. 671-680, 1983.

KRIPKA, R.M.L. & KRIPKA, M. Simulated Annealing aplicado ao problema de alocação de salas com deslocamento mínimo. In: LOPES et al. (Eds.). **Meta-heurísticas em Pesquisa Operacional**. Curitiba: Omnipax, cap.20, p. 325-338, 2013.

KRIPKA, R.M.L., & KRIPKA, M. Alocação de Salas Objetivando a Minimização de Deslocamento dos Alunos pelo Campus Central da Universidade de Passo Fundo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA COMPUTACIONAL, 34., 2012, Águas de Lindóia. **Anais eletrônicos...**, Águas de Lindóia: SBMAC, 2012. Disponível em: < [http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/xxxiv\\_cnmac/pdf/757.pdf](http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/xxxiv_cnmac/pdf/757.pdf)> Acesso em: 9 out. 2013.

KRIPKA, R.M.L. & KRIPKA, M. Simulated Annealing aplicado na otimização da alocação de salas em instituição de ensino superior. **Asociación Argentina de Mecánica Computacional**, v. 29, n. 95, p. 9317-9325, 2010.

LACHTERMARCHER, G. **Pesquisa Operacional na tomada de decisões**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LUAN, F. & YAO, X. **Solving real-world lecture room assignment problems by genetic algorithms**, **Complex Systems - From Local Interactions to Global Phenomena**. Amsterdam: IOS Press, p. 148-160, 1996.

MARTÍNEZ-ALFARO, H., & FLORES-TERÁN, G. Solving the classroom assignment problem with simulated annealing. In: **Ieee International Conference on Systems, Man, & Cybernetics**, San Diego, USA, v. 4, p. 3703 – 3708, 1998.

MARTÍNEZ-ALFARO, H., MINERO, J., ALANÍS, G.E. & LEAL, N. A. Using Simulated Annealing to solve the classroom assignment problem. In: **Proceedings of the 1st Joint Conference on Intelligent Systems/ISAI/IFIS**, p. 370-377, 1996.

MLADENOVIC, N., & HANSEN, P. Variable Neighborhood Search. **Computers and Operations Research**, v. 24, p. 1097-1100, 1997.

MLADENOVIC, N., & HANSEN, P. Variable Neighborhood Search: Methods and Recent Applications. In: **Third Metaheuristics International Conference**, Angra dos Reis, Brasil, p. 275-280, 1999.

MOONEY, E., RARDIN, R.L. & PARMENTER, W.J. Large-scale classroom scheduling. **IIE Transactions**, v. 28, p. 369-378, 1996.

MOREIRA, D. A. **Pesquisa Operacional: curso introdutório**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MOSCATO, P. On Evolution, Search, Optimization, Genetic Algorithms and Martial Arts: Towards Memetic Algorithms. In: **Caltech Concurrent Computation Program**, C3P Report 826, 1989.

MÜLLER, F. M. **Algoritmos heurísticos e exatos para a resolução do problema de sequenciamento em processadores paralelos**. 1993. 133. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993).

PEREIRA, E.M.K.A., KLIPPEL, E.M. & JUNIOR, L.C.F. Um tratamento para o problema de alocação de disciplinas às salas de aula utilizando a meta-heurística colônia de formigas. **Scientia Vila Velha (ES)**, v. 4, n. 12, 17-28, 2003.

PIGATTI, A.A. **Modelos e algoritmos para o problema de alocação generalizada e aplicações**. Dissertação (Mestrado xxxx), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

POULSEN, C.J.B. **Desenvolvimento de um modelo para o school timetabling problem baseado na meta-heurística simulated annealing**. 2012. 140f. Dissertação (Mestrado em Administração) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

QU, R., BURKE, E.K., MCCOLLUM, B., MERLOT, L.T.G. & LEE, S.Y. (2009). A survey of search methodologies and automated system development for examination timetabling. **Journal of Scheduling**, v. 12, n.1, p55-89, 2009.

SALOMÃO, S.N.A. **Métodos de Geração de Colunas para Problemas de Atribuição**. 2005. 146f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

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, p.131-141, 2010.

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

SILVA, A.S.N. **Estudo e Implementação, Mediante Recozimento Simulado, do Problema de Alocação de Salas**. 2005.108f. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

SILVA, G. C., PEREIRA, R., BOAVENTURA NETTO, P.O., JURKIEWICZ, S. & MEIRELLES, L. A. Programação de horários com reservas no curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 38., 2006, Goiânia. **Anais eletrônicos...**, Goiânia: SBPO, 2006. Disponível em: < <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2006/pdf/arq0039.pdf> > Acesso em: 9 out. 2013.

SILVA, A.S.N., SAMPAIO, R.M. & ALVARENGA, G.B. Uma aplicação de simulated annealing para o problema de alocação de salas. INFOCOMP- **Journal of Computer Science**, v. 4, n.3, p. 59 -66, 2005.

SILVA, D.J. da & SILVA, G.C. da. Heurísticas Baseadas no Algoritmo de Coloração de Grafos para o problema de alocação de salas em uma instituição de ensino superior. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 42., 2010, Bento Gonçalves. **Anais**

**eletrônicos...**, Bento Gonçalves: SBPO, 2010. Disponível em: <[http://www.sobrapo.org.br/sbpo2010/xliisbpo\\_pdf/72192.pdf](http://www.sobrapo.org.br/sbpo2010/xliisbpo_pdf/72192.pdf)> Acesso em: 11 out. 2013.

SOUZA, M.J.F., MARTINS, A.X. & ARAÚJO, C.R. Experiências com a utilização de Simulated Annealing e Busca Tabu na resolução do Problema de Alocação de Salas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 34., 2002a, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...**, Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2002a. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/marcone/Publicacoes/SBPO-2002-PAS-TC0106.pdf>> Acesso em: 13 out. 2013.

SOUZA, M.J.F., MARTINS, A.X., ARAÚJO, C.R & COSTA, F.W.A. Métodos de Pesquisa em Vizinhança Variável aplicados ao Problema de Alocação de Salas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22., 2002b, Curitiba. **Anais eletrônicos...**, Curitiba: ENEGEP, 2002b. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/marcone/Publicacoes/ENEGEP-2002-PAS.pdf>> Acesso: 13 out. 2013.

SPIEKSMAN, F.C.R. Multi index assignment problems: complexity, approximation, applications. In: PARDALOS, P. M. & PITSOULIS, L. (Eds.). **Nonlinear assignment problems – algorithms and applications**. ed. 7. New York: Springer US, cap.1, p.1-11, 2000.

SUBRAMANIAN, A., MEDEIROS, J.M.F., CABRAL, L.A.F. & SOUZA, M.J.F. Aplicação da metaheurística Busca Tabu na resolução do Problema de Alocação de Salas do Centro de Tecnologia da UFPB. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26., 2006, Fortaleza. **Anais eletrônicos...**, Fortaleza: ENEGEP, 2006. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006\\_tr460318\\_7067.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr460318_7067.pdf)> Acesso: 14 out. 2013.

SUBRAMANIAN, A., MEDEIROS, J.M., FORMIGA, L, A., & SOUZA, M.J.F. Aplicação da metaheurística busca tabu ao problema de alocação de aulas a salas em uma instituição universitária. **Revista Produção Online**, v.11, n.1, p. 54-75, 2011.

TAHA, H. A. **Pesquisa Operacional: uma visão geral** (8ª ed.). São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

THONGSANIT, K. Solving the course- classroom assignment problem for a university. **Silpakorn University Science and Technology Journal**, v. 8, n.1, p. 46-52, 2014.

TORRES-OVALLE, C.; MONTOYA-TORRES, J.R.; SARMIENTO-LEPESQUEUR, A. & CASTILLA-LUNA, M. University Course Scheduling and Classroom Assignment – Programación de horarios y asignación de aulas de clases universitarias. **Ingeniería y Universidad**, v.18, n.1, Bogotá, p. 59-75, 2014.

Universidade Federal de Santa Maria (2014). UFSM- Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. Disponível: <<http://www.ct.ufsm.br>>. Acesso em: 21 jan.2014.

VIEIRA, L.E. **Algoritmo Evolutivo para o Problema do Caixeiro Viajante com Demandas Heterogêneas**. 2006. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

WATERER, H. A zero-one programming model for room assignment at the University of Auckland. **New Zealand Operational Research Conference Proceedings**, n.11, p. 63-70, 1995.

## **APÊNDICE A - Alocação de Salas 1º Semestre/2015**

A partir dos testes realizados com o primeiro e segundo semestre de 2014 optou-se por testar a aplicabilidade do modelo para o primeiro semestre de 2015. Os procedimentos adotados foram os mesmos das instâncias anteriores, acrescidos de ajustes feitos por meio da validação, feita com a responsável pela tarefa, com os resultados propostos. Dentre as quais: ajustar as distâncias das disciplinas provenientes do ELC/DPEE e alocar as disciplinas TRP(1005) e TRP(1006) antes em salas com mesas de desenho alta em salas mesas escolares.

Para este ano de 2015 o Centro de Tecnologia passou a oferecer mais dois cursos de graduação o que naturalmente impactou na alocação de salas e disciplinas. Dentre as principais diferenças desse primeiro semestre de 2015 para o de 2014 estão: aumento da oferta de disciplinas do ESP, acréscimo na demanda de salas de desenho (novos cursos) e diferença de carga horária no DPS (disciplinas que antes tinham carga horária de 2h/2 vezes por semana passaram para 4horas em 1 dia da semana).

Outro destaque é o volume de disciplinas disponibilizadas, se considerar somente as disciplinas do CT, tem – se: segunda manhã (63), terça manhã (76), quarta manhã (68), quinta manhã (60), sexta manhã (49), segunda tarde (74), terça tarde (68), quarta tarde (66), quinta tarde (64) e sexta tarde (30). Nota-se que segunda-feira a tarde e terça-feira de manhã foram os dias com maior oferta, 74 e 76 respectivamente, e que terça é o dia com a maior número de disciplina ofertadas (145) e sexta o menor (79), tendência essa também observada em 2014.

Assim como ocorrido nas avaliações de 2014 foram encontradas infactibilidades nas instâncias especialmente na terça-feira de manhã, dia com maior demanda de salas, estas inconformidades estavam na capacidade das salas de desenho x vagas disponíveis nas disciplinas de desenho (EPG). E tal qual sucedido no ano anterior há oferta de vagas maior que a capacidade das salas, fato este que manualmente pode prontamente ser resolvido em decorrência do *know-how* da pessoa que realiza a tarefa de alocar as salas, pois se sabe que determinada disciplina não preencherá todas as vagas ou que é possível pegar mesas ociosas em outras salas, detalhes que computacionalmente não são conhecidos.

Já quando analisado a alocação percebe-se que o modelo/solver continua dando ênfase ao agrupamento das disciplinas em determinado bloco de modo que as maiores sobras de salas estão no terceiro andar do anexo A. Também se salienta que na terça pela manhã o período das 9:30 às 10:30 preenche quase a totalidade das salas, 93,62%, o que novamente aponta para uma distribuição pouco equilibrada na oferta de disciplinas.



A seguir apresenta-se entre o quadro 6 a 15 a distribuição de salas para o primeiro semestre de 2015 conforme o modelo proposto no Capítulo 5.

		SEGUNDA-FEIRA					
Salas		Timeslots					
		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)
218	1		DPS1013	DPS1013		ELC1113	
219	2		DPS1005	DPS1005	DPS1005	DPS1005	
220	3		EAC1005	EAC1005	ELC1080	ELC1080	
221	4	ECC1009	ECC1009	ELC1022	ELC1022	ELC1022	
224	5	ELC103/117	ELC103/118	ELC103/117	ELC1066	ELC1066	
235	6		EAC1027	EAC1027	EAC1027	EAC1027	
236	7		DPS1057	DPS1057	ELC1017	ELC1017	
315	8	DPS1003	DPS1003	DPS1003		DEM1033	
318	9	DEM1055	DEM1055	DEM1055	DEM1015	DEM1015	
320	10	DEM1006	DPS1065	DPS1065	DPS1065	DPS1065	
323	11	ESP1048	ESP1048	DPS1009	DPS1009	DPS1009	
326	12	DEM1018	DEM1018	DPS1023	DPS1023	DPS1023	
151	13		DPEE1049	DPEE1049	DPEE1049	DPEE1049	
152	14		ELC1059	ELC1059	TRP1003	TRP1003	
155	15	TRP1001	TRP1001	TRP1004	TRP1004		
160	16		EAC1011	EAC1011	HDS1005	HDS1005	
161	17		DPEE1042		HDS1012	HDS1012	
164	18			TRP1002	TRP1002		
165	19				DPEE1065	DPEE1065	
251	20			ECC7057	ECC7057	ECC7057	
252	21			DPEE1069	DPEE1069		
255	22				ESP1032	ESP1032	
258	23			TRP1001	TRP1001		
259	24		ESP1019	ESP1019	ESP609	ESP609	
260	25				ELC/PE1028	ELC/PE1028	
262	26				ELC/PE1028	ELC/PE1028	
263	27	ECC1003	ECC1003	ECC1003	EAC1009	EAC1009	
266	28			ECC1020	ECC1020		
267	29						
357	30				DAU1127	DAU1127	
359	31						
363	32						
364	33						
367	34						
368	35						
1107	36		DEQ1021	DEQ1021	DEQ1021	DEQ1021	
1304	37		DEQ1014	DEQ1014	DEQ1039	DEQ1039	
1306	38		DEQ1049	DEQ1049	DEQ1001	DEQ1001	
1309	39		DEQ1010	DEQ1010	EAC1013	EAC1013	
203	40	EPG1071	EPG1071	EPG1071	EPG3073	EPG3073	
206	41		EPG1000	EPG1000	EPG1008	EPG1008	
1110	42			EPG1015	EPG1015	EPG1015	
1205	43						
1207	44		DEQ1054	DEQ1054	DEQ1054	DEQ1054	
1303	45			DEQ1032	DEQ1032	DEQ1032	
1305	46	ELC1004	ELC1004	ELC1004	ELC1066	ELC1066	
1307	47			EPG1012	ELC1045	ELC1045	

Quadro 6 - Configuração sugerida para a segunda-feira de manhã 1º semestre/2015

TERÇA-FEIRA MANHÃ							
Salas		Timeslots (K)					
		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)
218	1	ELC1011	ELC1011		DEM1021	DEM1021	
219	2		DPS1049	DPS1049	DPS1049	DPS1049	
220	3		ELC1012	ELC1012	ESP029/054	ESP029/054	
221	4		ESP1057	ESP1057	TRP1005	TRP1005	
224	5	ECC1009	ECC1009	EPG1019	EPG1019	EPG1019	
235	6		ELC1011	ELC1011	DPS1004	DPS1004	
236	7	ECC1006	ECC1006	EPG1019	EPG1019	EPG1019	
315	8		DPS1030	DPS1030	DPS1030	DPS1030	
318	9	DEM1008	DEM1008	DEM1008	ESP1025	ESP1025	
320	10		DPS1026	DPS1026	DPS1026	DPS1026	
323	11	DEM1006	DEM1006	DEM1006	DEM1011	DEM1011	
326	12	DEM1000	DEM1000	DEM1000	ESP1041	ESP1041	
151	13		HDS1009	HDS1009	HDS1009		
152	14		ELC030/114	ELC030/114	DPEE1035	DPEE1035	
155	15		HDS1015	HDS1015	HDS1003	HDS1003	
160	16		HDS1003	HDS1003	DPEE1040	DPEE1040	
161	17		HDS5053	HDS5053	DPEE1062	DPEE1062	
164	18		HDS1023	HDS1023	HDS1023		
165	19			HDS1007	HDS1007	HDS1007	HDS1007
251	20		ESP1046	ESP1046	ESP610/059	ESP610/059	
252	21	EAC1005	EAC1005	EAC1005	ECC1004	ECC1004	
255	22	ECC1003	ECC1003	ECC1003	ELC/PE1031	ELC/PE1031	
258	23	ECC520	ECC520	ECC1005	ECC1005	ECC1005	
259	24		DEQ1003	DEQ1003	TRP1005	TRP1005	
260	25		ELC1076	ELC1076	ELC/PE1028	ELC/PE1028	
262	26		ELC1097	ELC1097	ECC1012	ECC1012	
263	27			ECC416	ECC416		
266	28			ECC1010	ECC1010	ECC1010	
267	29			ECC201	ECC201	ECC201	
357	30		DPEE1067	DPEE1067	ELC600	ELC600	
359	31				ELC139	ELC139	
363	32		ELC1015	ELC1015			
364	33		ELC1058	ELC1058	ELC1001	ELC1001	
367	34			ELC1022	ELC1022	ELC1022	
368	35	DAU3063	DAU3063	DAU3063			
1107	36	DEQ1001	DEQ1001	DEQ1001	ELC119	ELC119	
1304	37		DEQ1019	DEQ1019	ELC1061	ELC1061	
1306	38		DEQ1013	DEQ1013			
1309	39		DEQ1002	DEQ1002			
203	40	EPG1012	EPG1012	EPG1012	EPG1071	EPG1071	
206	41	EPG1005	EPG1005	EPG1020	EPG1020	EPG1020	
1110	42						
1205	43	EPG1001	EPG1001	EPG1001	EPG1018	EPG1018	
1207	44			DEM2031	DEM2031	DEM2031	
1303	45		EPG1003	EPG1003	EPG1008	EPG1008	
1305	46		DEQ1015	DEQ1015	DEQ1011	DEQ1011	
1307	47		EPG1000	EPG1000	DEQ1020	DEQ1020	

Quadro 7 - Configuração sugerida para a terça-feira de manhã 1º semestre/2015

QUARTA-FEIRA MANHÃ							
Salas		Timeslots (K)					
		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)
218	1		DPS1025	DPS1025	DPS1025	DPS1025	
219	2	ECC520	ECC520	ELC1083	ELC1083	ELC1083	
220	3		DPS1002	DPS1002	DPS1002	DPS1002	
221	4		DPS1022	DPS1022	DPS1022	TRP1001	TRP1001
224	5	ECC1006	ECC1006	ELC1022	ELC1022	ELC1022	
235	6	ECC1020	ECC1020	ELC1022	ELC1022	ELC1022	
236	7		ELC1070	ELC1070	ELC1080	ELC1080	
315	8		DPS1071	DPS1072	DPS1073	DPS1071	
318	9	DEM1012	DEM1012	DEM1012	DEM1005	DEM1005	
320	10	DEM1053	DEM1053	DEM1053	DPS1005	DPS1005	
323	11	DEM1008	DEM1008	DPS1023	DPS1023	DPS1023	
326	12		DPS1045	DPS1045	DPS1045	DPS1045	
151	13		HDS1016	HDS1016	DPEE1042	DPEE1042	
152	14			DPEE1035	DPEE1035	DPEE1035	
155	15			TRP1000	TRP1000		
160	16			TRP1004	TRP1004		
161	17		HDS1030	HDS1030	HDS1030		
164	18	HDS1000	HDS1000	HDS1000	DPEE1070	DPEE1070	
165	19			TRP1002	TRP1002		
251	20		ESP1058	ESP1058	ESP1036	ESP1036	
252	21	DPEE1069	DPEE1069	DPEE1068	DPEE1068		
255	22			DEM1021	DEM1021		
258	23			TRP1001	TRP1001		
259	24		ESP1011	ESP1011	ELC/PE1031	ELC/PE1031	
260	25		ESP1019	ESP1019	ELC/PE1028	ELC/PE1028	
262	26		ECC1015	ECC1015	ELC/PE1027	ELC/PE1027	
263	27			TRP1000	TRP1000		
266	28		ESP1045	ESP1045	ECC7057	ECC7057	
267	29		ECC5055	ECC5055	EAC1024	EAC1024	
357	30						
359	31						
363	32			ECC201	ECC201	ECC201	
364	33		CIE1002	CIE1002			
367	34				DAU1061	DAU1061	
368	35				ECC1013	ECC1013	
1107	36	DEQ1027	DEQ1027	DEQ1027	DEQ1011	DEQ1011	
1304	37		DEQ1049	DEQ1049	DEQ1000	DEQ1000	
1306	38		ELC1059	ELC1059	DEQ1016	DEQ1016	
1309	39		EAC1013	EAC1013	DEQ1014	DEQ1014	
203	40	EPG1071	EPG1071	EPG1071			
206	41		EPG1003	EPG1003	EPG1018	EPG1018	
1110	42						
1205	43		EPG1008	EPG1008	EPG1008	EPG1008	
1207	44	DEQ1061	DEQ1061	DEQ1061			
1303	45			EPG1000	EPG1000		
1305	46		DEQ1010	DEQ1010	ELC1066	ELC1066	
1307	47	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1006	ELC1066	ELC1066	

Quadro 8 - Configuração sugerida para quarta-feira de manhã 1º semestre/2015

QUINTA-FEIRA MANHÃ							
Salas		Timeslots (K)					
		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)
218	1		ELC030/114	ELC030/114	ESP029/054	ESP029/054	
219	2	ELC1022	ELC1022	ELC1022	TRP1009	TRP1009	TRP1009
220	3		ELC1011	ELC1011	ESP610/059	ESP610/059	
221	4		ELC1058	ELC1058	ESP1025	ESP1025	
224	5		ELC1015	ELC1015	TRP1003	TRP1003	
235	6		ECC414	ECC414	ECC414	ECC414	
236	7		ELC1012	ELC1012	ELC1061	ELC1061	
315	8		DPS1029	DPS1029	DPS1029	DPS1029	
318	9		DPS1057	DPS1057	DEM1011	DEM1011	
320	10	DEM1020	DEM1020	DEM1019	DEM1019	DEM1019	DEM1019
323	11		DPS1046	DPS1046	DPS1046	DPS1046	
326	12	DEM1004	DEM1004	DPS1039	DPS1039	DPS1039	
151	13		DPEE1067	DPEE1067	EAC1031	EAC1031	
152	14	HDS1024	HDS1024	HDS1024	DPEE1031	DPEE1031	
155	15			DPEE1034	DPEE1034	DPEE1034	
160	16		HDS1006	HDS1006	HDS1006	HDS1006	
161	17		DPEE1038	DPEE1038	DPEE1040	DPEE1040	
164	18		HDS1002	HDS1002	HDS1002	HDS1002	
165	19		DPEE1028	DPEE1028	DPEE1062	DPEE1062	
251	20	ESP1001	ESP1001	ESP1001	ECC1013	ECC1013	
252	21		EAC1024	EAC1024			
255	22		EAC1001	EAC1001			
258	23						
259	24				ESP609	ESP609	
260	25		ESP1057				
262	26	ECC1008	ECC1008	ECC1008			
263	27						
266	28		ESP1046				
267	29						
357	30		DCT1051	DCT1051	DCT1051	DCT1051	
359	31						
363	32						
364	33						
367	34						
368	35						
1107	36	HDS1000	HDS1000	HDS1000	DEQ1019	DEQ1019	
1304	37		DEQ1027	DEQ1027	DEQ1004	DEQ1004	
1306	38	ELC1022	ELC1022	ELC1022	ELC1017	ELC1017	ELC1017
1309	39		DEQ1002	DEQ1002	ELC119	ELC119	
203	40			EPG3073	EPG3073	EPG3073	
206	41	EPG1022	EPG1022	EPG1022	EPG1002	EPG1002	
1110	42						
1205	43			DEM1012	DEQ1005	DEQ1005	
1207	44			DEQ1029	DEQ1029		
1303	45		DEQ1003	DEQ1003	ELC139	ELC139	
1305	46		DEQ1015	DEQ1015	DEQ1020	DEQ1020	
1307	47				ELC600	ELC600	

Quadro 9 - Configuração sugerida para quinta-feira de manhã 1º semestre/2015

SEXTA -FEIRA MANHÃ							
Salas		Timeslots (K)					
		7:30-8:30(1)	8:30-9:30(2)	9:30-10:30(3)	10:30-11:30(4)	11:30-12:30(5)	12:30-13:30(6)
218	1		ESP1045	ESP1045	ELC1001	ELC1001	
219	2		DPS1067	DPS1067	DPS1067	DPS1067	
220	3				ESP1001	ESP1001	
221	4			ECC1005	ECC1005	ECC1005	
224	5		ECC606	ECC606	ECC606	ECC606	
235	6		DPS1022	DPS1022	DPS1022		
236	7		ECC416	ECC416	DEM1027	DEM1027	
315	8	DPS1007	DPS1007	DPS1007	DEM1005	DEM1005	
318	9		DPS1050	DPS1050	DPS1050	DPS1050	
320	10		DEM1004	DEM1004	ESP1058	ESP1058	
323	11		ESP1041	ESP1041	ESP1032	ESP1032	
326	12	DEM1001	DEM1001	DEM1001	ESP1011	ESP1011	
151	13		HDS1003	HDS1003	HDS1009	HDS1009	HDS1009
152	14	HDS1021	HDS1021	HDS1021	EAC1029	EAC1029	
155	15				HDS1031	HDS1031	
160	16			TRP1005	TRP1005		
161	17				HDS1003	HDS1003	
164	18		DPEE1064	DPEE1064	DPEE1064	DPEE1064	
165	19				TRP1005	TRP1005	
251	20		ELC/PE1027	ELC/PE1027			
252	21						
255	22						
258	23				ECC3053	ECC3053	
259	24				ECC7057	ECC7057	
260	25						
262	26						
263	27						
266	28						
267	29						
357	30						
359	31						
363	32						
364	33						
367	34				CIE1002	CIE1002	
368	35						
1107	36		ELC1076	ELC1076	DAU1061	DAU1061	
1304	37		ELC1011	ELC1011	ELC1070	ELC1070	
1306	38		ELC1094	ELC1094	ELC1094	ELC1094	
1309	39		ELC1097	ELC1097	DEQ1000	DEQ1000	
203	40		EPG1071	EPG1071			
206	41	ELC1113	ELC1113	ESP1048	EPG1005	EPG1005	
1110	42						
1205	43	DEQ1018	DEQ1018	DEQ1018	EPG1006	EPG1006	
1207	44			DEQ1044	DEQ1044	DEQ1044	
1303	45			EPG1003	EPG1003		
1305	46		ELC103/117	ELC103/117	DEQ1016	DEQ1016	
1307	47				ELC100/115	ELC100/115	

Quadro 10 - Configuração sugerida para a sexta-feira de manhã 1º semestre/2015

SEGUNDA-FEIRA TARDE								
Salas		Timeslots(K)						
		12:30-13:30(1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)
218	1			DEM1010	DEM1010	ELC1010	ELC1010	
219	2		ELC1110	ELC1110	ELC1105	ELC1105	ESP1050	ESP1050
220	3		DPS1025	DPS1025	DPS1025	DPS1025		
221	4			DEM1037	DEM1038	DEM1037	DPS1008	DPS1008
224	5		DEM1014	DEM1014	DEM1014	ESP1008	ESP1008	
235	6		ELC1127	ELC1127	DEM1064	DEM1064		
236	7		DPS1048	DPS1048	DPS1048	DPS1048	DEM1061	DEM1061
315	8		DPS1004	DPS1004	DEM1029	DEM1029	DEM1027	DEM1027
318	9		DEM1001	DEM1001	DEM1001	DEM1007	DEM1007	DEM1007
320	10		DPS1036	DPS1036	DPS1036	DPS1036	ESP1012	ESP1012
323	11		DPS1011	DPS1011	DPS1011	ESP1027	ESP1027	ESP1027
326	12		ESP1055	ESP1055	DPS1005	DPS1005	DEM1052	DEM1052
151	13		EAC1007	EAC1007	TRP1006	TRP1006		
152	14			ELC1104	ELC1104			
155	15		DPEE1036	DPEE1036	HDS1025	HDS1025	HDS1025	HDS1025
160	16		TRP1007	TRP1007	TRP1007			
161	17			HDS1007	HDS1007	HDS1007	HDS1007	
164	18		EAC1034	EAC1034	DPEE1052	DPEE1052		
165	19		TRP1003	TRP1003	EAC103	EAC103		
251	20		ESP1047	ESP1047	EPG1019	EPG1019	EPG1019	
252	21		ESP1043	ESP1043	ECC1030	ECC1030		
255	22		ESP1002	ESP1002	ESP1056	ESP1056		
258	23		ECC601	ECC601	ECC601	ECC601		
259	24		ESP1010	ESP1010	ESP1021	ESP1021		
260	25		ECC1000	ECC1000	ECC1000			
262	26		ELC/PE1037	ELC/PE1037	ESP1007			
263	27		ECC1001	ECC1001				
266	28		ECC1007	ECC1007				
267	29		ECC1000	ECC1000	ECC1000			
357	30							
359	31							
363	32		ECC1015	ECC1015				
364	33							
367	34							
368	35							
1107	36		DEQ1024	DEQ1024	DEQ1024	LTE1060	LTE1060	
1304	37		ELC1106	ELC1106	DEQ1006	DEQ1006	DEQ1006	
1306	38			ELC117	ELC117	ELC1013	ELC1013	
1309	39			ELC133	ELC133	ELC1010	ELC1010	
203	40		EPG130	EPG130	EPG130			
206	41		DPS1010	DPS1010	DPS1010	EPG1002	EPG1002	
1110	42							
1205	43		DEM1023	DEM1023	EPG1003	EPG1003		
1207	44		DPS1072	DPS1072	DEQ1058	DEQ1058	DEQ1058	
1303	45			ELC1064	ELC1064	DEQ1025	DEQ1025	
1305	46				ELC1064	ELC1064	ELC1014	ELC1014
1307	47			ELC408	ELC408	DEQ1012	DEQ1012	DEQ1012

Quadro 11 - Configuração sugerida para a segunda-feira de tarde 1º semestre/2015

TERÇA-FEIRA TARDE									
Salas		Timeslots(K)							
		12:30 -13:30 (1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)	19:30-20:30(8)
218	1		ECC1000	ECC1000	ECC1000		ELC106	ELC106	
219	2		ELC1022	ELC1022	ELC1022	ELC131	ELC131		
220	3				ESP1005	ESP1005	ESP1005		
221	4		TRP1002	TRP1002	ELC1120	ELC1120	DEM1009	DEM1009	
224	5		TRP1004	TRP1004	ELC1048	ELC1048	ESP1018	ESP1018	
235	6		DEM1025	DEM1025	DEM1025	ELC106	ELC106		
236	7			ELC1068	ELC1068	ELC1079	ELC1079		
315	8		DPS1073	DPS1073	DPS1073	DPS1073	ESP1049	ESP1049	
318	9		DEM1058	DEM1058	DEM1058	DEM1047	DEM1047	DEM1047	
320	10		DPS1040	DPS1040	DPS1040	DPS1040	DEM1009	DEM1009	
323	11		DEM1013	DEM1013	DEM1017	DEM1017	DEM1017	DEM1017	
326	12		ESP1036	ESP1036		DEM1029	DEM1029	DEM1029	
151	13		ESA832	ESA832	ESA832	ESA832			
152	14			HDS1001	HDS1001	HDS1001	HDS1001		
155	15		DPEE1024	DPEE1024	DPEE1070	DPEE1070			
160	16				DPEE1041	DPEE1041			
161	17		DPEE1038	DPEE1038		HDS1005	HDS1005		
164	18				DPEE1037	DPEE1037			
165	19		DPEE1043	DPEE1043	HDS1016	HDS1016			
251	20		ECC1014	ECC1014	ECC1014	ECC1014			
252	21		DPEE1068	DPEE1068	ECC1007	ECC1007			
255	22		ELC/PEI026	ELC/PEI026	ELC/PEI031	ELC/PEI031			
258	23		ECC5055	ECC5055	ECC5055	ECC5055			
259	24		ECC601	ECC601	ECC601	ECC601			
260	25		ELC/PEI026	ELC/PEI026					
262	26		ELC/PEI032	ELC/PEI032					
263	27								
266	28								
267	29								
357	30								
359	31								
363	32		CAD413	CAD413					
364	33								
367	34				CIE029/091	CIE029/091	CIE029/091		
368	35								
1107	36		DAU1051	DAU1051	DAU1051	DEQ1063	DEQ1063	DEQ1063	
1304	37		ELC1119	ELC1119	EAC1032	EAC1032			
1306	38		EAC1021	EAC1021	DEQ1026	DEQ1026	DEQ1026		
1309	39		ELC1095	ELC1095	DEQ1009	DEQ1009			
203	40		EPG1001	EPG1001	EPG1001				
206	41			ELC123	ELC123	ELC1018	ELC1018		
1110	42		EPG1012	EPG1012	EPG1012				
1205	43		DEQ1018	DEQ1018	ELC100/115	ELC100/115			
1207	44		ELC1042	ELC1042	ELC1091	ELC1091			
1303	45			ELC1073	ELC1073	ELC1073	ELC1073		
1305	46			ELC1086	ELC1086	ELC607	ELC607		
1307	47		ELC1045	ELC1045	ELC1111	ELC1111	ELC102/116	ELC102/116	

Quadro 12 - Configuração sugerida para a terça-feira de tarde 1º semestre/2015

QUARTA-FEIRA TARDE								
Salas		Timeslots(K)						
		12:30-13:30 (1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)
218	1		ESP1008	ESP1008	ESP1056	ESP1056		
219	2		ELC1022	ELC1022	ELC1022	ELC1013	ELC1013	
220	3		DPS1038	DPS1038	DPS1038	DPS1038		
221	4		ESP1043	ELC133	ELC133	ELC1085	ELC1085	
224	5		DPS1006	DPS1006	DPS1006	ELC106	ELC106	
235	6			ELC117	ELC117			
236	7		ESP1000	ESP1000	DEM1031	DEM1031		
315	8		DEM1003	DEM1003	DPS1004	DPS1004		
318	9		DEM1032	DEM1032	DEM1032	DEM1014	DEM1014	DEM1014
320	10		ESP1050	ESP1050	ESP1007	ESP1007		
323	11		DEM1022	DEM1022	ESP1021	ESP1021	DPS1008	DPS1008
326	12		ESP1012	ESP1012	DEM1002	DEM1002		
151	13		DPEE1023	DPEE1023	HDS1006	HDS1006	DPEE1073	DPEE1073
152	14		HDS1019	HDS1019	HDS1019	HDS1019		
155	15		HDS1000	HDS1000	HDS1000			
160	16		DPEE1036	DPEE1036	TRP1006	TRP1006		
161	17		TRP1002	TRP1002	EAC1025	EAC1025		
164	18		TRP1006	TRP1006				
165	19		TRP1004	TRP1004	DPEE1001	DPEE1001		
251	20			ECC1002	ECC1002	ECC1002	ECC1002	
252	21				EAC1014	EAC1014		
255	22				ECC1011	ECC1011		
258	23							
259	24		ECC3053	ECC3053	ELC/PE1037	ELC/PE1037		
260	25							
262	26							
263	27							
266	28							
267	29							
357	30							
359	31			CAD1043	CAD1043	CAD1043	CAD1043	
363	32		DAU1051	DAU1051	DAU1051	DAU1051		
364	33							
367	34							
368	35							
1107	36		DEQ1037	DEQ1037	DEQ1037	LTE1060	LTE1060	
1304	37		EAC1007	EAC1007	DEQ1009	DEQ1009		
1306	38		ELC1106	ELC1106	DEQ1013	DEQ1013		
1309	39		EAC1034	EAC1034	DEQ1041	DEQ1041	DEQ1041	
203	40		EPG130	EPG130	EPG130	EPG130		
206	41		EPG1000	EPG1000	DEM1024	DEM1024	EPG1004	EPG1004
1110	42							
1205	43			ELC408	ELC408		EPG1006	EPG1006
1207	44		DEM1033	DEM1033	EPG1020	EPG1020	EPG1020	
1303	45			ELC1064	ELC1064	ELC1014	ELC1014	
1305	46			ELC1064	ELC1064		ELC102/116	ELC102/116
1307	47			ELC1104	ELC1104	DEQ1060	DEQ1060	DEQ1060

Quadro 13 - Configuração sugerida para a quarta-feira de tarde 1º semestre/2015



QUINTA-FEIRA TARDE								
Salas		Timeslots(K)						
		12:30 -13:30 (1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)
218	1		ESP100	ESP100	ELC1111	ELC1111		
219	2		DPS1012	DPS1012	DPS1012	ELC131	ELC131	
220	3			ECC1004	ECC1004		ELC106	ELC106
221	4		ECC1011	ECC1011	TRP1008	TRP1008	TRP1008	
224	5		EAC1014	EAC1014	DPS1016	DPS1016	DPS1016	
235	6		TRP1003	TRP1003	ELC1105	ELC1105		
236	7		ELC1095	ELC1095	ELC1048	ELC1048		
315	8		ESP1010	ESP1010	DEM1031	DEM1031	DPS1004	DPS1004
318	9		DPS1073	DPS1073	DPS1073	DPS1073	ESP1049	ESP1049
320	10		ESP1055	ESP1055	DEM1028	DEM1028	DEM1009	DEM1009
323	11		DEM1030	DEM1030	DEM1030	DEM1030	DEM1016	DEM1016
326	12		DPS1033	DPS1033	DPS1033	DPS1033	ESP1018	ESP1018
151	13		DPEE1026	DPEE1026	DPEE1065	DPEE1065		
152	14			HDS1004	HDS1004	HDS1004	HDS1004	
155	15		DPEE1043	DPEE1043	DPEE1028	DPEE1028		
160	16		HDS1029	HDS1029	HDS1029	HDS1029		
161	17		DPEE1038	DPEE1038	DPEE1041	DPEE1041		
164	18		HDS1026	HDS1026	HDS1026	HDS1026		
165	19		DPEE1026	DPEE1026	DPEE1037	DPEE1037		
251	20		DPEE1024	DPEE1024	ESP5052	ESP5052		
252	21			EAC1003	EAC1003	EAC1003	EAC1003	
255	22				EAC1021	EAC1021		
258	23		ECC9059	ECC9059	ECC9059	ECC9059		
259	24		HDS1006	HDS1006	TRP1006	TRP1006		
260	25							
262	26							
263	27							
266	28							
267	29							
357	30							
359	31							
363	32							
364	33							
367	34		JUR16/071	JUR16/071				
368	35		CAD413	CAD413		JUR16/100	JUR16/100	
1107	36		HDS1000	HDS1000	HDS1000	ELC1010	ELC1010	
1304	37			ELC1068	ELC1068	ELC1010	ELC1010	
1306	38			ELC106	ELC106	ELC1079	ELC1079	
1309	39		EAC1025	EAC1025			ELC106	ELC106
203	40							
206	41		ELC1112	ELC1112	ESP1005	ESP1005	ESP1005	
1110	42							
1205	43			ELC1073	ELC1073	ELC1073	ELC1073	
1207	44					ELC607	ELC607	
1303	45			ELC1018	ELC1018	ELC1086	ELC1086	
1305	46				ELC1119	ELC1119		
1307	47				ELC1042	ELC1042	ELC102/116	ELC102/116

Quadro 14 - Configuração sugerida para a quinta-feira de tarde 1º semestre/2015

SEXTA-FEIRA TARDE								
Salas		Timeslots(K)						
		12:30 -13:30 (1)	13:30-14:30(2)	14:30-15:30(3)	15:30-16:30(4)	16:30-17:30(5)	17:30-18:30(6)	18:30-19:30(7)
218	1							
219	2		DEM1013	DEM1013				
220	3							
221	4			ELC106	ELC106			
224	5		ELC1000	ELC1000				
235	6					ESP1002	ESP1002	
236	7							
315	8		ESP1042	ESP1042	ESP1042	ESP1042		
318	9		DEM1023	DEM1023	DEM1023			
320	10		DEM1010	DEM1010	DEM1016	DEM1016		
323	11		ESP1047	ESP1047	DEM1003	DEM1003		
326	12			DEM1009	DEM1009	DEM1024	DEM1024	
151	13							
152	14		DPEE1052	DPEE1052				
155	15			HDS1009	HDS1010	HDS1009		
160	16							
161	17		DPEE1023	DPEE1023				
164	18							
165	19							
251	20		ELC/PE1032	ELC/PE1032				
252	21							
255	22							
258	23		ELC/PE1038	ELC/PE1038				
259	24							
260	25							
262	26							
263	27							
266	28							
267	29							
357	30							
359	31							
363	32							
364	33							
367	34			DCT1055	DCT1055			
368	35							
1107	36		CAD1044	CAD1044	CAD1044	CAD1044		
1304	37		DEQ1024	DEQ1024	DEQ1024			
1306	38		DEQ1039	DEQ1039	ELC1112	ELC1112		
1309	39		EAC1023	EAC1023	EAC1023	EAC1023		
203	40							
206	41		EPG1015	EPG1015	EPG1015	EPG1004	EPG1004	
1110	42							
1205	43		DEQ1029	DEQ1029	DEQ1029			
1207	44		ELC1091	ELC1091	EPG1020	EPG1020	EPG1020	
1303	45		ELC1120	ELC1120				
1305	46							
1307	47			ELC129	ELC129	ELC129	ELC129	

Quadro 15 - Configuração sugerida para a sexta-feira de tarde 1º semestre/2015

## APÊNDICE B – Geração dos Arquivos

A fim de esclarecer como foram construídos os arquivos base para a construção das instâncias apresenta-se uma referência dos principais arquivos utilizados. Conforme especificado na seção 6.3 as instâncias foram geradas a partir da decodificação de arquivos pelo ZIMPL, assim no intuito de aclarar essa codificação apresenta-se um recorte para a sexta-feira de manhã do 1º Semestre (menor instância) com a exemplificação das referências das disciplinas e o arquivo *.zpl*.

Nº Disciplina	horário	ch	vagas	mesa
1(EPG1071)	2	2	32	4
2(EPG1006)	4	2	30	3
3(EPG1005)	4	2	25	3
4(DEM1001)	1	3	30	1
5(DEM1004)	2	2	30	1
6(DEM1005)	4	2	30	1
7(DEM1027)	4	2	30	1
8(DEQ1018)	1	3	35	1
9(DEQ1027)	2	2	36	1
10(DEQ1011)	2	2	30	1
11(DEQ1000)	4	2	20	1
12(DEQ1016)	4	2	35	1
13(DPEE1064)	2	4	40	1
14(DPEE1049)	4	2	40	1
15(DPS10070)	1	3	30	1
16(DPS1050)	2	4	35	1
17(DPS1043)	2	4	40	1
18(DPS1022)	3	3	40	1
19(EAC1024)	2	2	40	1
20(ECC416)	2	2	35	1
21(ECC606)	2	4	35	1
22(ECC1019)	3	3	45	1
23(ECC3053)	4	2	30	1
24(ECC7057)	4	2	24	1
25(ELC1011)	2	2	45	1
26(ELC1097)	2	2	50	1
27(ELC1076)	2	2	50	1
28(ELC1070)	2	2	50	1
29(ELC1027)	2	2	40	1
30(ELC1094)	2	4	40	1
31(ELC1028)	4	2	40	1
32(ELC1115)	4	2	30	1
33(ELC1001)	4	2	40	1

Quadro 16 - Referências sexta manhã 1º semestre/2014

```

set I := {1 .. 66};
set J := {1 .. 47};
param cap[J] := read "Salas_Total231.txt" as "2n";
param tipo[J] := read "Salas_Total231.txt" as "3n";
param aluno[I] := read "SEX_1_M_Total.txt" as "4n";
param pi[I] := read "SEX_1_M_Total.txt" as "2n";
param np[I] := read "SEX_1_M_Total.txt" as "3n";
param req[I] := read "SEX_1_M_Total.txt" as "5n";
set T := {<i, j> in I * J};
param dist[T] := read "SEX_1_M_DIS.txt" as "n+";
set K := {1 .. 6};
set SO[<i> in I] := {pi[i] to (pi[i]+np[i]-1)};
set E := {<i, j> in I * J with (cap[j]-aluno[i]) >= 0};
set DDA := {<i> in I with req[i] == 4};
set SDA := {<j> in J with tipo[j] == 4};
set DDB := {<i> in I with req[i] == 3};
set SDB := {<j> in J with tipo[j] == 3};
set discp1 := {<i> in I with pi[i] == 1};
set discp2 := {<i> in I with (pi[i]+np[i]-1) >= 2 and pi[i] <= 2};
set discp3 := {<i> in I with (pi[i]+np[i]-1) >= 3 and pi[i] <= 3};
set discp4 := {<i> in I with (pi[i]+np[i]-1) >= 4 and pi[i] <= 4};
set discp5 := {<i> in I with (pi[i]+np[i]-1) >= 5 and pi[i] <= 5};
set discp6 := {<i> in I with (pi[i]+np[i]-1) >= 6 and pi[i] <= 6};
set disc1h := {<i> in I with np[i] == 1};
set disc2h := {<i> in I with np[i] == 2};
set disc3h := {<i> in I with np[i] == 3};
set disc4h := {<i> in I with np[i] == 4};
var x[I * J * K] binary;
minimize cost: sum <i,j> in E do sum <k> in SO[i] : ((cap[j]/aluno[i])+dist[i,j]) * x[i,j,k];
subto DP1: forall <i> in discp1 do sum <j> in J : x[i,j,1] == 1;
subto DP2: forall <i> in discp2 do sum <j> in J : x[i,j,2] == 1;
subto DP3: forall <i> in discp3 do sum <j> in J : x[i,j,3] == 1;
subto DP4: forall <i> in discp4 do sum <j> in J : x[i,j,4] == 1;
subto DP5: forall <i> in discp5 do sum <j> in J : x[i,j,5] == 1;
subto DP6: forall <i> in discp6 do sum <j> in J : x[i,j,6] == 1;
subto D1H: forall <i> in disc1h-DDA do sum <j> in J-SDA do sum <k> in SO[i] : x[i,j,k] == 1;
subto D2H: forall <i> in disc2h-DDA do sum <j> in J-SDA do sum <k> in SO[i] : x[i,j,k] == 2;
subto D3H: forall <i> in disc3h-DDA do sum <j> in J-SDA do sum <k> in SO[i] : x[i,j,k] == 3;
subto D4H: forall <i> in disc4h-DDA do sum <j> in J-SDA do sum <k> in SO[i] : x[i,j,k] == 4;
subto DAD1H: forall <i> in {disc1h inter DDA} do sum <j> in SDA do sum <k> in SO[i] : x[i,j,k] == 1;
subto DAD2H: forall <i> in {disc2h inter DDA} do sum <j> in SDA do sum <k> in SO[i] : x[i,j,k] == 2;
subto DAD3H: forall <i> in {disc3h inter DDA} do sum <j> in SDA do sum <k> in SO[i] : x[i,j,k] == 3;
subto DAD4H: forall <i> in {disc4h inter DDA} do sum <j> in SDA do sum <k> in SO[i] : x[i,j,k] == 4;
subto DBD1H: forall <i> in {disc1h inter DDB} do sum <j> in SDB do sum <k> in SO[i] : x[i,j,k] == 1;
subto DBD2H: forall <i> in {disc2h inter DDB} do sum <j> in SDB do sum <k> in SO[i] : x[i,j,k] == 2;
subto DBD3H: forall <i> in {disc3h inter DDB} do sum <j> in SDB do sum <k> in SO[i] : x[i,j,k] == 3;
subto DBD4H: forall <i> in {disc4h inter DDB} do sum <j> in SDB do sum <k> in SO[i] : x[i,j,k] == 4;
subto Capac: forall <i,j,k> in I*J*K : (cap[j]-aluno[i])*x[i,j,k] >= 0;
subto DSala1h: forall <j,k> in J * K do sum <i> in I : x[i,j,k] <= 1;
subto DSala2h: forall <i,j> in disc2h * J : x[i,j,pi[i]] == x[i,j,pi[i]+1];
subto DSala3h_1: forall <i,j> in disc3h * J : x[i,j,pi[i]] == x[i,j,pi[i]+1];
subto DSala3h_2: forall <i,j> in disc3h * J : x[i,j,pi[i]+1] == x[i,j,pi[i]+2];
subto DSala3h_3: forall <i,j> in disc3h * J : x[i,j,pi[i]] == x[i,j,pi[i]+2];
subto DSala4h_1: forall <i,j> in disc4h * J : x[i,j,pi[i]] == x[i,j,pi[i]+1];
subto DSala4h_2: forall <i,j> in disc4h * J : x[i,j,pi[i]+1] == x[i,j,pi[i]+2];
subto DSala4h_3: forall <i,j> in disc4h * J : x[i,j,pi[i]+2] == x[i,j,pi[i]+3];
subto DSala4h_4: forall <i,j> in disc4h * J : x[i,j,pi[i]] == x[i,j,pi[i]+2];
subto DSala4h_5: forall <i,j> in disc4h * J : x[i,j,pi[i]] == x[i,j,pi[i]+3];
subto DSala4h_6: forall <i,j> in disc4h * J : x[i,j,pi[i]+1] == x[i,j,pi[i]+3];

```

Quadro 17 - Modelo/ Arquivo .zpl

## APÊNDICE C – Resumo das Soluções Propostas

Segunda-Feira	Terça-feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
<p>- A solução do solver conseguiu obter a maior concentração de disciplinas agrupadas como DPS, DEQ e MTM, entretanto a solução atual tem o melhor agrupamento para o TRP;</p> <p>- A distribuição das disciplinas de desenho (EPG) permaneceu inalteradas;</p> <p>-Ambas as distribuições permitiram a sobra de somente uma sala de aula, o que já aponta para uma sobrecarga de oferta de disciplinas neste dia da semana;</p> <p>- A sala 1110 se manteve sem ocupação o que se explica por se tratar de uma sala com mesa de desenho alta.</p>	<p>- Neste dia os primeiros testes apresentaram infactibilidade (inconformidade entre a capacidade das salas de desenho e a oferta de vagas dessas disciplinas). Na solução manual essa indisponibilidade não ocorre porque a responsável pela tarefa de distribuição pelo conhecimento (<i>know how</i>) que detém do problema sabe que determinada disciplina (EPG) não preencherá todas as vagas disponíveis ou que mesas de outras salas podem ser retiradas de outras salas para suprir a demanda. Para tornar possível a resolução foram ajustadas o número de vagas ofertadas pelas disciplinas (EPG) de modo que o problema pudesse gerar uma solução.</p>	<p>- Heterogeneidade de disciplinas no segundo e terceiro andar do prédio principal na solução manual em relação a nova que prioriza o agrupamento de disciplinas do mesmo departamento como ELC.</p>	<p>-Maior diferença entre as soluções está na disponibilidade de salas: na solução manual há 3 salas disponíveis, enquanto na gerada pelo <i>solver</i> 4;</p> <p>-Isso se deve à essência minimizadora do problema que procura além de otimizar a razão capacidade sala/vagas disciplinas potencializar a ocupação dos períodos de cada sala proporcionando, assim, sobra de espaços;</p> <p>-Maior concentração, na solução proposta, das disciplinas HDS, DPS e DEQ.</p>	<p>-As disciplinas estão mais concentradas, na solução proposta, de modo a permitir sobra de salas;</p>

Quadro 18 - 1º Semestre/2014 Manhã

Segunda-Feira	Terça-feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
<p>-Parte significativa das disciplinas ofertadas na segunda-feira a tarde (63,08%) estão alocadas nos primeiros períodos (13:30 e 14:30) o que no futuro poderia se tornar um problema caso mais disciplinas fossem ofertadas no mesmo período;</p> <p>-Na configuração atual DEQ, EPG, DPS, ELC, HDS aparecem mais agrupados do que na distribuição sugerida.</p>	<p>-A solução vigente agrupa melhor TRP e ECC em relação a designação proposta;</p> <p>-Na solução sugerida há uma sobra de salas no Anexo A o que poderia ser uma alternativa para alocar disciplinas dos alunos que requeiram acessibilidade.</p>	<p>-A atual distribuição privilegia manter no prédio principal os departamentos DEM e ECC, além de conseguir agrupar mais eficazmente o EAC no segundo andar do Anexo A;</p> <p>-Sobre o ECC salienta-se que a preferência seria mantê-los no segundo andar do prédio principal (proximidade), mas o <i>solver</i> prioriza manter as disciplinas do ELC nesta localidade alocando-os, assim, no segundo andar do anexo A o que ainda estaria dentro da margem de proximidade;</p> <p>- A solução proposta sobressai-se novamente ao gerar sobra de salas (6).</p>	<p>-Na solução vigente as disciplinas ELC e HDS estão mais eficazmente agrupadas do que na nova solução.</p>	<p>-A nova solução gera o menor número de salas utilizadas;</p> <p>-Essa disponibilidade é favorável à medida que facilita a limpeza das salas, assim como permite que as salas sejam utilizadas para outros fins.</p>

Quadro 19 - 1º Semestre/2014 Tarde

Segunda-Feira	Terça-feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
<p>- A alocação das disciplinas EPG permaneceram praticamente inalteradas, mas na solução vigente os departamentos TRP e ELC aparecem mais concentrados do que na nova solução;</p> <p>-Na nova alocação DEM e DPS estão mais próximos dos seus departamentos;</p> <p>- Essa distribuição comporta a potencialização do uso dos espaços de modo que as salas de determinadas localidades (prédio principal e anexo C) sejam completamente ocupadas.</p>	<p>-Há muita oferta de disciplinas o que consequentemente limita a distribuição das salas;</p> <p>-O período das 10:30-12:30 está praticamente com a capacidade máxima, em compensação no primeiro horário 7:30-8:30 há disponibilidade;</p> <p>-Essa configuração demonstra a sobrecarga dos horários em especial nos dias considerados nobres (terça a quinta), tal fato deveria se tornar um assunto relevante para a gestão do Centro, uma vez que a cada ano aumenta o número de disciplinas ofertadas pelos departamentos/cursos.</p>	<p>-Principal diferença entre as soluções está na alocação dos departamentos ELC e DPS (prédio principal);</p> <p>-Sobrecarga do <i>time slot</i> 9:30-10:30.</p>	<p>-Caso especial de ajuste: carga horária de 5 horas (NS<sub>i</sub>=5) ocupada pelas disciplinas ECC (40540 e ECC(8058);</p> <p>-A solução proposta conseguiu deixar um maior número de salas livres.</p>	<p>- Destaque para as disciplinas HDS que ficaram praticamente inalteradas.</p>

Quadro 20 - 2º Semestre/2014 Manhã

Segunda-Feira	Terça-feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
<p>-Sobra significativa de salas em relação a configuração atual;</p> <p>- Principais diferenças entre as alocações é que na designação vigente as disciplinas TRP, ESP e ELC estão melhor agrupadas das que apresentada na nova grade, contudo o DPEE aparece mais concentrado nessa nova solução.</p>	<p>-ELC: para a nova configuração utilizou-se como referência a sala dos professores localizadas no segundo andar do anexo C o que fez com que as essas disciplinas fossem alocadas preferencialmente no segundo andar do prédio principal ou no anexo C;</p> <p>-Para a alocação manual considera-se como ponto de referência as salas dos professores localizadas no terceiro andar do anexo A.</p>	<p>-O modelo proposto procura otimizar a capacidade da sala bem como sua percentagem de ocupação, situação essa evidente ao comparar as salas 206 e 1205;</p> <p>-Na solução manual a taxa de ocupação da sala 206 é de 50% enquanto que na solução computacional 75%, o mesmo se aplica na sala 1205 onde na primeira solução a ocupação da sala é de 62,50% e na solução sugerida 75%, esses acréscimos mostram que houve um ganho na utilização das salas, mas que há ainda margem para ocupação, especialmente se fossem ofertadas disciplinas nos períodos restantes.</p>	<p>-As disciplinas (JUR, TPI, CAD) tiveram suas turmas alocadas para o terceiro andar do anexo A;</p> <p>-O departamento ECC teve quase todas suas disciplinas alocadas no segundo andar do anexo A;</p> <p>-O modelo/solver procura uma solução que equilibre todas as necessidades e requisitos de modo que <i>trade-offs</i> são feitos a fim de encontrar um resultado ideal para todos.</p>	<p>-Tal como ocorrido em outras grades a nova solução agrupou as disciplinas nas salas de modo a proporcionar uma sobra de salas;</p> <p>Dentre os destaques estão as disciplinas ELC que ficaram concentradas no anexo C e as DPEE no primeiro andar do anexo A.</p>

Quadro 21 - 2º Semestre/2014 Tarde